

**T.C.
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANA BİLİM DALI
BİYOLOJİ ÖĞRETMENLİĞİ BİLİM DALI**

**SOSYOBİLİMSEL KONULAR TABANLI ÇOKLU MODELLEME
UYGULAMALARININ LİSE BİYOLOJİ ÖĞRENCİLERİNE
ETKİSİNİN FARKLI DEĞİŞKENLERLE İNCELENMESİ**

**Esengül KANTEKİN
(Doktora Tezi)**

İstanbul, 2025

**T.C.
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANA BİLİM DALI
BİYOLOJİ ÖĞRETMENLİĞİ BİLİM DALI**

**SOSYOBİLİMSEL KONULAR TABANLI ÇOKLU MODELLEME
UYGULAMALARININ LİSE BİYOLOJİ ÖĞRENCİLERİNE
ETKİSİNİN FARKLI DEĞİŞKENLERLE İNCELENMESİ**

**AN INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF SOCISCIENTIFIC ISSUES-
BASED MULTIPLE MODELLING APPLICATIONS ON HIGH SCHOOL
BIOLOGY STUDENTS IN RELATION TO DIFFERENT VARIABLES**

**Esengül KANTEKİN
(Doktora Tezi)**

**Danışman
Doç. Dr. Özgür K. DOĞAN**

İstanbul, 2025

**Tüm kullanım hakları
M.Ü. Eğitim Bilimleri Enstitüsü'ne aittir.
© 2025**

ETİK BEYAN

Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü Lisansüstü Tez Yazım Kılavuzuna uygun olarak hazırladığım çalışmamda;

- Sunduğum bilgileri, dokümanları ve verileri akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Çalışmamda yararlandığım eserlerin tamamına atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Elde ettiğim verilerde ve sonuçlarda herhangi bir değişiklik yapmadığımı bildirir, aksi bir durumda aleyhimde doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Esengül KANTEKİN

ONAY

Esengül KANTEKİN tarafından hazırlanan “Sosyobilimsel Konular Tabanlı Çoklu Model Uygulamalarının Lise Biyoloji Öğrencilerine Etkisinin Farklı Değişkenlerle İncelenmesi” konulu bu çalışma, .../06/2025 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda aşağıdaki jüri üyeleri tarafından başarılı bulunmuş ve Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

	<u>Adı Soyadı</u>	<u>İmza</u>
TEZ DANIŞMANI	Doç. Dr. Özgür K. Doğan	
JURİ ÜYESİ	Prof. Dr. Feral OGAN-BEKİROĞLU	
JURİ ÜYESİ	Doç. Dr. Mehmet DEMİRBAĞ	
JURİ ÜYESİ	Prof. Dr. O. Serhat İREZ	
JURİ ÜYESİ	Prof. Dr. Hakan KURT	

ÖZGEÇMİŞ

1999-2003	Vefa Poyraz Anadolu Lisesi
2003-2007	Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı ve Biyoloji Öğretmenliği Bilim Dalından mezun olma
2007-2010	GOP Final Dershanesinde Biyoloji öğretmeni
2010-2014	Van/Erciş Karakoyunlu Anadolu Lisesinde Biyoloji Öğretmeni
2014- halen	Beykoz Barbaros Hayrettin Paşa Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesinde Biyoloji Öğretmeni
2017-2019	Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı Biyoloji Öğretmenliği Yüksek Lisans Programına giriş
2020-2025	Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı Biyoloji Öğretmenliği Doktora Programına giriş

ÖN SÖZ

Bu doktora tezi, uzun soluklu ve titizlikle yürütülen bir araştırma sürecinin ürünüdür. Bu süreçte, bilimsel bilgiye ulaşma gayretimin yanı sıra akademik gelişimime katkı sunan birçok değerli kişinin desteğini hissettim. Emekleriyle bu çalışmaya doğrudan ya da dolaylı katkı sağlayan herkese içtenlikle teşekkür ederim.

Öncelikle, danışmanım Doç. Dr. Özgür K. DOĞAN’a, rehberliği, yapıcı eleştirileri ve her zaman teşvik edici yaklaşımı için en derin şükranlarımı sunarım. Onun akademik birikimi ve desteği, bu çalışmanın gelişiminde belirleyici bir rol oynamıştır.

Aynı zamanda ikinci danışmanım olan Sayın Çiğdem HAN-TOSUNOĞLU’na, özellikle alan yazınına katkılarım konusunda sunduğu yönlendirmeler ve süreç boyunca gösterdiği özverili ilgisi için sonsuz teşekkür ederim.

Ayrıca, tez sürecim boyunca akademik anlamda her türlü soruma sabırla yanıt veren ve sürekli destekleyici yaklaşımıyla beni yüreklendiren bölüm başkanımız Sayın Prof. Dr. Serhat İREZ’e de içten teşekkür ederim.

Tez izleme sürecinde ve savunma aşamasında değerli değerlendirme ve katkılarıyla çalışmamın gelişmesine katkı sunan jüri üyeleri Sayın Prof. Dr. Feral OGAN-BEKİROĞLU ve Doç. Dr. Mehmet DEMİRBAĞ’a minnettarlığımı ifade etmek isterim.

Doktora süreci boyunca birlikte yol aldığım, her zor anımda desteklerini esirgemeyen, düşüşlerimizde birbirimize omuz vererek yeniden ayağa kalkmamızı sağlayan değerli doktora arkadaşlarıma da gönülden teşekkür ederim. Bu yolculuk, birlikte daha anlamlı ve güçlü hale geldi.

Bu sürecin her aşamasında yanımda olan, sabırları, sevgileri ve sonsuz destekleriyle beni motive eden aileme en derin sevgilerimi ve teşekkürlerimi sunuyorum. Özellikle sevgili oğlum Deniz Baran’ın, bu yoğun süreçte beni yormayan ve her daim yanımda olduğunu hissettiren sevgisi, bu çalışmanın en kıymetli manevi dayanaklarından biri olmuştur.

Tüm katkı sunanlara ve bu akademik yolculukta bana eşlik eden herkese içtenlikle teşekkür ederim.

Esengül KANTEKİN
İstanbul
2025

ÖZET

SOSYOBİLİMSEL KONULAR TABANLI ÇOKLU MODELLEME UYGULAMALARININ LİSE BİYOLOJİ ÖĞRENCİLERİNE ETKİSİNİN FARKLI DEĞİŞKENLERLE İNCELENMESİ

Bu araştırmanın amacı, sosyobilimsel konular (SBK) çerçevesinde çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş biyoloji öğretiminin, lise 9. sınıf öğrencilerinin epistemolojik inançları, ahlaki muhakeme becerileri, yazılı argümantasyon yeterlilikleri, sosyobilimsel muhakeme düzeyleri ve akademik başarıları üzerindeki etkilerini; geleneksel öğretim ve argümantasyon tabanlı SBK öğretimiyle karşılaştırmalı olarak incelemektir. Araştırmada, nicel ve nitel yöntemlerin bir arada kullanıldığı çok yöntemli bir desen benimsenmiştir. Nicel veri toplama sürecinde epistemolojik inanç ölçeği, ahlaki muhakeme ölçeği, sosyobilimsel muhakeme ölçeği, yazılı argümantasyon senaryoları ve kavram haritaları kullanılmış; nitel veriler ise öğrenci ve öğretmen günlükleri, görüş formu ve sınıf içi gözlem notlarından elde edilmiştir.

Çalışma, İstanbul'da bir devlet lisesinde öğrenim gören 84 dokuzuncu sınıf öğrencisinden oluşan üç ayrı grupta yürütülmüştür. İlk grupta çoklu modelleme etkinlikleriyle desteklenmiş SBK öğretimi, ikinci grupta argümantasyon tabanlı SBK öğretimi, üçüncü grupta ise geleneksel öğretim uygulanmıştır. Sekiz haftalık uygulama süreci boyunca öğrenciler, COVID-19 bağlamında geliştirilen modelleme etkinlikleri aracılığıyla biyoloji dersini işlemişlerdir.

Araştırma bulguları, çoklu modelleme destekli SBK öğretiminin, öğrencilerin alan bilgisi, yazılı argümantasyon becerisi ve epistemolojik inanç düzeyleri üzerinde diğer öğretim yöntemlerine kıyasla anlamlı düzeyde olumlu etkiler sağladığını ortaya koymuştur. Nitel veriler de öğrencilerin bilimsel kavramları daha iyi anladıklarını, bilimsel süreçlere karşı olumlu tutum geliştirdiklerini ve modelleme etkinliklerini eğlenceli ve öğretici bulduklarını göstermektedir. Öğrencilerin günlük yaşamdaki sorunlarla bilimsel bilgileri ilişkilendirme düzeylerinin arttığı da gözlemlenmiştir. Elde edilen bulgular, çoklu modelleme uygulamalarının, SBK öğretimini daha etkili ve işlevsel kıldığına işaret etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Sosyobilimsel Konular, Çoklu Modelleme, Biyoloji Öğretimi

ABSTRACT

AN INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF SOCİSCİENTİFİC İSSUE-BASED MULTIPL MODELLİNG APPLICATIONS ON HIGH SCHOOL BIOLOGY STUDENTS IN RELATION TO DIFFERENT VARIABLES

The aim of this study is to examine the effects of socioscientific issues (SSI)-based instruction enriched with multiple modeling applications on 9th grade high school students' epistemological beliefs, moral reasoning skills, written argumentation competencies, levels of socioscientific reasoning, and academic achievement, in comparison with traditional instruction and SSI-based argumentation-focused teaching. A mixed-methods research design was adopted, incorporating both quantitative and qualitative approaches. Quantitative data were collected through the use of an epistemological beliefs scale, a moral reasoning scale, a socioscientific reasoning scale, written argumentation scenarios, and concept maps. Qualitative data were gathered via student and teacher diaries, view form and classroom observations.

The study was conducted with 84 ninth-grade students from a public high school in Istanbul, divided into three groups. The first group received SSI-based instruction supported by multiple modeling activities, the second group received SSI-based argumentation-focused instruction, and the third group received traditional instruction. Over an eight-week implementation period, students engaged in biology lessons through modeling activities developed within the context of COVID-19.

Findings revealed that SSI-based instruction supported with multiple modeling had a significantly greater positive impact on students' content knowledge, written argumentation, and epistemological beliefs compared to other instructional approaches. Qualitative data indicated that students developed a deeper understanding of scientific concepts, showed more positive attitudes toward scientific processes, and found modeling activities both enjoyable and educational. Moreover, students demonstrated improved abilities in connecting scientific knowledge to real-life issues. Overall, the findings suggest that integrating multiple modeling practices enhances the effectiveness and functionality of SSI-based science instruction.

Key words: Socioscientific Issues, Multiple Modelling, Biology Education

İÇİNDEKİLER

ETİK BEYAN	i
ONAY	ii
ÖZGEÇMİŞ	iii
ÖN SÖZ	iv
ÖZET	v
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
KISALTMALAR.....	xiii
TABLO LİSTESİ.....	xiv
ŞEKİL LİSTESİ	xxiv
GRAFİK LİSTESİ.....	xxv
BÖLÜM I: GİRİŞ.....	27
1.1. Amaç.....	32
1.2. Önem	33
BÖLÜM II: KAVRAMSAL ÇERÇEVE VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR	38
2.1. Sosyobilimsel Konular	38
2.1.1. Sosyobilimsel konuların teorik temelleri.....	41
2.1.2. Fen bilimleri eğitiminde bir bağlam olarak sosyobilimsel konular	43
2.1.3. Sosyobilimsel konular ve öğretimi	46
2.1.4. Sosyobilimsel konuların öğretimini etkileyen faktörler	56
2.1.4.1. Öğretmen	57
2.1.4.2. Öğrenme ortamı.....	62
2.1.4.3. Öğrenci	65
2.1.5. Sosyobilimsel konuların öğretiminde argümantasyon.....	68
2.2. Modellemeye Dayalı Fen Öğretimi	74
2.2.1. Modeller.....	75
2.2.1.1. Bilimsel model	82
2.2.1.2. Sosyobilimsel model	91
2.2.2. Modelleme	94
2.2.3. Fen eğitiminde modelleme	103
2.2.4. Çoklu model kullanımı	108
2.2.5. Modelleme ve argümantasyon	113

2.3. Sosyobilimsel konular ile Modelleme Entegrasyonu	117
2.3.1. Yazılı argümantasyon becerisi.....	122
2.3.2. Ahlaki muhakeme	126
2.3.3. Epistemolojik inançlar	128
2.3.4. Sosyobilimsel muhakeme becerisi.....	130
2.3.5. Akademik başarı (alan bilgisi).....	133
2.4. İlgili Araştırmalar	139
2.4.1. SBK öğretimi ile ilgili araştırmalar	139
2.4.2. Modelleme ile ilgili araştırmalar	144
2.4.3. SBK ve modellemenin bir arada olduğu araştırmalar.....	150
BÖLÜM III: YÖNTEM	155
3.1. Araştırmanın Modeli.....	155
3.2. Araştırma Evreni.....	156
3.3. Araştırmada Kullanılan Veri Toplama Araçları	156
3.3.1. Epistemolojik inanç ölçeği	158
3.3.2. Sosyobilimsel muhakeme yeteneği ölçeği.....	161
3.3.3. Kavram haritası.....	162
3.3.4. Argümantasyon senaryoları	164
3.3.5. Değerleri belirleme testi	166
3.3.6. Görüş Formu.....	168
3.3.7. Öğrenci-öğretmen günlükleri ve gözlem notları.....	169
3.4. Çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretim süreci	170
3.4.1. Literatür ve öğretim programlarının incelenmesi- kazanımların belirlenmesi	171
3.4.2. Modelin tasarlanması, uyarlanması ve oluşturulması.....	171
3.4.3. Oluşturulan modellerin uygulanma süreci.....	173
3.5. Argümantasyon tabanlı SBK Öğretimi uygulama Süreci.....	181
3.6. Normal (Geleneksel) Öğretim Süreci	183
3.7. Araştırmacının Rolü	185
3.8. Verilerin Analizi	185
3.8.1. Epistemolojik inançlar ölçeğinden elde edilen verilere ilişkin veri analizi .	186
3.8.2. Sosyobilimsel muhakeme yeteneği ölçeğinden elde edilen verilere ilişkin veri analizi	186

3.8.3. Yazılı argümantasyon senaryolarından elde edilen verilere ilişkin veri analizi	187
3.8.4. Değerleri belirleme testinden elde edilen verilere ilişkin veri analizi	189
3.8.5. Kavram haritasından elde edilen verilere ilişkin veri analizi	191
3.8.6. Görüş formlarından elde edilen verilere ilişkin veri analizi	193
3.9. Geçerlik ve Güvenirlik	194
BÖLÜM IV: BULGULAR.....	197
4.1. COVID-19 Bağlamında Çoklu Modelleme Uygulamalarıyla Zenginleştirilmiş SBK Öğretimi İle Öğrencilerin Ahlaki Sorgulamadaki Gelişiminin Normal (Geleneksel) Öğretim ve Argümantasyon tabanlı SBK Öğretimiyle karşılaştırılması.....	197
4.1.1. Değerleri belirleme testinden (DBT) elde edilen bulgular	197
4.1.2. Farklı öğretim yöntemi uygulanan sınıfların son test puan ortalamalarına göre kullandıkları şema düzeyleri	200
4.1.3. Değerleri belirleme testinin alt şemalarının incelenmesi.....	202
4.1.3.1. DBT Kişisel Kazanç Şema Puanı ile ilgili Bulgular	203
4.1.3.2. DBT Normların korunması Şeması ile ilgili Bulgular	206
4.1.3.3. DBT Uzlaşım sonrası Şeması ile İlgili Bulgular	208
4.1.4. COVID-19 bağlamında Çoklu Modelleme Uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretimi ile öğrencilerin Sosyobilimsel Muhakeme Yeteneklerinin gelişimi normal (geleneksel) öğretim ve argümantasyon tabanlı SBK öğretimiyle karşılaştırma	211
4.1.4.1. Sosyobilimsel muhakeme yeteneği ölçeğinden elde edilen bulgular	211
4.1.5. Sosyobilimsel muhakeme ölçeği alt boyutlarının incelenmesi.....	216
4.1.5.1. Sosyobilimsel Muhakeme Karmaşıklık Alt Boyutu.....	216
4.1.5.2. Sosyobilimsel Muhakeme Bakış Açısı alt boyutu.....	219
4.1.5.3. Sosyobilimsel Muhakeme Sorgulama alt boyutu.....	223
4.1.5.4. Sosyobilimsel Muhakeme Şüphecilik alt boyutu	226
4.2. COVID-19 Bağlamında Çoklu Modelleme Uygulamalarıyla Zenginleştirilmiş SBK Öğretimi İle Öğrencilerin Akademik Başarılarının Gelişimi Normal (Geleneksel) Öğretim ve Argümantasyon tabanlı SBK Öğretimle Karşılaştırma	228
4.2.1. Kavram haritasından elde edilen bulgular	228

4.2.2. Kavram haritası elemanlarının sınıflara göre puan ortalamalarının karşılaştırılması	233
4.2.2.1. Kavram Haritası Bağlantı (Kavram):	233
4.2.2.2. Kavram Haritası Hiyerarşi	236
4.2.2.3. Kavram Haritası Çapraz Bağlantı	239
4.2.2.4. Kavram Haritası Örnek	242
4.2.3. COVID-19 bağlamında çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretimi ile öğrencilerin Epistemolojik İnanç gelişimi normal (geleneksel) öğretim ve argümantasyon tabanlı SBK öğretimiyle karşılaştırma	245
4.2.3.1. Epistemolojik inanç anketinden elde edilen bulgular	245
4.2.3.2. Epistemolojik inançlar anketinin alt boyutlarının incelenmesi	250
4.2.3.6. Çoklu Modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretiminin uygulandığı sınıfa ait EİA bütün alt boyutlarının ön ve son test ortalama puanlarının karşılaştırılması	262
4.2.3.7. Argümantasyon tabanlı SBK öğretiminin uygulandığı sınıfa ait EİA bütün alt boyutlarının ön ve son test ortalama puanlarının karşılaştırılması	263
4.2.3.8. Normal öğretiminin uygulandığı sınıfa ait EİA bütün alt boyutlarının ön ve son test ortalama puanlarının karşılaştırılması	264
4.2.4. COVID-19 bağlamında çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretimi ile öğrencilerin Argümantasyon Becerisinin gelişimi normal (geleneksel) öğretim ve Argümantasyon tabanlı SBK öğretimiyle karşılaştırma	265
4.2.4.1. Yazılı Argümantasyon Becerileri Anketinden Elde Edilen Bulgular	265
4.2.4.2. Yazılı Argümantasyon Becerileri Anketinde Yer Alan Senaryolardan Elde Edilen Bulgular	269
4.2.4.3. Farklı öğretim yöntemi kullanılan sınıfların Yazılı argümantasyon becerisi puanlarının senaryolara göre karşılaştırılması	280
4.2.4.4. Yazılı argümantasyon becerisinin alt becerilerinin incelenmesi	282
4.3. Öğrencilerin COVID-19 Bağlamında Çoklu Modelleme Uygulamalarıyla Zenginleştirilmiş SBK Öğretimine İlişkin Algıları	288

4.3.1. COVID-19 bağlamında çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretimi ile ilgili öğrenci görüşlerinden elde edilen kodlar.....	288
4.3.2. COVID-19 bağlamında çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretimi ile bilime ilişkin bakış açısı ile ilgili öğrenci görüşlerinden elde edilen kodlar	292
4.3.3. COVID-19 bağlamında çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretiminde karşılaşılan zorluklar ile ilgili öğrenci görüşlerinden elde edilen kodlar	294
4.3.4. COVID-19 bağlamında çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretiminde Modelleme ve Öğrenme ile ilgili öğrenci görüşlerinden elde edilen kodlar	297
4.3.5. COVID-19 bağlamında çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretiminde modelleme ve günlük yaşam ilişkisi ile ilgili öğrenci görüşlerinden elde edilen kodlar.....	300
BÖLÜM V: SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER	303
5.1. Sosyobilimsel Muhakeme Becerilerine İlişkin Sonuçlar ve Tartışmalar	304
5.2. Alan Bilgisine İlişkin Sonuçlar ve Tartışmalar	308
5.3. Ahlaki Muhakemeye İlişkin Sonuç ve Tartışmalar	311
5.4. Yazılı Argümantasyon Becerisine İlişkin Tartışma ve Sonuçlar.....	313
5.5. Epistemolojik İnanç Ölçeğine İlişkin Tartışma ve Sonuçlar	315
5.6. Modelleme Sürecine Yönelik Öğrenci Görüşlerine İlişkin Tartışma ve Sonuçlar .	317
5.7. Sınırlılıklar.....	320
5.8. Öneriler.....	321
5.8.1. SBK ve çoklu modelleme sürecine yönelik öneriler	322
5.8.2. Gelecek araştırmalara yönelik öneriler	324
5.8.3. Eğitim politikalarına yönelik öneriler.....	325
KAYNAKÇA.....	327
EKLER	366
Ek 1: Sosyobilimsel Muhakeme Ölçeği	366
Ek 2: Değerleri Belirleme Testi.....	369
Ek 3: Epistemolojik İnanç Ölçeği.....	374
Ek 4: Argümantasyon Senaryoları.....	375
Ek 5: Görüş Formu	377

Ek 6: Öğrenci Günlüğü.....	378
Ek 7: Modelleme Etkinlikleriyle Zenginleştirilmiş SBK Öğretimi Ders Planı	379
Ek 8: Argümantasyon tabanlı SBK öğretimi ders planı	381
Ek 9: Normal (Geleneksel) Öğretim Ders Planı	383
Ek 10: Bir Viral Salgının Yayılması Modelleme Etkinliği	384
Ek 11: Sabun Virüsü Nasıl Öldürür Modelleme Etkinliği	387
Ek 12: Virüs ve Bakteri arasında ne fark var? Modelleme Etkinliği.....	388
Ek 13: Maskelerin Ardındaki Matematik Modelleme Etkinliği	389
Ek 14: Virüsün Hücreye Girişi Mekanik Model Etkinliği	390
Ek 15: COVİD-19 Sistem Haritası- Sosyobilimsel Modelleme Etkinliği.....	391
Ek 16: Aşı Nedir? Nasıl Çalışır? Modelleme Etkinliği	394



KISALTMALAR

SBK: Sosyobilimsel Konular

DBT: Değerleri Belirleme Testi

EİA: Epistemolojik İnançlar Anketi

ABDR: Argümantasyon Becerisi Değerlendirme Rubriği



TABLO LİSTESİ

Tablo 2.1.	Literatürde Yer Alan Bazı Model Türleri	79
Tablo 3.1.	Araştırma Örneklemine Dağılımı	156
Tablo 3.2.	Veri toplama Araçları ile kaynak, Kullanım Amaçları ve Araştırma Problemi	157
Tablo 3.3.	Epistemolojik İnanç Ölçeğine Ait Veriler.....	160
Tablo 3.4.	Epistemolojik İnanç Anketinin farklı sınıf seviyelerindeki öğrencilerle yapılmış uyarlama çalışmaları.....	160
Tablo 3.5.	Soruların Dört Alt Boyuta Göre Dağılımı.....	162
Tablo 3.6.	Argümantasyon senaryoları konu ve içerikleri	165
Tablo 3.7.	Modelin Oluşturulması Sürecindeki Temel Kabuller	172
Tablo 3.8.	Modelleme Etkinlikleriyle Zenginleştirilmiş SBK Öğretiminde Kullanılan Modeller ve Kazanımları.....	174
Tablo 3.9.	SBK tabanlı argümantasyon sürecinde uygulanan etkinlikler	181
Tablo 3.10.	Sosyobilimsel Muhakeme Ölçeğinde Yer Alan Senaryo ve Soruların Alt Boyutlara Göre Dağılımı	187
Tablo 3.11.	Argümantasyon Becerilerini Değerlendirme Rubriği (ABDR) (Lin & Mintzes, 2010).....	187
Tablo 3.12.	Öykülere göre düşünce maddelerinin evre karşılığı.....	190
Tablo 3.13.	Veri Değerlendirme Formu	191
Tablo 4.1.	Modelleme ile zenginleştirilmiş SBK Öğretimi yapılan grubun DBT ile ilgili Değişkenlerin Betimleyici Özellikleri	197
Tablo 4.2.	Argümantasyon tabanlı SBK Öğretimi yapılan grubun DBT ile ilgili Değişkenlerin Betimleyici Özellikleri.....	197
Tablo 4.3.	Normal Öğretim yapılan grubun DBT ile ilgili Değişkenlerin Betimleyici Özellikleri.....	198
Tablo 4.4.	Farklı öğretim yöntemi kullanılan sınıfların DBT Ön Test-Son test puanlarının Normal Dağılım Gösterip Göstermediğini Belirlemek Amacıyla Yapılan Tek Örneklem Shapiro-Wilk Analiz Sonuçları.....	198
Tablo 4.5.	Farklı Öğretim Yöntemleri Uygulanan Sınıfların DBT Ön Test-Son Test Puanlarının Levene's Testi Sonuçları	199
Tablo 4.6.	Öğrencilerin son test DBT puanlarının (P puanı) gruplara göre dağılımı....	199

Tablo 4.7.	Yöntemin DBT üzerine etkisini belirlemeye yönelik yapılan ANCOVA analizi sonucu	199
Tablo 4.8.	Modelleme ile zenginleştirilmiş SBK Öğretimi yapılan grubun DBT şemaları ile ilgili Değişkenlerin Betimleyici Özellikleri.....	202
Tablo 4.9.	Argümantasyon tabanlı SBK Öğretimi yapılan grubun DBT şemaları ile ilgili Değişkenlerin Betimleyici Özellikleri	202
Tablo 4.10.	Normal Öğretim yapılan grubun DBT Şemaları ile ilgili Değişkenlerin Betimleyici Özellikleri	203
Tablo 4.11.	DBT Kişisel Kazanç Şeması Ön Test-Son test puanlarının Normal Dağılım Gösterip Göstermediğini Belirlemek Amacıyla Yapılan Tek Örneklem Shapiro-Wilk Analiz Sonuçları	203
Tablo 4.12.	Farklı Öğretim Yöntemleri Uygulanan Sınıfların DBT Kişisel Kazanç Şeması Ön Test-Son Test Puanlarının Levene's Testi Sonuçları.....	204
Tablo 4.13.	Grupların kişisel kazanç puan ortalamalarına göre dağılımı.....	204
Tablo 4.14.	Yöntemin DBT kişisel kazanç şeması puan ortalamalarına etkisini belirlemeye yönelik yapılan ANCOVA analizi sonucu	205
Tablo 4.15.	DBT Normların Korunması Ön Test-Son test puanlarının Normal Dağılım Gösterip Göstermediğini Belirlemek Amacıyla Yapılan Tek Örneklem Shapiro-Wilk Analiz Sonuçları	206
Tablo 4.16.	Farklı Öğretim Yöntemleri Uygulanan Sınıfların DBT Kişisel Kazanç Şeması Ön Test-Son Test Puanlarının Levene's Testi Sonuçları.....	206
Tablo 4.17.	Grupların normların korunması şeması puan ortalamalarına göre dağılımı.	206
Tablo 4.18.	Yöntemin normların korunması şeması puan ortalamalarına etkisini belirlemeye yönelik yapılan ANCOVA analizi sonucu	207
Tablo 4.19.	DBT Uzlaşım Sonrası Ön Test-Son test puanlarının Normal Dağılım Gösterip Göstermediğini Belirlemek Amacıyla Yapılan Tek Örneklem Shapiro-Wilk Analiz Sonuçları	208
Tablo 4.20.	Farklı Öğretim Yöntemleri Uygulanan Sınıfların DBT Uzlaşım Sonrası Şeması Ön Test-Son Test Puanlarının Levene's Testi Sonuçları.....	209
Tablo 4.21.	Grupların normların korunması şeması puan ortalamalarına göre dağılımı.	209
Tablo 4.22.	Yöntemin uzlaşım sonrası şeması puan ortalamalarına etkisini belirlemeye yönelik yapılan ANCOVA analizi sonucu	209

Tablo 4.23. Modelleme ile zenginleştirilmiş SBK Öğretimi yapılan grubun Sosyobilimsel Muhakeme Yeteneği ölçeği ile ilgili Değişkenlerin Betimleyici Özellikleri	211
Tablo 4.24. Argümantasyon tabanlı SBK Öğretimi yapılan grubun Sosyobilimsel Muhakeme Yeteneği ölçeği ile ilgili Değişkenlerin Betimleyici Özellikleri	211
Tablo 4.25. Normal Öğretim yapılan grubun Sosyobilimsel Muhakeme Yeteneği ölçeği ile ilgili Değişkenlerin Betimleyici Özellikleri	212
Tablo 4.26. Farklı öğretim yöntemi kullanılan sınıfların Sosyobilimsel Muhakeme Yeteneği Ölçeği Ön Test-Son test puanlarının Normal Dağılım Gösterip Göstermediğini Belirlemek Amacıyla Yapılan Tek Örneklem Shapiro-Wilk Analiz Sonuçları	212
Tablo 4.27. Farklı Öğretim Yöntemleri Uygulanan Sınıfların Sosyobilimsel Muhakeme Yeteneği Ölçeği Ön Test-Son Test Puanlarının Levene's Testi Sonuçları	213
Tablo 4.28. Öğrencilerin SBK yeteneklerine ait toplam puanlarının gruplara göre dağılımı	213
Tablo 4.29. Öğretim Yönteminin SBK yeteneğinin gelişimi üzerine etkisini belirlemeye yönelik yapılan ANCOVA analizi sonucu	213
Tablo 4.30. Bonferroni Testine Ait Veriler	214
Tablo 4.31. Sosyobilimsel Muhakeme Ölçeği 'Karmaşıklık' alt boyutu Ön Test-Son test puanlarının Normal Dağılım Gösterip Göstermediğini Belirlemek Amacıyla Yapılan Tek Örneklem Shapiro-Wilk Analiz Sonuçları	216
Tablo 4.32. Farklı Öğretim Yöntemleri Uygulanan Sınıfların Sosyobilimsel Muhakeme Ölçeği 'Karmaşıklık' alt boyutu Ön Test-Son Test Puanlarının Levene's Testi Sonuçları	216
Tablo 4.33. Öğrencilerin Son Test 'Karmaşıklık' Alt Boyutu Ortalama Puanlarının Gruplara Göre Dağılımı	217
Tablo 4.34. Yöntemin Karmaşıklık Boyutu Üzerine Etkisini belirlemeye yönelik yapılan ANCOVA Analizi Sonucu	217
Tablo 4.35. Bonferroni Testine Ait Veriler	218
Tablo 4.36. Sosyobilimsel Muhakeme Ölçeği 'Bakış Açısı' alt boyutu Ön Test-Son test puanlarının Normal Dağılım Gösterip Göstermediğini Belirlemek Amacıyla Yapılan Tek Örneklem Shapiro-Wilk Analiz Sonuçları	220

Tablo 4.37. Farklı Öğretim Yöntemleri Uygulanan Sınıfların Sosyobilimsel Muhakeme Ölçeği ‘Bakış Açısı’ alt boyutu Ön Test-Son Test Puanlarının Levene’s Testi Sonuçları	220
Tablo 4.38. Öğrencilerin son test Bakış Açısı Alt Boyutu Verilerinin Gruplara Göre dağılımı.....	220
Tablo 4.39. Yöntemin Bakış Açısı Boyutu Üzerine Etkisini belirlemeye yönelik yapılan ANCOVA Analizi Sonucu	221
Tablo 4.40. Bonferroni Testine Ait Veriler	221
Tablo 4.41. Sosyobilimsel Muhakeme Ölçeği ‘Sorgulama’ alt boyutu Ön Test-Son test puanlarının Normal Dağılım Gösterip Göstermediğini Belirlemek Amacıyla Yapılan Tek Örneklem Shapiro-Wilk Analiz Sonuçları.....	223
Tablo 4.42. Farklı Öğretim Yöntemleri Uygulanan Sınıfların Sosyobilimsel Muhakeme Ölçeği ‘Sorgulama’ alt boyutu Ön Test-Son Test Puanlarının Levene’s Testi Sonuçları	223
Tablo 4.43. Öğrencilerin son test Sorgulama Alt Boyutu Verilerinin Gruplara Göre dağılımı.....	224
Tablo 4.44. Yöntemin Sorgulama Alt Boyutu Üzerine Etkisini belirlemeye yönelik yapılan ANCOVA Analizi Sonucu	224
Tablo 4.45. Bonferroni Testine Ait Veriler	225
Tablo 4.46. Sosyobilimsel Muhakeme Ölçeği ‘Şüphencilik’ alt boyutu Ön Test-Son test puanlarının Normal Dağılım Gösterip Göstermediğini Belirlemek Amacıyla Yapılan Tek Örneklem Shapiro-Wilk Analiz Sonuçları.....	226
Tablo 4.47. Farklı Öğretim Yöntemleri Uygulanan Sınıfların Sosyobilimsel Muhakeme Ölçeği ‘Şüphencilik’ alt boyutu Ön Test-Son Test Puanlarının Levene’s Testi Sonuçları	227
Tablo 4.48. Öğrencilerin son test Şüphencilik Alt Boyutu Verilerinin Gruplara Göre dağılımı.....	227
Tablo 4.49. Yöntemin Şüphencilik Alt Boyutu Üzerine Etkisini belirlemeye yönelik yapılan ANCOVA Analizi Sonucu	227
Tablo 4.50. Modelleme ile Zenginleştirilmiş SBK Öğretimi Uygulanan Sınıfın Kavram Haritası ile ilgili Değişkenlerin Betimleyici Özellikleri.....	229
Tablo 4.51. Argümantasyon tabanlı SBK Öğretimi Uygulanan Sınıfın Kavram Haritası ile ilgili Değişkenlerin Betimleyici Özellikleri	229

Tablo 4.52. Normal Öğretim Uygulanan Sınıfın Kavram Haritası ile ilgili Değişkenlerin Betimleyici Özellikleri.....	229
Tablo 4.53. Farklı öğretim yöntemi kullanılan sınıfların Kavram Haritası Ön Test- Son test puanlarının Normal Dağılım Gösterip Göstermediğini Belirlemek Amacıyla Yapılan Tek Örneklem Shapiro-Wilk Analiz Sonuçları.....	230
Tablo 4.54. Farklı Öğretim Yöntemleri Uygulanan Sınıfların Kavram haritası Ön Test-Son Test Puanlarının Levene's Testi Sonuçları	230
Tablo 4.55. Öğrencilerin son test başarılarının gruplara göre dağılımı	231
Tablo 4.56. Yöntemin akademik başarı üzerine etkisini belirlemeye yönelik yapılan ANCOVA analizi sonucu.....	231
Tablo 4.57. Bonferroni Testine Ait Veriler	232
Tablo 4.58. Kavram Haritası 'Bağlantı (Kavram)' elemanına ait Ön Test-Son test puanlarının Normal Dağılım Gösterip Göstermediğini Belirlemek Amaçla Yapılan Tek Örneklem Shapiro-Wilk Analiz Sonuçları.....	233
Tablo 4.59. Farklı Öğretim Yöntemleri Uygulanan Sınıfların Kavram Haritası 'Bağlantı (Kavram)' elemanına ait Ön Test-Son Test Puanlarının Levene's Testi Sonuçları	234
Tablo 4.60. Öğrencilerin son test bağlantı (kavram) puanlarının gruplara göre dağılımı.....	234
Tablo 4.61. Yöntemin bağlantı (kavram) puanı üzerine etkisini belirlemeye yönelik yapılan ANCOVA analizi sonucu	234
Tablo 4.62. Bonferroni testine Ait Veriler	235
Tablo 4.63. Kavram Haritası 'Hiyerarşi' elemanına ait Ön Test-Son test puanlarının Normal Dağılım Gösterip Göstermediğini Belirlemek Amaçla Yapılan Tek Örneklem Shapiro-Wilk Analiz Sonuçları	236
Tablo 4.64. Farklı Öğretim Yöntemleri Uygulanan Sınıfların Kavram Haritası 'Hiyerarşi' elemanına ait Ön Test-Son Test Puanlarının Levene's Testi Sonuçları.....	237
Tablo 4.65. Öğrencilerin son test hiyerarşi puanlarının gruplara göre dağılımı.....	237
Tablo 4.66. Yöntemin hiyerarşi puanı üzerine etkisini belirlemeye yönelik yapılan ANCOVA analizi sonucu.....	238
Tablo 4.67. Bonferroni Testine Ait Veriler	238

Tablo 4.68. Kavram Haritası ‘Çapraz Bağlantı’ elemanına ait Ön Test-Son test puanlarının Normal Dağılım Gösterip Göstermediğini Belirlemek Amacıyla Yapılan Tek Örneklem Shapiro-Wilk Analiz Sonuçları.....	239
Tablo 4.69. Farklı Öğretim Yöntemleri Uygulanan Sınıfların Kavram Haritası ‘Çapraz Bağlantı’ elemanına ait Ön Test-Son Test Puanlarının Levene’s Testi Sonuçları.....	240
Tablo 4.70. Öğrencilerin son test çapraz bağlantı puanlarının gruplara göre dağılımı ...	240
Tablo 4.71. Yöntemin çapraz bağlantı puanı üzerine etkisini belirlemeye yönelik yapılan ANCOVA analizi sonucu	241
Tablo 4.72. Kavram Haritası ‘Örnek’ elemanına ait Ön Test-Son test puanlarının Normal Dağılım Gösterip Göstermediğini Belirlemek Amacıyla Yapılan Tek Örneklem Shapiro-Wilk Analiz Sonuçları	242
Tablo 4.73. Farklı Öğretim Yöntemleri Uygulanan Sınıfların Kavram Haritası ‘Örnek’ elemanına ait Ön Test-Son Test Puanlarının Levene’s Testi Sonuçları.....	242
Tablo 4.74. Öğrencilerin son test örnek puanlarının gruplara göre dağılımı	243
Tablo 4.75. Yöntemin ‘örnek’ puanı üzerine etkisini belirlemeye yönelik yapılan ANCOVA analizi sonucu	243
Tablo 4.76. Bonferroni Testine Ait Veriler	244
Tablo 4.77. Modelleme ile zenginleştirilmiş SBK Öğretimi yapılan grubun EİA ile ilgili Değişkenlerin Betimleyici Özellikleri	245
Tablo 4.78. Argümantasyon tabanlı SBK Öğretimi yapılan grubun EİA ile ilgili Değişkenlerin Betimleyici Özellikleri.....	246
Tablo 4.79. Normal Öğretim yapılan grubun EİA ile ilgili Değişkenlerin Betimleyici Özellikleri.....	246
Tablo 4.80. Farklı öğretim yöntemi kullanılan sınıfların EİA Ön Test-Son test puanlarının Normal Dağılım Gösterip Göstermediğini Belirlemek Amacıyla Yapılan Tek Örneklem Shapiro-Wilk Analiz Sonuçları.....	246
Tablo 4.81. Farklı Öğretim Yöntemleri Uygulanan Sınıfların EİA Ön Test-Son Test Puanlarının Levene’s Testi Sonuçları	247
Tablo 4.82. Öğrencilerin EİA son test puanlarının gruplara göre dağılımı	247
Tablo 4.83. Yöntemin <i>Epistemolojik İnanç puan ortalamaları</i> üzerine etkisini belirlemeye yönelik yapılan ANCOVA analizi sonucu	247
Tablo 4.84. Bonferroni testine Ait Veriler	248

Tablo 4.85. Modelleme ile zenginleştirilmiş SBK Öğretimi yapılan grubun EİA ile ilgili Değişkenlerin Betimleyici Özellikleri	250
Tablo 4.86. Argümantasyon tabanlı SBK Öğretimi yapılan grubun EİA ile ilgili Değişkenlerin Betimleyici Özellikleri.....	251
Tablo 4.87. Normal Öğretim yapılan grubun EİA ile ilgili Değişkenlerin Betimleyici Özellikleri.....	251
Tablo 4.88. EİA Bilginin kaynağı ve değişmezliği alt boyutu Ön Test-Son test puanlarının Normal Dağılım Gösterip Göstermediğini Belirlemek Amacıyla Yapılan Tek Örneklem Shapiro-Wilk Analiz Sonuçları.....	252
Tablo 4.89. Farklı Öğretim Yöntemleri Uygulanan Sınıfların EİA Bilginin kaynağı ve değişmezliği alt boyutu Ön Test-Son Test Puanlarının Levene's Testi Sonuçları.....	253
Tablo 4.90. Öğrencilerin EİA Bilginin kaynağı ve değişmezliği alt boyutu son test puanlarının gruplara göre dağılımı	253
Tablo 4.91. Yöntemin <i>Epistemolojik İnanç</i> 'Bilginin kaynağı ve değişmezliği' alt boyutu puan ortalamaları üzerine etkisini belirlemeye yönelik yapılan ANCOVA analizi sonucu.....	253
Tablo 4.92. Bonferroni Testine Ait Veriler	254
Tablo 4.93. EİA Bilginin gerekçelendirilmesi alt boyutu Ön Test-Son test puanlarının Normal Dağılım Gösterip Göstermediğini Belirlemek Amacıyla Yapılan Tek Örneklem Shapiro-Wilk Analiz Sonuçları	255
Tablo 4.94. Farklı Öğretim Yöntemleri Uygulanan Sınıfların EİA Bilginin gerekçelendirilmesi alt boyutu Ön Test-Son Test Puanlarının Levene's Testi Sonuçları.....	256
Tablo 4.95. Öğrencilerin EİA Bilginin gerekçelendirilmesi alt boyutu son test puanlarının gruplara göre dağılımı	256
Tablo 4.96. Yöntemin <i>Epistemolojik İnanç</i> 'Bilginin gerekçelendirilmesi alt boyutu puan ortalamaları üzerine etkisini belirlemeye yönelik yapılan ANCOVA analizi sonucu.....	257
Tablo 4.97. EİA Bilginin gelişimi alt boyutu Ön Test-Son test puanlarının Normal Dağılım Gösterip Göstermediğini Belirlemek Amacıyla Yapılan Tek Örneklem Shapiro-Wilk Analiz Sonuçları	258
Tablo 4.98. Farklı Öğretim Yöntemleri Uygulanan Sınıfların EİA Bilginin gelişimi alt boyutu Ön Test-Son Test Puanlarının Levene's Testi Sonuçları	258

Tablo 4.99. Öğrencilerin EİA Bilginin gelişimi alt boyutu son test puanlarının gruplara göre dağılımı	259
Tablo 4.100. Yöntemin <i>Epistemolojik İnanç</i> ‘Bilginin gelişimi’ alt boyutu <i>puan ortalamaları</i> üzerine etkisini belirlemeye yönelik yapılan ANCOVA analizi sonucu	259
Tablo 4.101. Bonferroni Testine Ait Veriler	260
Tablo 4.102. Modelleme ile zenginleştirilmiş SBK Öğretimi uygulanan sınıfın Yazılı Argümantasyon Becerileri Anketi ile ilgili Değişkenlerin Betimleyici Özellikleri.....	265
Tablo 4.103. Argümantasyon tabanlı SBK Öğretimi uygulanan sınıfın Yazılı Argümantasyon Becerileri Anketi ile ilgili Değişkenlerin Betimleyici Özellikleri.....	265
Tablo 4.104. Normal Öğretim uygulanan sınıfın Yazılı Argümantasyon Becerileri Anketi ile ilgili Değişkenlerin Betimleyici Özellikleri	266
Tablo 4.105. Farklı öğretim yöntemi kullanılan sınıfların Yazılı Argümantasyon Becerileri Ön Test-Son test puanlarının Normal Dağılım Gösterip Göstermediğini Belirlemek Amacıyla Yapılan Tek Örneklem Shapiro- Wilk Analiz Sonuçları	267
Tablo 4.106. Farklı Öğretim Yöntemleri Uygulanan Sınıfların Yazılı Argümantasyon Anketi Ön Test-Son Test Puanlarının Levene’s Testi Sonuçları	267
Tablo 4.107. Öğrencilerin yazılı argümantasyon becerileri test puanlarını gruplara göre dağılımı.....	267
Tablo 4.108. Yöntemin argümantasyon yeteneği üzerine etkisini belirlemeye yönelik yapılan ANCOVA analizi sonucu	268
Tablo 4.109. Bonferroni Testine Ait Veriler	268
Tablo 4.110. Yazılı Argümantasyon Becerileri Senaryo 1 Ön Test-Son test puanlarının Normal Dağılım Gösterip Göstermediğini Belirlemek Amacıyla Yapılan Tek Örneklem Shapiro-Wilk Analiz Sonuçları	270
Tablo 4.111. Farklı Öğretim Yöntemleri Uygulanan Sınıfların Yazılı argümantasyon becerisi senaryo 1 Ön Test-Son Test Puanlarının Levene’s Testi Sonuçları.....	270
Tablo 4.112. Öğrencilerin Yazılı Argümantasyon becerisi senaryo 1 son test puanlarının gruplara göre dağılımı	271

Tablo 4.113. Yöntemin <i>Yazılı Argümantasyon Becerisi Senaryo 1</i> puan ortalamaları üzerine etkisini belirlemeye yönelik yapılan ANCOVA analizi sonucu.....	271
Tablo 4.114. Bonferroni Testine Ait Veriler	272
Tablo 4.115. Yazılı Argümantasyon Becerileri Senaryo 2 Ön Test-Son test puanlarının Normal Dağılım Gösterip Göstermediğini Belirlemek Amacıyla Yapılan Tek Örneklem Shapiro-Wilk Analiz Sonuçları	272
Tablo 4.116. Farklı Öğretim Yöntemleri Uygulanan Sınıfların Yazılı argümantasyon becerisi senaryo 2 Ön Test-Son Test Puanlarının Levene's Testi Sonuçları.....	273
Tablo 4.117. Öğrencilerin Yazılı Argümantasyon becerisi senaryo 2 son test puanlarının gruplara göre dağılımı	273
Tablo 4.118. Yöntemin <i>Yazılı Argümantasyon Becerisi Senaryo 2</i> puan ortalamaları üzerine etkisini belirlemeye yönelik yapılan ANCOVA analizi sonucu.....	274
Tablo 4.119. Bonferroni Testine Ait Veriler	274
Tablo 4.120. Yazılı Argümantasyon Becerileri Senaryo 3 Ön Test-Son test puanlarının Normal Dağılım Gösterip Göstermediğini Belirlemek Amacıyla Yapılan Tek Örneklem Shapiro-Wilk Analiz Sonuçları	275
Tablo 4.121. Farklı Öğretim Yöntemleri Uygulanan Sınıfların Yazılı argümantasyon becerisi senaryo 3 Ön Test-Son Test Puanlarının Levene's Testi Sonuçları.....	276
Tablo 4.122. Öğrencilerin Yazılı Argümantasyon becerisi senaryo 3 son test puanlarının gruplara göre dağılımı	276
Tablo 4.123. Yöntemin <i>Yazılı Argümantasyon Becerisi Senaryo 3</i> puan ortalamaları üzerine etkisini belirlemeye yönelik yapılan ANCOVA analizi sonucu.....	276
Tablo 4.124. Bonferroni testine Ait Veriler	277
Tablo 4.125. Yazılı Argümantasyon Becerileri Senaryo 4 Ön Test-Son test puanlarının Normal Dağılım Gösterip Göstermediğini Belirlemek Amacıyla Yapılan Tek Örneklem Shapiro-Wilk Analiz Sonuçları	278
Tablo 4.126. Farklı Öğretim Yöntemleri Uygulanan Sınıfların Yazılı argümantasyon becerisi senaryo 4 Ön Test-Son Test Puanlarının Levene's Testi Sonuçları.....	278
Tablo 4.127. Öğrencilerin Yazılı Argümantasyon becerisi senaryo 4 son test puanlarının gruplara göre dağılımı	278

Tablo 4.128. Yöntemin <i>Yazılı Argümantasyon Becerisi Senaryo 4</i> puan ortalamaları üzerine etkisini belirlemeye yönelik yapılan ANCOVA analizi sonucu.....	279
Tablo 4.129. Bonferroni Testine Ait Veriler	280
Tablo 4.130. Modelleme ile zenginleştirilmiş SBK Öğretimi yapılan grubun yazılı argümantasyon alt becerileri ile ilgili Değişkenlerin Betimleyici Özellikleri.....	283
Tablo 4.131. Argümantasyon tabanlı SBK Öğretimi yapılan grubun yazılı argümantasyon alt becerileri ile ilgili Değişkenlerin Betimleyici Özellikleri.....	284
Tablo 4.132. Normal Öğretimi yapılan grubun yazılı argümantasyon alt becerileri ile ilgili Değişkenlerin Betimleyici Özellikleri	284
Tablo 4.133. COVID-19 Bağlamında modelleme etkinlikleriyle zenginleştirilmiş SBK öğretimine ilişkin öğrenci görüşlerinden elde edilen kodlar	289
Tablo 4.134. COVID-19 Bağlamında modelleme etkinlikleriyle zenginleştirilmiş SBK öğretimi ile bilime ilişkin bakış açısı ile ilgili öğrenci görüşlerinden elde edilen kodlar	293
Tablo 4.135. COVID-19 Bağlamında modelleme etkinlikleriyle zenginleştirilmiş SBK öğretiminde karşılaşılan zorluklar ile ilgili öğrenci görüşlerinden elde edilen kodlar	295
Tablo 4.136. COVID-19 Bağlamında modelleme etkinlikleriyle zenginleştirilmiş SBK öğretiminde modelleme ve öğrenme ile ilgili öğrenci görüşlerinden elde edilen kodlar	297
Tablo 4.137. COVID-19 Bağlamında modelleme etkinlikleriyle zenginleştirilmiş SBK öğretiminde modelleme ve günlük yaşam ilişkisi ile ilgili öğrenci görüşlerinden elde edilen kodlar	300

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1.	Fen-teknoloji-toplum temelli yaklaşımlar	45
Şekil 2.2.	Sadler (2011) SBK öğretim çerçevesi	52
Şekil 2.3.	Güncellenmiş sosyobilimsel konular öğretim ve öğrenme modeli (Sadler, Foulk ve Friedrichsen (2017)).....	54
Şekil 2.4.	Modellerin sınıflandırılması (Ünal Çoban, 2009)	81
Şekil 2.5.	Modellerin Sınıflandırılması (Ke vd., 2021)	82
Şekil 2.6.	Matematiksel Model (Burghes ve Borrie, 1979).....	90
Şekil 2.7.	Clement’in (1989) modelleme döngüsü (Akt.Ünal Çoban, 2009)	97
Şekil 2.8.	Justi ve Gilbert’in (2002) modelleme döngüsü	98
Şekil 2.9.	Nunez-Oviedo’nun (2004) modelleme döngüsü	101
Şekil 2.10.	Halloun’un (2004) modelleme döngüsü.....	103
Şekil 2.11.	Çoklu model uygulamalarının işlevsel özellikleri (Ainsworth, 1999)	110
Şekil 2.12.	Sadler’in (2019) Sosyobilimsel konular ve model tabanlı öğretim çerçevesi	119
Şekil 2.13.	Sadler vd.’nin (2019) SBK ve model tabanlı öğrenme çerçevesi	120
Şekil 3.1.	Kavram Haritası Modelinde (Novak ve Gowin, 1984)	164
Şekil 3.2.	İş Akışı	170
Şekil 3.3.	Model geliştirme sürecinde izlenen adımlar	170
Şekil 3.4.	Sosyobilimsel model örneği	179
Şekil 3.5.	SBK tabanlı argümantasyon uygulama süreci aşamaları	183
Şekil 3.6.	Örnek Argümantasyon Senaryosu Analizi	188
Şekil 3.7.	Örnek Argümantasyon Senaryosu Analizi	189
Şekil 3.8.	Öğrenci ‘Virüsler’ konusuyla ilgili kavram haritası örneği	192
Şekil 3.9.	Öğrenci ‘Virüsler’ konusuyla ilgili kavram haritası örneği	193

GRAFİK LİSTESİ

Grafik 4.1. Değerleri Belirleme Testi Ön test Puan Ortalamaları Grafiği.....	201
Grafik 4.2. Değerleri Belirleme Testi Son test Puan Ortalamaları	201
Grafik 4.3. DBT P Puanlarının sınıflara göre karşılaştırılması	200
Grafik 4.4. DBT Kişisel Kazanç Şeması Puanlarının sınıflara göre karşılaştırılması	205
Grafik 4.5. DBT Normların Korunması Şeması Puanlarının sınıflara göre karşılaştırılması	208
Grafik 4.6. DBT Uzlaşım Sonrası Şeması Puanlarının sınıflara göre karşılaştırılması..	210
Grafik 4.7. Sosyobilimsel Muhakeme Yeteneği Ölçeği Toplam Puanların sınıflara göre karşılaştırılması	215
Grafik 4.8. Karmaşıklık alt boyutuna ait ön ve son test toplam puanlarının sınıflara göre karşılaştırılması	219
Grafik 4.9. Bakış Açısı alt boyutuna ait ön ve son test puan ortalamalarına sınıflara göre karşılaştırılması	222
Grafik 4.10. Sorgulama alt boyutuna ait ön ve son test puan ortalamasının sınıflara göre karşılaştırılması	225
Grafik 4.11. Şüphecilik alt boyutuna ait ön ve son test toplam puanlarının sınıflara göre karşılaştırılması	228
Grafik 4.12. Kavram haritası ortalama puanların sınıflara göre karşılaştırılması	232
Grafik 4.13. Kavram Haritasından elde edilen bağlantı (kavram) ön ve son test toplam puanların sınıflara göre karşılaştırılması	236
Grafik 4.14. Kavram Haritasından elde edilen hiyerarşi ön ve son test toplam puanların sınıflara göre karşılaştırılması	239
Grafik 4.15. Kavram Haritasından elde edilen çapraz bağlantı ön ve son test toplam puanların sınıflara göre karşılaştırılması	241
Grafik 4.16. Kavram Haritasından elde edilen örneklerin ön ve son test toplam puanların sınıflara göre karşılaştırılması	244
Grafik 4.17 Farklı öğretim yöntemlerinin uygulandığı sınıflara ait EİA Ön test ve Son test puan ortalamalarının karşılaştırılması.....	249
Grafik 4.18. EİA Bilginin kaynağı ve değişmezliği alt boyutu ön test ve son test puan ortalamalarının sınıflara göre karşılaştırılması.....	255
Grafik 4.19. EİA Bilginin gerekçelendirilmesi alt boyutu ön test ve son test puan ortalamalarının sınıflara göre karşılaştırılması.....	257

Grafik 4.20. EİA Bilginin gelişimi alt boyutu ön test ve son test puan ortalamalarının sınıflara göre karşılaştırılması	261
Grafik 4.21. Modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretiminin uygulandığı sına ait EİA alt boyutlarının ön test ve son test puan ortalamalarının karşılaştırılması	262
Grafik 4.22. Argümantasyon tabanlı SBK öğretiminin uygulandığı sına ait EİA alt boyutlarının ön test ve son test puan ortalamalarının karşılaştırılması	263
Grafik 4.23 Normal öğretimin uygulandığı sına ait EİA alt boyutlarının ön test ve son test puan ortalamalarının karşılaştırılması.....	264
Grafik 4.24. Farklı Öğretim Yöntemleri Uygulanan sınıfların Yazılı Argümantasyon Becerisi Ölçeğinden elde edilen ön test son test puanlarının karşılaştırılması	269
Grafik 4.25. Modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK Öğretimi uygulanan sınıfa ait Yazılı Argümantasyon Becerisi ön test-son test puanlarının karşılaştırılması	281
Grafik 4.26. Argümantasyon Tabanlı SBK Öğretimi uygulanan sınıfa ait Yazılı Argümantasyon Becerisi ön test-son test puanlarının karşılaştırılması	281
Grafik 4.27. Normal Öğretimi uygulanan sınıfa ait Yazılı Argümantasyon Becerisi ön test-son test puanlarının karşılaştırılması	282
Grafik 4.28. Modelleme Uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretiminin yapıldığı sınıfa ait alt argümantasyon becerileri puanına göre ön-son test karşılaştırması.....	286
Grafik 4.29. Argümantasyon temelli SBK öğretiminin yapıldığı sınıfa ait alt argümantasyon becerileri puanına göre ön-son test karşılaştırması.....	287
Grafik 4.30. Normal öğretimin yapıldığı sınıfa ait alt argümantasyon becerileri puanına göre ön-son test karşılaştırması	287

BÖLÜM I: GİRİŞ

Bilim ve teknolojik gelişmeler dünyanın en ücra köşesinde yaşanan olaylardan haberdar olmayı sağlamakta, ülkeler arası yolculuklar gün içinde tamamlanabilmekte, böylece uzak anlayışı değişerek, dünya küçülmektedir. Bir ülkede gerçekleşen seçim, döviz değişimlerinin etkisi diğer ülkeler de hissedilmektedir. Hatta Dünya'nın herhangi bir yerinde bir kişinin rahatsızlanması, çok kısa sürede tüm dünyaya hastalığın yayılmasına, insanların evlere kapanmasına, okulların kapatılmasına ve maskeli bir hayatın başlamasına neden olabilmektedir. Bu durum satın aldığımız ürünlerin, yetiştirdiğimiz insanların veya yaptığımız işin sonuçlarının yüzünü hiç görmeyeceğimiz insanları bile etkileyebileceğini ve insanlar arasındaki bağı artık mesafeler ile değerlendirilemeyeceğini fark ederek, tüm insanlığa karşı sorumluluk duygusu ve adalet, eşitlik ilkeleri doğrultusunda kararlar alma ve eylemlerde bulunma yükümlülüğünü taşımamız gerektiğini ortaya koymaktadır (Atabey ve Topçu, 2021). Özellikle COVID-19 pandemisi, eğitimde fırsat eşitliği, halkın bilimsel içeriği anlayabilmesi, aşı geliştirme ve aşı karşıtlığı gibi konuların yanı sıra eğitim hakkı, ekonomik ve sosyal özgürlükler gibi pek çok meseleyi de tartışmaya açmıştır. Bu durum, bilimi hayatımızın vazgeçilmez ve görünür bir parçası haline getirmiştir. Öyle ki, bilimsel bakış açısı olmaksızın insani değerler, politik ve ekonomik sorunlar ya da eğitimin hedefleri üzerinde tartışmak neredeyse mümkün olmamıştır (Hurd, 1998).

Pandemi sırasında birçok ülke, hem ekonomik sıkıntılarla başa çıkmaya çalışmış hem de insan sağlığı ve ekonomik kararlar arasında ikilemde kalmıştır. Bunun yanında insan yaşamlarını doğrudan etkileyen sağlıkla ilgili bu sosyal sorunlar, küresel olarak dikkat çekici hale gelmiş olup sağlığın sadece fiziksel bir kavram olmadığı deneyimlenmiştir (Han-Tosunoğlu ve Özer, 2021). COVID-19 pandemisi bireysel biliş, algılar, tutumlar ve inançlarla bağlantılı, sosyal ve kültürel normlardan etkilenen ve buna karşılık insanların yaşamlarını nasıl gördüklerini ve yönettiklerini etkileyen psikolojik alt yapıya sahip sosyobilimsel bir konu olarak ele alınmıştır (Chamberlain, 2006; Han Tosunoğlu ve Özer, 2021). Pandemi sürecinde toplumda tartışma ve ikilem yaratan bu meseleler, aslında genetiği değiştirilmiş organizmalar (GDO), nükleer enerji santralleri ve iklim değişikliği gibi alanlarda pandemi öncesinde de gündeme gelmiştir. Sadler ve Zeidler (2005), sosyobilimsel konuları (SBK), bilimsel ürünler veya süreçlerle bağlantılı olup sosyal tartışma yaratan; klonlama, kök hücre, aşı, genetiği değiştirilmiş gıdalar gibi biyoteknolojik yenilikler ya da

iklim değışikliğı gibi çevresel sorunlardan kaynaklanan sosyal meseleler olarak tanımlamaktadır.

Pandemi gibi güncel tartışmalı konularda karar alma sürecinde en fazla etkilenecek unsur toplumdur. Toplumu oluşturan bireylerden özellikle öğrencilerden beklenen, 21. Yüzyıl becerileri olan araştırabilen, sorgulayabilen, tartışabilen, sorumlu davranan, ortaya ürün koyabilmesi önem taşımaktadır. Toplumsal konulara duyarlı, ilgili ve sorumluluk sahibi bilimsel okuryazar bireyler olmaları beklenmektedir. Bu nedenle, SBK ile ilgili tartışmalarda öne sürülen iddiaları, bu iddiaların dayanaklarını ve argümanlarını eleştirebilen, aynı zamanda bilinçli karar alma süreçlerinde bilimsel düşünme yöntemlerini kullanabilen bireylerden oluşan bir toplum oluşturma hedefi, birçok ülkenin öncelikleri arasında yer almıştır (Köseoğlu, Tümay ve Budak, 2008). Bu doğrultuda, dünya genelinde birçok ülke SBK'yı eğitim programlarına entegre etmiştir (American Association for the Advancement of Science, 1990; National Research Council, 1996).

COVID-19 pandemisi, toplum üzerinde derin etkiler yaratan ve toplumsal uygulamalarda tartışmalara neden olan, farklı bilim insanlarının çeşitli görüş ve düşüncelere sahip olabileceğı ve bireylerin farklı kararlar alabileceğı gibi özelliklerle tanımlanan sosyobilimsel bir konudur (Yapıcıoğlu, 2020). Fen eğitimi açısından, SBK ve bu konuların öğretimi, fen eğitimi araştırmaları ve reform belgelerinde son yıllara kadar büyük ilgi görmüştür (AAAS, 1993; NRC, 1996; NSTA, 2000). Nitekim, yaşanan pandemi süreci, Örnek Büken (2020)'nin de belirttiğı gibi, ani ve acil durumlara neden olan bilimsel olaylara ne derece adapte olabildiğimizi sorgulamamıza neden olmuş ve bu tür olaylar gerçekleşmeden önce ileri görüşlü kararlar alabilme yeteneğimizi değerlendirmemizi sağlamıştır. Yarının sorumluluk sahibi bireylerini bilinçli ve duyarlı bir şekilde yetiştirebilmek için, COVID-19 gibi ani salgınlar, nükleer krizler veya patlamalar gibi SBK'nın eğitim sisteminin her aşamasına entegre edilmesi son derece önemlidir (Yapıcıoğlu, 2020).

Önceki araştırmalar, SBK'nın sınıf seviyelerinde farklı bilimsel konularla öğrencilerin öğrenmesini iyileştirebileceğini gösteren bol miktarda kanıt sağlarken, kanıtlar ayrıca yaklaşımın öğretmenler için önemli zorluklar oluşturduğunu da göstermektedir (Ekborg, Ottander, Silfver ve Simon, 2013). Bu nedenle birçok fen bilgisi öğretmeni, öğrencilerini SBK öğretimine etkin bir şekilde dahil etmek için desteğe ihtiyaç duymaktadır (Schwarz, 2009). Bu zorlukların yanı sıra, öğretim araçları ve stratejileri de dahil olmak üzere

pedagojik kaynakların eksikliği, öğretmenlerin SBK'nın tam vizyonunu hayata geçirmekte genellikle yetersiz kalmasının başlıca nedeni olarak gösterilmektedir (Lazarowitz ve Bloch, 2005; Tidemand ve Nielsen, 2017). Özellikle birçok öğretmen, konuyla ilgili çözümler geliştirmek için SBK'nın odağı olan sistem düşüncesi gibi SBK öğreniminin epistemik yönlerini göz önünde bulundurma konusunda öğrencileri desteklemeyi zor bulmaktadır. Bununla birlikte, sorunları sistem perspektifinden keşfetme konusunda deneyimsiz olan öğrenciler, genellikle sorunların karmaşıklığını tam olarak değerlendirememektedir (Yang, 2005). Bu zorluğun üstesinden gelmenin bir yolu, öğrencilere içerik-alan bilgisini artırıcı, muhakeme becerisi ve argümantasyon yeteneğinin gelişimini, epistemolojik anlayışını destekleyecek araçlar sağlamaktır. Fen eğitimcileri, sosyobilimsel konuların öğretiminde çeşitli yöntem, teknik, araç ve stratejilerden faydalanmaktadır. Alan yazında, araştırmacılar en çok argümantasyon yöntemini tercih etmekle birlikte; problem senaryoları, ikilem kartları, görüş geliştirme tekniği, gazete haberleri, işbirlikçi öğrenme modeli, web tabanlı çevrimiçi sohbet odaları, alan gezileri, örnek olay destekli istasyon tekniği, altı şapkalı düşünme tekniği, blog uygulamaları ve yapılandırmacı yaklaşım gibi farklı stratejiler de kullanılmaktadır (Zeidler ve Nichols, 2009; Walker ve Zeidler, 2007; Atabey ve Arslan, 2020; Sevgi ve Şahin, 2017; Evren Yapıcıoğlu ve Kaptan, 2017; Topçu ve Atabey, 2017; Türe, 2018; Gülcü, 2019; Karamanlı, 2019; Seçkin Karaca, 2018). Bu çalışmada ise önceki çalışmalardan farklı olarak COVID-19 pandemisi bir sosyobilimsel konu olarak ele alınmış ve virüsler bağlamında modelleme örnekleri geliştirilmiştir.

Fen öğretiminde özellikle sınıf ortamında pedagojik bir araç olarak modellerin uzun yıllardan beri kullanıldığı bilinmektedir (Gilbert ve Osborne, 1980). Modelleme fen eğitiminde başlı başına önemli bir konu olup kapsamlı bir şekilde çalışılmaya devam edilmektedir (Harrison, 1998; Louca ve Zacharia, 2012; Mulder, Lazonder ve Jong, 2014; Wilson, Long, Momsen ve Speth, 2020). Her biri özgün olmakla birlikte, tüm öğrencilerin düşüncelerini görünür kılmalarına yardımcı olmak için modeller oluşturma, değerlendirme ve gözden geçirmesi gerektiğini ve modellerin kullanım yoluyla doğal sistemler hakkındaki akıl yürütmelerini şekillendirmeye hizmet ettiğini vurgular. Bunun yanında modelleme ile SBK entegrasyonu yakın zamana kadar sistematik olarak çok az araştırılmış olup (Peel, Zangori, Friedrichsen, Hayes ve Sadler, 2019; Zangori, Peel, Kinslow, Friedrichsen, Hayes ve Sadler, 2017; Ke, Sadler, Zangori ve Friedrichsen, 2021) virüsler konusu COVID-19 odağında (Ke vd., 2021) çoklu modelleme etkinliklerinin öğrencilerin akademik başarısı, ahlaki muhakeme becerisi, argümantasyon becerisi ve

epistemolojik inançlarının gelişimine olan etkisi çalışılmamıştır. Bununla birlikte, modellemeye dayalı SBK öğretiminin etkili bir yaklaşım olarak nasıl ve neden çalışabileceği hakkında çok az şey bilinmektedir (Ke vd., 2021). Örneğin, öğrencilerin karmaşık toplumsal sorunları (örn. COVID-19 pandemisi) keşfederken ve müzakere ederken modellemeye katılarak elde ettikleri kazanımlarının ne olduğu, modelleme etkinliklerinin öğrencileri etkileyen yönlerinin ve bu konularda akıl yürütmek için hangi gereksinimlere ihtiyaç olduğu konusunda çok az şey bilinmektedir. Bu çalışmada diğer bilimsel uygulamaların yanı sıra bilimsel modellemeyi odak disiplin uygulamaları olarak seçmemizin nedenlerinden biri, modellemenin bilim insanlarının disiplinde nasıl çalıştığını özetleyen ve dünya çapında fen eğitiminde son reform çabalarında vurgulanan önemli bir epistemik uygulama olmasıdır. Diğerleri ise hem modelleme hem de SBK öğreniminin sistem düşüncesi gerektirdiği, dolayısıyla bu iki uygulamanın paylaştığı ortak noktaların, öğrencilerin bilimsel anlayışlarını ve uygulamalarını sosyobilimsel muhakemelerine aktarmalarını kolaylaştırabilmesidir (Ke vd., 2020). Aynı zamanda modellemenin SBK ile entegrasyonunda, öğrencilerin konu etrafında çözümler geliştirmek ve tartışmak için sadece bilim boyutunu değil, aynı zamanda konunun sosyal sonuçlarını da dikkate alması gerektiği farkındalığının oluşması sağlanır (Sadler, Friedrichsen ve Zangori, 2019 ; Zeidler, Sadler, Simmons ve Howes, 2005). Diğer önemli kazanımlardan biri de öğrencilerin, konuyla ilişkili temel bilimi açıklamak için farklı modeller geliştirerek ve kullanarak, SBK gibi karmaşık toplumsal sorunları çözmede bilimin sınırlarının farkına varılmasıdır. Ayrıca bu karmaşık sorunlarla başa çıkmak için gereken uygun bilgi ve becerilerle donatılmasıdır. Son olarak farklı model geliştirmek ve kullanmak, öğrencilerin bir SBK’da saklı olan farklı bilimsel fenomenler (örn. Virüsler) hakkındaki bilimsel anlayışlarını koordine edebilmesine ve geliştirebilmesine yardımcı olmaktadır (Ke vd., 2021). Bu nedenle Manz (2012), öğrencilere belirli modellerin sunulması veya öğrencilerin modelleri kullanması şeklinde konumlandırmak yerine modelleme etkinliğine dahil etmenin önemli olduğunu vurgulamaktadır.

Türkiye’de fen dersleri biyoloji, fizik ve kimya olarak ayrılmakta olup, biyoloji dersi, diğer alanlara kıyasla sağlık ve çevre gibi toplumu doğrudan etkileyen konularla daha yakından ilişkilidir (Ratcliffe ve Grace, 2003). Günümüzde hastalıklar ve salgınların hayat üzerindeki geniş etkileri biyoloji dersini daha da önemli hale getirmiştir. Biyoloji eğitimi, yalnızca bireysel bilgi kazandırmakla kalmayıp, toplumsal vicdanın geliştirilmesinde de belirleyici bir rol oynamaktadır. Türkiye’de 2013 yılında güncellenen biyoloji öğretim programı, temel beceriler arasında “Bilim-Teknoloji-Toplum İlişkisi” ne yer vermiştir. Bu

beceri doğrultusunda öğrencilerin biyoloji derslerinde kazandıkları bilgi, beceri ve anlayışları kişisel, sosyal ve ekonomik alanlarda uygulamaları; güncel biyoloji uygulamaları hakkında bilinçli değerlendirmeler yapmaları; ayrıca sürdürülebilir kalkınmanın ekolojik, ekonomik, sosyal ve kültürel boyutlarını kavrayabilmeleri hedeflenmektedir (MEB, 2013). Bu kapsamda, biyoloji öğretmenlerinden, biyoloji bağlamındaki SBK'yı sınıf ortamına taşımaları ve öğrencilere etkili öğrenme deneyimleri sunmaları beklenmektedir (Han-Tosunoğlu ve İrez, 2017). Özellikle virüsler gibi hayatımızı ve sağlığımızı derinden etkileyen konuların öğrenim sürecine dahil edilmesi, bu konuların ihtiyaçlar doğrultusunda güncellenerek öğrencilere aktarılması, topluma önemli katkılar sağlayacaktır (Takmaz ve Yılmaz, 2020). Aynı zamanda bu çalışmanın COVID-19 bağlamında çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretiminin sadece SBK tabanlı öğretim ve normal (geleneksel) öğretime kıyasla etkisinin neler olduğunun detaylandırılması ve çalışmanın çoklu model uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretiminin öğrencilerin akademik başarısı, ahlaki sorgulama becerisi, yazılı argümantasyon becerisi, sosyobilimsel muhakeme becerisi ve epistemolojik inançları üzerindeki etkisi hakkında fen eğitimcilerini bilgilendirmesi şeklinde alana katkılarının olması beklenmektedir.

Bu noktada, biyoloji öğretim programında yer alan virüsler konusu bu çalışmada, hem sadece öğretim programı dikkate alınarak, hem öğretim programında yer alan süreçlere ek olarak SBK tabanlı bir öğretim, hem de bu sürece uyarlanan ve yeni geliştirilen farklı modelleme uygulamalarının da dahil edilmesiyle oluşturulan SBK öğretimi kullanılmıştır. Milli Eğitim Bakanlığı Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı'nın 2018 yılında yayımladığı ortaöğretim biyoloji dersi öğretim programında, virüsler konusu 9. sınıfın “Canlı Alemleri ve Özellikleri” ünitesinde ele alınmaktadır. Bu konu, ikinci dönemin sonuna denk gelmekte ve yaklaşık 8-10 ders saati içerisinde işlenmektedir. Virüsler konusunun içeriğinde, canlıların biyolojik süreçlere, ekonomiye ve teknolojiye katkıları; virüslerin genel özellikleri, insan sağlığı üzerindeki etkileri; viral hastalıklar ve bu hastalıklara karşı alınabilecek önlemler ile genetik mühendisliği açısından sunduğu avantajlar yer almaktadır.

Öğretim programında belirtilen kazanımlar şu şekilde sıralanmıştır:

- **9.3.2.2.** Canlıların biyolojik süreçlere, ekonomiye ve teknolojiye katkılarını örneklerle açıklar.
- **9.3.2.3.** Virüslerin genel özelliklerini açıklar:

- a. Virüslerin biyolojik sınıflandırma kategorilerine dahil edilmemesinin nedenleri üzerinde durulur.
- b. Virüslerin insan sağlığı üzerindeki etkileri kuduz, hepatit, grip, uçuk ve AIDS gibi hastalıklar bağlamında tartışılır; ayrıca virütik hastalıklara karşı alınacak önlemler vurgulanır.
- c. Virüslerin genetik mühendisliği alanında yeni imkanlar sunduğu belirtilir (MEB, 2018).

2018 ortaöğretim biyoloji dersi öğretim programında yer alan bu kazanımlar doğrultusunda, COVID-19 pandemisi bağlamında çoklu model uygulamaları ile zenginleştirilmiş SBK öğretimi süreci gerçekleştirilmiştir.

1.1. Amaç

COVID-19, öğrencilerin yaşadığı en önemli ve acil sorundur ve fen eğitimcilerinin öğrencileri yalnızca virüsün bilimsel yönlerini anlamada değil, daha da önemlisi, pandemiye toplumun sorumlu üyeleri olarak yanıt vermesi için de desteklemeleri zorunludur (Ke vd., 2021). Bu nedenle araştırmada, okullarda öğrencilerin COVID-19' un arkasındaki bilimi ve günlük yaşamlarında pandemiyle nasıl başa çıkacaklarını daha iyi anlamak için geliştirmeleri ve kullanmaları gerektiğini savunduğumuz modeller uyarlanmış ve geliştirilmiştir. Modellemeyi COVID-19 öğrenme materyallerine dahil etmek günümüz şartları düşünüldüğünde hem gerekli hem de kendi içinde yenilikçi bir fikirdir (Ke vd., 2021). Bu kapsamda ilk olarak, önerilen modelleme etkinliklerimiz, öğrencileri kendi bilgilerini oluşturmak için aktif olarak farklı modeller geliştiren ve kullanan bilişsel araçlar olarak konumlandırır. Bu kapsamda geliştirilen modelleme etkinlikleri, öğrencilerin erişebilmesi ve öğrenme ihtiyaçlarını karşılayabilmesi için değişen derecelerde basitleştirilmiştir. Öğrencilerin COVID-19 gibi karmaşık toplumsal sorunları müzakere edebilmeleri için biyoloji dersinin daha uygun olduğu ve sosyo-bilimsel modeller geliştirip kullanarak konunun sosyal boyutlarını da dikkate almanın önemi vurgulanmıştır. Özellikle bilimsel okuryazarlığın teşvik edilmesine ve COVID-19 gibi karmaşık konulardaki kararların bilim tarafından alınması gerekmesine rağmen, diğer sosyal faktörlerin de insanların karar vermesinde kritik bir rol oynayabileceğinin kabul edilmesi bu önemi daha arttırmaktadır (Ke vd., 2021). Bu doğrultuda çalışmanın amacı; COVID-19 bağlamında çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretimi ile öğrencilerin akademik başarısı, sosyobilimsel muhakeme becerisi, epistemolojik anlayışı, ahlaki sorgulamadaki

gelişimi ve argümantasyon yeteneğinin normal (geleneksel) öğretim ve SBK temelli öğretime kıyasla etkisini araştırmaktadır. Burada önemli olan nokta, öğrencilerin, aynı fenomen için bunu yapmak yerine, aynı konuyla ilgili farklı fenomenler için uyarlanmış ya da yeni geliştirilmiş birden fazla model geliştirmeleri ve kullanmalarını sağlamaktır (Ke vd., 2021). Aynı zamanda konuyla ilgili bilinçli kararlar vermek için, öğrencilerin sadece tek bir fenomeni değil, daha ziyade konuyla ilişkili bilimin çok boyutlu yapısını anlamasıdır. Bu fenomenleri açıklamak için birden fazla model geliştirmenin ve kullanmanın, bu hedefe ulaşmak için verimli bir yol olabileceğinin altı çizilmiştir (Ke vd., 2021). Bu bilgiler ışığında bu çalışmanın araştırma soruları aşağıdaki gibi sıralanmıştır:

1. Çoklu model uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretiminin geleneksel öğretime ve SBK temelli öğretime kıyasla öğrencilerin muhakeme becerisi, akademik başarı, epistemolojik anlayışı, ahlaki sorgulama becerisi ve yazılı argümantasyon beceri düzeyleri üzerinde anlamlı bir etkisi var mıdır?
 - 1.1. Çoklu model uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretiminin geleneksel öğretime ve SBK temelli öğretime kıyasla öğrencilerin muhakeme beceri düzeyleri üzerinde anlamlı bir etkisi var mıdır?
 - 1.2. Çoklu model uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretiminin geleneksel öğretime ve SBK temelli öğretime kıyasla öğrencilerin alan bilgisi düzeyleri üzerinde anlamlı bir etkisi var mıdır?
 - 1.3. Çoklu model uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretiminin geleneksel öğretime ve SBK temelli öğretime kıyasla öğrencilerin epistemolojik anlayış düzeyleri üzerinde anlamlı bir etkisi var mıdır?
 - 1.4. Çoklu model uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretiminin geleneksel öğretime ve SBK temelli öğretime kıyasla öğrencilerin ahlaki sorgulama beceri düzeyleri üzerinde anlamlı bir etkisi var mıdır?
 - 1.5. Çoklu model uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretiminin geleneksel öğretime ve SBK temelli öğretime kıyasla öğrencilerin argümantasyon beceri düzeyleri üzerinde anlamlı bir etkisi var mıdır?
2. Öğrencilerin modelle zenginleştirilmiş SBK öğretime ilişkin görüşleri nelerdir?

1.2. Önem

NGSS, (NGSS Lead States, 2013) ve NRC (2012) model geliştirmeyi lise düzeyinde temel öğrenme bileşenlerinden biri olarak göstermektedir. Bu nedenle fen eğitimcileri,

giderek artan bir şekilde öğrencilerin fen eğitimini modeller ve modelleme etkinliği etrafında düzenlemeye çalışmaktadır (Lehrer ve Schauble, 2006a; Passmore ve Stewart, 2002; Schwarz vd., 2009; Windschitl, Thompson ve Braaten, 2008). Çünkü modelleme, kavramsal olarak güçlü bir süreçtir (Hesse, 1966; Nersessian, 2008; Manz, 2012). Konu alan içeriğinin anlaşılması, problem çözme ve düşünme süreçlerine katkısı (Lehrer ve Schauble, 2005; Wynne, Stewart ve Passmore, 2001), bilimin doğasının ve özellikle bilimsel bilginin elde edilmesindeki epistemolojik süreçlere katkısı modelleri bilimsel iletişimin güçlü birer yolu olarak görmeyi sağlamaktadır (Ünal Çoban, 2021). İlgili süreçler, olaylar veya yapılar sistemi olarak temsil edilen bir fikri gerçek dünyadaki gözlemlere karşı test etmek ve temsilin (modelin) kanıt standartlarına göre yeterliliğini değerlendirmek modellemenin genel amacı arasında yer almaktadır (Windschitl vd., 2008). Bu noktada Manz, (2012) öğrencilerin belirli modelleri alması veya kullanması şeklinde konumlandırmak yerine, modelleme etkinliğine dahil etmenin değerini vurgulamaktadır. Çünkü Peel vd., (2019) ile Zangori vd.'nin (2017) yaptıkları çalışmalarda öğrencileri modelleme gibi uygulamalara dahil etmenin, öğrencinin karmaşık konulardaki muhakeme becerilerini verimli bir şekilde etkilediğini ortaya koymuşlardır. Benzer şekilde Ke vd., (2021) bilimsel modellerin, öğrencilerin bu bilimsel bilgiyi daha geniş sosyal bağlamlarda kullanmalarına ve bilim ile sosyal faktörlerin etkileşiminin öğrencilerin karmaşık konular üzerindeki kararlarını nasıl etkileyebileceği hakkındaki akıl yürütmelerine yardımcı olduğunu savunmuştur. Derslerde modelleri ve modellemeyi bilimsel uygulamalar olarak kullanmak, öğrencilere kendi modellerini geliştirme fırsatı sunar. Bu süreç, öğrencilerin hipotez formüle etmelerine, araştırma yapmalarına, bilimsel olayları açıklamalarına ve fikirlerini iletme ve doğrulama becerilerini kullanmalarına olanak tanır (Durak ve Topçu, 2021). Ayrıca öğrencileri modelleme uygulamalarına dahil etmek, bilimsel bilgiyi oluşturma ve değerlendirme uygulamalarında alan bilgisi, epistemolojik anlayış ve uzmanlık oluşturmalarına yardımcı olmaktadır (Lehrer ve Schauble, 2006b; Lesh ve Doerr, 2000; Schwarz ve White, 2005; Stewart, Cartier ve Passmore, 2005). Bu bağlamda bilimsel modellemeye katılma fırsatı, doğal dünyaya ilişkin açıklamaların geliştirilmesinde ve değerlendirilmesinde esastır (Schwarz vd., 2009). Çünkü modelleme yoluyla, öğrenciler argümanlarını destekleyecek veriler bulurlar ve bu durum, ahlaki muhakeme ve karar verme becerilerini geliştirmek için bir temel sağlar (Demir ve Namdar, 2019). Diğer bir ifadeyle modeller hem temsiller hem de araçlar olarak hareket eder, yalnızca öğrencilerin anlamlandırmalarının ürünleri veya eserleri olarak hizmet etmekle kalmaz, aynı zamanda akıl yürütme etkinliğinin kendisini şekillendirmede kritik bir rol oynar (Forbes, Zangori ve Schwarz, 2015). Bu nedenle NRC

(2012), öğretmenlerin yalnızca modelleri ve modellemeyi doğrudan kullanmalarını değil, aynı zamanda öğrencilerin modelleme uygulamalarına öncelik veren diğer birçok fen eğitimi programlarına ve araştırma çabalarına katılmalarını önermektedir (Clement, 2000; Forbes vd., 2015; Louca ve Zacharia, 2012; Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2018; NRC, 2012; Schwarz vd., 2009). Bu öneri, fen eğitimi için çok değerlidir, çünkü belirtildiği gibi, bilimsel uygulamaları derslere entegre etmek öğrencinin bilimsel okuryazarlığını geliştirmek için önemlidir (Durak ve Topçu, 2021). Günümüze uyarlandığında modele dayalı uygulama etkinlikleri, lise öğrencilerinin SBK, özellikle virüsler gibi doğal fenomenler hakkındaki fikirlerini inşa etmede, müzakere etmede ve gözden geçirmede destek sağlayabilir (Forbes vd., 2015).

Geleneksel fen öğreniminden farklı olarak, COVID-19 gibi SBK bağlamında fen öğrenmek, genellikle aynı anda farklı fenomenleri veya sistemleri keşfetmeyi içerir, böylece öğrencilere birden fazla model geliştirme ve kullanma fırsatları sunar (Ke vd., 2021). Çoğu bilim insanı, belirli bir model çoğu zaman istenen tüm kriterleri (örneğin, genellenebilirlik, gerçekçilik, kesinlik) aynı anda karşılayamadığından, sıklıkla çeşitli modellere başvurmaktadır (Ke vd., 2021). Bu nedenle birçok fen kavramının tanımları ve açıklamaları için birden fazla modele ihtiyaç vardır. Bir olgu ne kadar soyut ve gözlemlenemez olursa, birden fazla model (örneğin atomlar ve moleküller, denge ve redoks) kullanma olasılığı o kadar yüksek olur çünkü her bir model, hedefin özelliklerinin sadece bir kısmını detaylandırır (Harrison ve Treagust, 2000). Birlikte ele alındığında, ilgili ancak farklı modellerden oluşan bir küme, ilgilenilen fenomenlerin daha eksiksiz bir şekilde anlaşılmasına katkıda bulunur (Ke vd., 2021). Bu şekilde öğrenciler, bilim insanlarının çoklu modeller arasındaki epistemolojik değiş tokuşları nasıl düşündüklerine ilişkin bir "pratik kavrayış" (Ford, 2008) geliştirebilirler. Özellikle, Ke vd. (2021) öğrencilerin farklı modellerin avantajlarını ve sınırlarını fark edebilmelerinin ve bunları fenomenleri veya sistemleri toplu olarak açıklamak için kullanabilmelerinin kritik bir değer olduğunu savunmaktadır.

Bu bilgilerden hareketle, belirtildiği gibi SBK öğreniminin öğrencileri aşağıdaki iki amaca hizmet eden çoklu modelleme faaliyetlerine dahil etmesi gerektiğini savunulmaktadır: konunun arka planındaki fenomenlerin ve sistemlerin bilimsel yönlerini anlamak ve sadece bilim boyutunu değil konunun sosyal ve politik boyutunu da dikkate alarak konunun karmaşıklığını anlamaktır. Bu nedenle bu çalışmanın doğasına uygun olarak

modelleri bu iki amaç ile uyumlu olacak şekilde sırasıyla bilimsel modeller ve sosyobilimsel modeller olmak üzere iki geniş kategoride gruplandırmak oldukça yararlıdır (Ke vd., 2021). Bu ayrımın amacı, epistemik amaçların açık hale getirilmesidir (Chinn, Buckland ve Samarapungavan, 2011). Bu çalışma öğrencilerin SBK öğrenimi bağlamında geliştirebilecekleri ve kullanabilecekleri farklı modellerden oluşmaktadır. Bu şekilde, modelleme etkinlikleri, öğrencilerin karmaşık toplumsal konulardaki müzakerelerini desteklemek için amaçlı olarak tasarlanmıştır. Literatürde çalışılan modellerin çoğu, bilimsel fenomenleri veya sistemleri açıklama ve tahmin etme işlevi gören bilimsel modellerdir. Bilimsel modeller çatısı altında, araştırmacılar tarafından modeller çok fazla kategorize edilmeye çalışılmıştır (Harrison ve Treagust, 2000; Clement, 2008). Temsili amaçlar (örneğin, diyagramlar, denklemler, grafikler), epistemik amaçlar (açıklayıcı modeller ve tahmine dayalı modeller) ve hesaplama yaklaşımları (sistem dinamiği modelleri ve matematiksel modeller) dahil olmak üzere çeşitli özelliklere dayanır (Ke vd., 2021). Sonuç olarak, farklı özelliklere sahip modellerin kullanımının aynı fenomeni temsil etme, açıklama ve tahmin etmede nasıl farklılıklar göstereceği hakkında çok az şey bilinmektedir (Ke vd., 2021). Bu çalışmada, mekanik modeller, sistem modelleri ve matematiksel/veri modelleri olmak üzere üç tür bilimsel model kullanılmıştır. Buna ek olarak Ke vd. (2021) tarafından "sosyobilimsel modeller" terimi ortaya atılmış ve bu çalışmanın amacına uygun olarak karmaşık sosyobilimsel konuları veya sistemleri göstermek, açıklamak ve tahmin etmek amacıyla sosyal faktörleri dikkate alan temsillerde sosyobilimsel modellerin kullanılmasına gerek duyulmuştur.

Literatürde de vurgulanan bu gereklilik doğrultusunda, bilimsel modelleme ile SBK'nın birbiriyle sinerji içinde çalışabileceği belirtilmektedir (Peel vd., 2019; Ke vd., 2021; Zangori vd., 2018). Bu entegrasyon, öğrencilerin her iki alandaki yeterliliklerini geliştirebilir ve bu sayede bilimsel okuryazarlıklarını da teşvik edebilir. Modelleme uygulaması ve SBK tabanlı öğretimin entegrasyonu, öğrencilerin gerçek dünya sorunlarına yönelik anlamlı ve bilimle ilgili bakış açıları geliştirmelerine olanak tanımaktadır (Peel vd., 2019; Zangori vd., 2018). Öte yandan SBK, öğrencilerin yaşamlarıyla ilgili modelleme uygulamasına katılması için anlamlı bir bağlam oluşturmaktadır (Ke vd., 2021). NGSS (2013) ve NRC (2012) gibi önemli eğitim raporları da modelleme gibi bilim ve mühendislik uygulamalarına öncelik verilmesi gerektiğinin altını çizmiştir. Ayrıca bu uygulamaların, öğrencilerin bilimsel muhakeme becerilerinin gelişimi için çok önemli olduğu kanıtlanmıştır (Peel vd., 2019; Zangori vd., 2018). Bu çalışmada biyoloji öğretim programında (2018) yer alan virüsler

konusunun bir SBK olarak COVID-19 bağlamında işlenmesi planlanmıştır. Bu doğrultuda virüslerin genel özellikleri, virüslerin sınıflandırma kategorisine alınmama nedenleri, viral hastalıkların insan sağlığı üzerine etkileri, alınacak önlemler ve bu hastalıklara karşı yapılan biyoteknolojik çalışmalara ilişkin toplumun ve bilimin rolü hakkındaki epistemik uygulamalar aracılığıyla öğrencilere rehberlik edecek öğrenme etkinlikleri “modelleme” yaklaşımı ile derslere entegre edilmiştir. Aynı zamanda COVID-19 öğrenme bağlamı olarak ele alınıp virüsler konusunda öğrenciler pandemi hakkında bilgi edinirken geliştirip kullanabilecekleri örnek modeller ortaya koyabilecekleri uygulamalar sunulmuştur.

Öğrencileri ikilemlerde bırakan (örneğin COVID-19 pandemisi) SBK öğretiminde alan bilgisinin kavratılması ile ilgili yapılan çalışmalarda modelleme etkinliklerinin nadiren kullanıldığı görülmüştür. Ayrıca öğrencilerin COVID-19 bağlamında çoklu modelleme etkinlikleriyle zenginleştirilmiş SBK öğretiminin öğrencilerin ahlaki muhakeme, epistemolojik inanç, sosyobilimsel muhakeme ve argümantasyon yeteneğine etkisini inceleyen bir çalışmaya rastlanmamıştır. SBK öğretiminin daha etkili ve çok boyutlu yansımalarının sınıf ortamına aktarılabilmesi için modellemeye dayalı etkinliklerin kullanılması ile yapılan çalışmanın literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

BÖLÜM II: KAVRAMSAL ÇERÇEVE VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

Bu çalışmanın amacı çoklu modelleme etkinlikleriyle zenginleştirilmiş COVID-19 bağlamında SBK öğretiminin lise biyoloji öğrencilerinin alan bilgisi, ahlaki muhakeme, sosyobilimsel muhakeme ve epistemolojik inançlarının gelişimine etkisini ve uygulanan öğretime ilişkin görüşlerini incelemektir. Yapılandırmacı öğrenme teorisinin ilkeleri doğrultusunda fen öğretiminin bir parçası olarak öğrencilerin birden fazla model geliştirmeleri ve kullanmaları üzerinde durulmuştur. Çalışma, SBK bağlamında birden fazla model geliştirme ve kullanma ile ilgili argümanın temelini oluşturmayı amaçlamaktadır. Bu amaç doğrultusunda öğrencilere COVID-19 bağlamında yinelemeli modelleme döngülerini kullanarak oluşturulan etkinliklerin öğretim programında yer alan kazanımlar doğrultusunda sınıf ortamında uygulanması şeklinde gerçekleştirilmiştir. Her modelleme döngüsünde, öğrenciler COVID-19 gibi tüm dünyayı etkileyen sosyobilimsel bir konuyu sınıf ortamında kullanarak bir anlam çıkarma stratejisi haline getirirler (Peel vd., 2019). Diğer bir ifadeyle öğrenciler tarafından modeller kullanılarak, ilgi duydukları olgunun nasıl ve neden meydana geldiği hakkında mevcut anlayışlarını anlamlandırabilmektedir. Öğrenme, öğrenci yeni bilgi ışığında modelin açıklayıcı gücünü sürekli kullandıkça, değerlendirdikçe ve yeniden düzenledikçe öğrenci ile model arasındaki diyalog ilişkisi aracılığıyla gerçekleşir (Gilbert, 2005; Louca ve Zacharia, 2012). Her adım, öğrencilerin düşünme ve muhakeme yeteneklerini şekillendirmelerine ve fikir ve muhakemelerini görünür kılmalarına destek olmaktadır (Forbes vd., 2015). Bu nedenle sınıf ortamlarındaki modeller, öğrencilerin kavramsal anlayış oluşturmak için kat ettikleri öğrenme yollarının fiziksel ifadeleridir (Clement, 2000; Nersessian, 2002) ve her model yinelemesi, öğrencinin zaman içinde öğrenme yolunu tanımlamak için kullanılabilecek tarihi eser görevi görür (Zangori vd., 2017). SBK öğretim yöntemleri ve değerlendirmeleri ile ilgili çalışmalar yaygın olmasına rağmen COVID-19 bağlamında SBK öğretiminin çoklu modelleme etkinlikleriyle uygulanması araştırılmamıştır. Bu çalışma birden fazla modelleme etkinlikleri kullanılarak COVID-19 bağlamında SBK öğretiminin öğrenciler üzerine etkisini araştırmak üzere tasarlanmıştır. Bu bölümde sosyobilimsel konular, model ve modelleme ile SBK-modelleme entegrasyonu olmak üzere üç bölümden oluşan literatür taraması sunulmuştur.

2.1. Sosyobilimsel Konular

İçinde bulunduğumuz yüzyılda bilim ve teknoloji hızla gelişmekte ve her gün yeni bir bilimsel gelişmeyle karşılaşmaktayız. Tıp, endüstri, astronomi ve sanayi gibi pek çok alanda

bilimin ilerleyişi ile toplum üzerindeki etkisi birbirine bağlı bir şekilde ilerlemektedir. Özellikle COVID-19 pandemisi, son dönemde tüm dünyayı ve bireylerin hayatını benzeri görülmemiş bir şekilde etkileyerek bu durumun en somut örneklerinden biri olmuştur (Ke, Sadler, Laura, Zangori ve Friedrichsen, 2020). Pandemi sürecinde, sağlık alanında gerçekleşen aşı üretimi, PCR testleri ve hızlı test kitleri, toplumu doğrudan etkileyen bilimsel gelişmeler olarak öne çıkmıştır. Bu süreçte, aşının gerekliliği, güvenilirliği ve karışıklığı gibi konular; COVID testlerinin doğruluğu ve maske takma zorunluluğu gibi ikilem yaratan meseleler geniş bir şekilde tartışılmıştır.

Bu tartışmalar, hem uzmanlar hem de toplum arasında sık sık gündeme gelmiş, görsel, yazılı ve sosyal medyada fikir ayrılıklarına yol açmıştır. Bu konular, hem bilimsel hem de sosyal boyutlarıyla bireylerin karar vermekte zorlandıkları, güncel ve toplumu ilgilendiren meseleler olarak SBK kategorisinde değerlendirilmektedir (Sadler, 2004). SBK, bilimle kavramsal, prosedürel veya teknolojik açıdan bağlantılı olmakla birlikte, toplumsal açıdan çelişkiler içeren konulardır (Kolsto, 2001; Sadler ve Zeidler, 2004). Diğer bir ifadeyle, toplumun üzerinde kesin bir yargıya varamadığı, fayda ve zarar kavramlarının ahlak, vicdan ve sosyal perspektiflerle değerlendirildiği ve bireylerin bilimsel verilerle desteklenmiş argümanlarını kullanarak tartıştıkları konular olarak da tanımlanabilir (Zeidler, Sadler, Simmons, Howes, 2005).

Ratcliffe ve Grace (2003), SBK'nın çok boyutlu bir yapıya sahip olduğunu ifade etmiş ve bu konuların içermesi gereken temel özellikleri şu şekilde sıralamıştır:

- Bilimsel bir temele dayanması,
- Bireysel veya toplumsal düzeyde fikir oluşturmayı ve seçim yapmayı gerektirmesi,
- Çoğunlukla medyada yer bulması,
- Çelişen bilimsel kanıtlar barındırması,
- Lokal, ulusal veya küresel boyutta siyasi ve sosyal içerik taşıması,
- Risklerin değerlerle etkileşimde bulunduğu maliyet-fayda analizlerini içermesi,
- Sürdürülebilir kalkınma hedeflerini barındırması,
- Ahlaki ve etik değerleri içermesi,
- Gerçek dünyayla bağlantılı güncel konular olması.

Benzer şekilde, Sadler ve Zeidler (2005b) SBK'nın özelliklerini şu şekilde tanımlamıştır:

- Doğası gereği toplum içinde anlaşmazlıklara yol açması,
- Tartışmaya açık olması,
- Sorunlu ve çözüm bekleyen bir yapıya sahip olması,
- Birden fazla perspektiften değerlendirilebilmesi,
- Hakkında basit ve kesin bir sonuca ulaşılamaması,
- Genellikle ahlaki ve etik boyutlar içermesi.

SBK, doğası gereği öğrencilere informal muhakeme yapma fırsatı sunarak, bilimsel okuryazarlığın gelişimine önemli bir katkı sağlamaktadır (Han-Tosunoğlu, 2018). Zeidler'e (2014) göre, SBK bağlamında bilimsel okuryazarlığın etkili bir şekilde gelişmesi için bu konuların şu temel özelliklere sahip olması gerekmektedir:

- Bireyi kişisel olarak ilgilendiren, tartışmalı nitelikteki konular olması ve bilinçli kararlar verebilmek için bilimsel ve delile dayalı sorgulamayı gerektirmesi,
- Öğrencilerin argümantasyon, tartışma ve diyalog süreçlerine dahil olabileceği, bilimsel kanıtların kullanıldığı sosyal tartışmaları içermesi,
- Etik bileşenlerin doğrudan veya dolaylı olarak konulara dahil edilmiş olması,
- Uzun vadeli hedefler doğrultusunda kişisel gelişime vurgu yapılması.

Bu açıklamalar doğrultusunda, SBK; bilimsel ve toplumsal temelleri olan, gerçek hayatla ilişkili, ahlaki ve etik boyutları içeren, ikilemler barındıran ve sıklıkla gündemde yer bulan, ulusal ve küresel ölçekte etkili olabilen güncel meselelerdir. SBK, bireylerin karar verme süreçlerinde bilişsel-ahlaksal, duygusal ve sosyal gelişimlerine katkı sağlamaktadır (Zeidler ve Keefer, 2003). Ayrıca, öğrencilerin aktif bir şekilde eleştirel düşüncelerine olanak tanıyarak, bir konunun toplum yaşamını ve bireyin kendi hayatını nasıl etkilediğini sorgulamalarına fırsat sunar (Kolsto, 2001; Sadler, 2004). Topçu'ya (2015) göre, SBK bir yandan bilimsel veriler ve argümanlarla desteklenirken, diğer yandan kişisel, siyasi, sosyal ve ahlaki boyutları da barındırır. Bu sebeple, yeni gelişmeler ve ortaya çıkan ikilemlerle birlikte gündemdeki yerini artırarak korumaya devam edecektir.

2.1.1. Sosyobilimsel konuların teorik temelleri

SBK hareketi, Fen-Teknoloji-Toplum hareketlerinin bizzat kendisinin de ötesine geçen bir yansımasıdır (Sadler, 2011; Zeidler ve Sadler, 2008). SBK'nın kavramsal, ilkesel ve pedagojik çerçevesi Fen-Teknoloji-Toplum hareketleri ile ilgilidir ve etik ve ahlaki boyutları ile farklılaşan SBK, bilimsel okuryazarlık kavramının bir bileşeni olarak tanımlanmıştır (Han Tosunoğlu, 2018). Her iki hareket de bilinçli karar verme, bilgiyi analiz etme, sentezleme ve değerlendirme, bilimin doğası ve etik ve ahlaki muhakemenin yanında sosyobilimsel muhakeme ve epistemolojik inançlarını da içerecek şekilde bilimsel okuryazarlığının önemini vurgular (Pedretti ve Nazir, 2011). Bu çalışmanın amacı öğrencilerin çeşitli çoklu modelleme etkinlikleriyle zenginleştirilmiş bir SBK öğretimi gerçekleştirerek öğrencilerin ahlaki muhakeme, argümantasyon yapma, epistemolojik inanç gibi becerilerine olan etkisini ortaya koymaktır. Bu doğrultuda, bu çalışmada toplumsal konuları temel alan bir öğretim yaklaşımı benimsenmiştir. Çalışmanın amacı, farklı bakış açılarını öne sürmek, aynı verilere dayalı olarak kişilerin farklı yorumlarda bulunabileceği zıt görüşleri ortaya koymak ve öğrencilerin bu ikilemler veya sorunların çözümüne yönelik eylemler hakkında düşüncelerini harekete geçirmelerini sağlamaktır. SBK, bu anlamda önemli bir bağlam oluşturur ve kritik bir role sahiptir (Yenilmez Türkoğlu, 2021). Ratcliffe ve Grace (2003)'e göre, öğrencilerin ahlaki gelişimi önemli bir eğitim hedefidir ve bu hedefi desteklemek için öğrencilerin fikirlerini başkalarıyla paylaşma fırsatına sahip oldukları tartışmalar önemli bir öğretim stratejisidir.

Ahlaki ve etik ikilemler, SBK temelli öğretim uygulamalarının bir parçası olarak kullanılabileceği gibi, bireylerin ahlaki gelişimlerinin belirlenmesinde bir araç olarak da kullanılabilir (Evren Yapıcıoğlu, 2021). Bireyin ahlaki gelişiminde söz edildiğinde ilk ele alınması gereken Kohlberg'in ve Rest'in "Ahlaki Gelişim Modeli" temel yaklaşımlarıdır. Kohlberg'in (1971) ahlaki gelişim yaklaşımının temel özelliği, Piaget'nin de vurguladığı gibi, ahlaki gelişimin bireyin bilişsel gelişimine paralel bir seyir izlemesine odaklanmasıdır. Kohlberg'e göre bireyin ulaşabileceği en yüksek ahlaki gelişim düzeyi, muhakeme sürecinde aldığı kararın evrensel geçerliliğe sahip olduğu bir seviyedir. "Evrensellik ilkesi" olarak adlandırılan bu düzeyde bireyin, "Bu davranışı kim gerçekleştirirse gerçekleştirsin yine aynı şekilde değerlendirir miydim?" ya da "Başkalarının yerinde olsaydım, bu eylemi adil olarak görebilir miydim?" gibi soruları yanıtlaması gerekir (Modgil ve Modgil, 1986). Bu süreçte birey, ahlaki yargılarını eleştirel düşünme becerileriyle destekleyerek savunabilir ve

gerekçelendirebilir. İnsanlar, neyin adil ve ahlaki olduğuna dair sezgilere sahip olup, en karmaşık insan davranışlarını dahi ahlaki yargılara tabi tutarlar. Bu sebeple, SBK bağlamında ahlaki muhakemeyi kavrayabilmek için, Kohlberg sonrası ahlaki muhakeme yaklaşımlarını dikkate almak önemlidir (Han Tosunoğlu, 2018).

Rest'in 1986 yılında, Kohlberg'in ahlaki gelişim modeline eleştirel yaklaşarak geliştirdiği 'Dört Bileşenli Ahlak Modeli' (Rest, 1986), ahlaki keşfetmek için yararlı bir çerçeve sunmaktadır. Rest, Narvaez, Bebeau ve Thoma'ya (1999) göre ahlaki sorgulama, iki temel platformda ele alınmalıdır: toplumsal yapıları içeren ahlaki sorgulama (*macromorality*) ve bireyler arasındaki farklılıklardan kaynaklanan ahlaki sorgulama (*micromorality*).

Macromorality, bireylerin toplumsal yapılar, normlar ve sosyal sistemler çerçevesinde ahlaki sorumluluklarını ve yükümlülüklerini değerlendirdiği bir platformdur. Bu bağlamda adalet, haklar ve kurallar gibi geniş kapsamlı toplumsal meseleler incelenir.

Micromorality ise bireylerin günlük yaşantılarında karşılaştıkları kişilerarası ilişkiler ve küçük ölçekli ahlaki sorunlar üzerinde yoğunlaşır. Bu platform, bireyin yakın çevresiyle etkileşimlerinde ortaya çıkan ahlaki kararlar ve bireysel etik davranışları kapsar.

Her iki platform da bireylerin ahlaki muhakeme becerilerinin farklı yönlerini geliştirmesi açısından önemlidir ve SBK öğretimi bu iki platformu dengeli bir şekilde ele almayı gerektirir. Neo-Kohlbergçi yaklaşım olarak da geçen bu bakış açısı ahlakın içerdiği bilişsel ve duyuşsal süreçler birbirinden ayrılrsa da, bileşenler içinde ve bileşenler arasında etkileşim halindedir (Fowler, Zeidler ve Sadler, 2009). Bireylerin ahlaki açıdan duyarlılıklarını ve motivasyonlarını arttırmada, ahlaki yargılarda ve muhakemelerde bulunmalarını sağlamada ve ahlaki açıdan karakter oluşumlarını şekillendirmede eğitimin çok önemli işlevleri bulunmaktadır. Fen bilimleri topluma yansıyan yönünü oluşturan birçok bilimsel ürün, keşif ve çalışma, ahlaki ve etik açıdan kaygılar taşımaktadır (Evren Yapıcıoğlu, 2021). Bu açıdan düşünüldüğünde, fen eğitimi aracılığı ile fen bilimlerinin ahlaki ve etik boyutlarının öğrenme ve öğretim uygulanmasında önemsenmesi büyük bir gerekliliktir. Bu noktada eğitimdeki hangi konular, fen bilimlerinin ahlaki ve etik boyutunu ön plana çıkarır? sorusu gündeme gelmektedir (Zeidler, 1984; Zeidler vd., 2002). Literatüre 1980'lerden bu yana damgasını vuran ve 2000 yılı itibariyle daha da genişleyerek çalışılmaya başlanan ve bu çalışmanın da ana teması olan SBK ve bu çalışmada seçilen

COVID-19 konusu bağlamında gerçekleştirilen çoklu modelleme faaliyetleri, belirtilen sorunun cevabıdır.

2.1.2. Fen bilimleri eğitiminde bir bağlam olarak sosyobilimsel konular

20. yüzyılın sonlarına doğru bilim, teknoloji ve toplum arasındaki ilişkinin doğasının farklılaşması, fen eğitimine yönelik yaklaşımları derinden etkilemiştir. Bu süreçte, bilimin yalnızca bir bilgi kaynağı olmanın ötesinde, toplumla doğrudan bağlantılı olduğu; çevre, teknoloji ve etik gibi değişkenlerin bilgi üretim sürecinde önemli bir yer tuttuğu anlaşılmıştır (Han Tosunoğlu, 2018). Bu farkındalık, fen eğitiminde yeni yaklaşımların geliştirilmesine yol açmıştır.

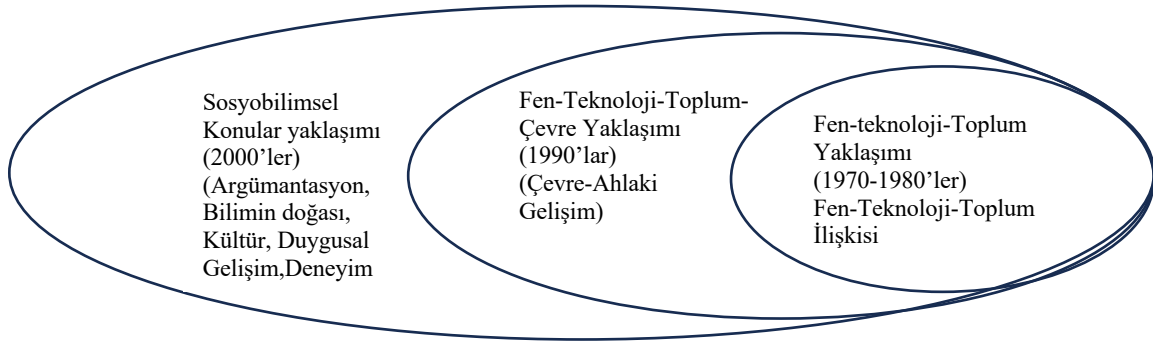
Bunlardan birincisi bir terim olarak Fen-Teknoloji-Toplum (FTT) eğitimi, 1980 yılında Kanada’da ortaya çıkmıştır ve en basit haliyle fen, teknoloji ve toplum arasındaki karşılıklı ilişkileri ifade etmektedir. Başlangıçta FTT eğitimi, fen konularını güncel gerçek dünya konuları bağlamında öğrencilere sunmayı ve böylece konuların öğrenciler için daha anlamlı hale getirilmesi amaçlanmıştır (Aikenhead, 1992, 2005). Öğrenciler için daha anlamlı bir öğrenmenin gerçekleşebilmesi için fen bilimlerinin teknoloji ve toplum içerisinde değerlendirilmesi gerektiğinin altını çizip öğrencilerin sosyal yaşamları içerisinde fen ve teknoloji arasındaki ilişkinin açık bir şekilde vurgulanması gerektiği belirtilmiştir (Zeidler ve Keefer, 2003). 20. yüzyılın sonlarında bilim eğitimi alanında, FTT yaklaşımları, güncel sorunlarla bilimsel bilgiyi ilişkilendirme ihtiyacından doğmuştur. Aikenhead (1992), fen derslerine güncel bir sorunla başlamayı ve bu sorun hakkında bilinçli bir karar verirken fen ve teknoloji bilgisini kullanmayı FTT yaklaşımının temel hedefleri arasında tanımlamıştır. Aikenhead’in (1994) açıklamasına göre, FTT öğretimi; teknolojik araçlar, süreçler veya uzmanlıklar, teknoloji ve toplum arasındaki etkileşimler, bilim ve teknolojiyle ilgili toplumsal sorunlar, sosyobilimsel içerikler ve bilimsel-teknolojik toplumlara yönelik felsefi, tarihi ve sosyal sorunları kapsamaktadır.

Bu yaklaşımın temel amacı, öğrencilerin fen, teknoloji ve toplum arasındaki etkileşimleri anlamalarını sağlamak, bilimsel ve teknolojik boyutu olan sosyal konularda bilinçli kararlar verebilme becerilerini geliştirmek (Bybee, 1985) ve aynı zamanda bilim felsefesi, tarihi ve sosyolojisine dair anlayışlarını zenginleştirmek olmuştur (Yager, 2007). Ancak, FTT yaklaşımı eleştirilere maruz kalmıştır. Örneğin, Shamos (1995), FTT’nin ele aldığı konuların (örneğin nükleer enerji, küresel ısınma) öğrencilerde yeterli ilgi ve heyecan

uyandırmadığını, çünkü bu yaklaşımların öğrencilerin günlük yaşam deneyimlerini göz ardı ettiğini ifade etmiştir. Ayrıca, Sadler ve Zeidler (2005), FTT'nin sosyal konulardaki etik ve ahlaki ikilemlere yeterince vurgu yapmadığını eleştirmiştir.

Bu eleştiriler, FTT'nin daha geniş bir perspektifle yeniden ele alınmasını ve Fen-Teknoloji-Toplum ve Çevre (FTTÇ) yaklaşımının geliştirilmesini sağlamıştır. Pedretti'ye (2003) göre, FTTÇ yaklaşımı, bilim ve teknolojiyi sosyal ve çevresel konularla birleştirerek bilinçli, eleştirel düşünebilen, bilimsel etik ikilemleri anlayabilen ve bilim okuryazarı bireyler yetiştirmeyi hedeflemiştir. FTTÇ, toplumun karşı karşıya olduğu tartışmalı bilimsel ve etik ikilemlere odaklanmıştır. Ancak, bu yaklaşımın pedagojik boyutlarına yeterince vurgu yapılmadığı ifade edilmiştir. Zeidler (2005), birçok fen eğitimcisinin FTT ve FTTÇ yaklaşımları arasında büyük farklar olmadığını düşündüğünü belirtmiştir. Sonuç olarak, FTT ve FTTÇ yaklaşımları, fen eğitiminin toplumla daha ilişkili hale getirilmesini ve öğrencilerin bilimsel düşünme, etik sorgulama ve bilinçli karar verme becerilerini geliştirmeyi amaçlamaktadır. Ancak, bu yaklaşımların daha fazla pedagojik derinlik ve öğrencilerin günlük deneyimlerine daha fazla vurgu yapacak şekilde geliştirilmesi gerektiği açıktır.

FTT hareketleri, fen eğitiminde bir 'megatrend' olarak adlandırılmaktadır (Yager, 1993: akt. Wegerif, Mansour, 2010). Bu hareketlerin fen eğitime etkilerinin araştırıldığı kapsamlı, uluslararası bir araştırmada, bilimsel düşüncelerin anlaşılmasında ve bilime yönelik olumlu tutum geliştirmede anlamlı etkilerinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Bennett, Lubben ve Hogarth, 2007). Ancak bu hareket, yapılan önemli destekleme ve girişimlere rağmen geniş kitlelere ulaşmada yeterince ilerleme gösterememiştir. Ayrıca FTTÇ eğitimi çok sayıda bakış açısı, söylem ve pedagojik yaklaşımı barındıran çatı bir terim olması nedeniyle eleştirilere maruz kalmıştır (Pedretti ve Nazir, 2011). Bu eleştiriler arasında, konuların günlük yaşamla bağlantılı olmayışı, etik ikilemlere yeterince yer verilmeyişi ve gerekçeli argüman oluşturma ve bilimin doğası unsurlarına değinilmemesi sayılabilir (Zeidler vd., 2005). Bu noktada literatürden de anlaşılacağı üzere FTT ve FTTÇ yaklaşımları ile ilgili eleştirilerin artması üzerine bu endişeleri gidermek için, fen bilimleri eğitimi araştırmacıları 'sosyobilimsel konular' adında yeni bir yaklaşım önerdi (Topçu, 2019).



Şekil 2.1. Fen-teknoloji-toplum temelli yaklaşımlar

Klonlama, kök hücre, genom projesi, küresel ısınma ve alternatif enerji kaynakları gibi konuları içeren SBK özellikle 2000'li yıllarda araştırmacıların büyük ölçüde dikkatini çekmeye başladı (Topçu, 2019). Literatürde, FTT yaklaşımının geliştirilmesi ve yeniden yapılandırılması sonucu ortaya çıkan SBK yaklaşımı, bilim ve toplum arasındaki ilişkinin farkındalığını artırmayı hedeflerken, aynı zamanda etik değerler açısından bireylerin entelektüel gelişimine katkı sağlamayı amaçlamaktadır (Zeidler, 2005). SBK, bilimsel okuryazarlığa ulaşmak için etkili bir bağlam sunmakta ve bu bağlamda öğrencilerin bilimsel bilgi ve argümanlarını gerçek dünya sorunlarıyla ilişkilendirmelerini desteklemektedir (Han Tosunoğlu, 2018).

Bu doğrultuda yapılan araştırmalar, SBK'nın öğrenciler için motive edici bir öğrenme ortamı sunduğunu göstermektedir. Örneğin Aikenhead (2006) ve Ratcliffe ve Grace (2003) tarafından yapılan çalışmalarda, öğrencilerin günlük hayatlarında karşılaşılabilecekleri gerçek ve güncel konulara ilgi duydukları bu tür konuların öğrencilerde öğrenme isteğini artırdığı tespit edilmiştir. Bu çalışmalar aynı zamanda SBK'nın, yalnızca öğrencilerin fen ve bilimle ilgilenmelerini değil, aynı zamanda bu bilgiyi sosyal, etik ve çevresel bağlamlarda kullanmalarını sağlayarak onların eleştirel düşünme, etik sorgulama ve bilinçli karar verme becerilerini geliştirdiğini ortaya koymaktadır.

Özetle SBK öğretiminin odak noktası, öğrencilerin günlük yaşamlarında karşılaştıkları tartışmalı konuların bilimsel, sosyal ve ahlaki boyutlarını keşfetmelerini sağlamaktır. Böylece öğrenciler, gerçek yaşam sorunlarını anlamak ve çözüm yolları geliştirmek için bilimsel bilgi ve etik değerleri bir arada kullanarak daha bütünsel bir bakış açısı kazanır. Bu yaklaşım, öğrencilerin yalnızca bilgi sahibi olmalarını değil, aynı zamanda toplumsal konular karşısında duyarlı ve sorumluluk sahibi bireyler olarak yetişmelerini de desteklemektedir. Hofstein, Eilks ve Bybee (2011), öğrencilerin gerçek yaşamlarıyla

ilişkisiz içerikler ve pedagojik yaklaşımlar üzerine kurulu bir eğitimden geçmelerinin, okul başarısızlıklarının temel nedenlerinden biri olduğunu belirtmektedir. Bu doğrultuda, SBK, öğrencilere ilgi çekici, kişisel olarak anlamlı (Zeidler ve Nichols, 2009) ve gerçek dünyayla bağlantılı güncel fen içeriği sunması açısından zengin bir öğrenme bağlamı sunar. SBK, yalnızca öğrencilere bilimsel bilgi kazandırmakla kalmaz, aynı zamanda değerlendirme, analiz, karar verme ve iş birliği gibi bilimsel okuryazarlığı destekleyen becerilerin gelişimini de teşvik eder (Ekborg, Ottander, Silver ve Simon, 2013).

SBK'nın fen eğitimine entegrasyonu, öğrencilerin fen bilgisini günlük yaşam bağlamlarında kullanabilmelerini sağlamaktadır. Bu, onların bilimsel ve toplumsal sorunlara duyarlı bireyler olmalarına katkı sunar. Yapıcıoğlu ve Kaptan (2018) da fen eğitimi aracılığıyla öğrencilerin SBK'da deneyim kazanmalarının, onların gelecekte toplumun birer bireyi olarak karar verme süreçlerinde ihtiyaç duyacakları becerileri etkin bir şekilde kullanmalarını desteklediğini vurgulamıştır. Bu doğrultuda özetle SBK öğretimi; gerçek hayat sorunlarıyla bağlantı kurarak öğrencilerin derslere olan ilgisini artırmakta, onları aktif öğrenmeye teşvik etmekte ve eleştirel düşünme becerilerini geliştirmektedir. Aynı zamanda, SBK öğretimi aracılığıyla öğrenciler, bilimsel bilginin yalnızca sınıfta öğrenilen bir içerik olmadığını, aynı zamanda toplumsal sorunların çözümünde kullanılabilecek önemli bir araç olduğunu deneyimlemektedirler.

2.1.3. Sosyobilimsel konular ve öğretimi

Alan bilgisinden farklı ve hem psikoloji hem de sosyoloji gibi çeşitli disiplinlerden beslenen SBK'nın etkili bir şekilde sınıf içine aktarılması için bu konulara özgü bir öğretim sürecinin planlanması gereklidir (Han Tosunoğlu, 2018). SBK'nın sınıfa entegre edilmesindeki temel amaç, bilim temelli güncel durumlara odaklanarak, bilimin toplumdan kopmadan toplumdaki rolünü vurgulamak, akademik disiplinler arasındaki ilişkileri ön plana çıkarmak ve gelecekte karşılaşılabilecek durumları ele almaktır (Driver, Newton ve Osborne, 2000; Kolsto, 2001; Sadler, 2004a). Bu yaklaşım, sorumluluk sahibi bireyler yetiştirmek için önemli bir araç olarak görülmektedir.

Bu amaç doğrultusunda, literatürde SBK öğretimini sınıf ortamına taşımayı hedefleyen birçok model ve yaklaşım geliştirilmiştir. Örneğin, Eilks (2015) tarafından önerilen yaklaşımlar, SBK'yı fen eğitimiyle ilişkilendirirken, Zeidler, Applebaum ve Sadler (2011), öğrencilerin etik ve bilimsel karar verme süreçlerini desteklemeyi amaçlamışlardır. Saunders

ve Rennie (2013) ise SBK'yı sınıf içinde uygulamaya yönelik daha kapsamlı modeller geliştirmiştir. Presley ve arkadaşları (2013) ve Sadler, Foulk ve Friedrichsen (2017) tarafından geliştirilen yaklaşımlar ise öğrencilerin eleştirel düşünme ve argümantasyon becerilerini geliştirmeye yönelik pedagojik yöntemler sunmaktadır. Bu modeller ve yaklaşımlar, SBK'nın öğrencilerin bilimsel okuryazarlık becerilerini geliştirmesi, bilimsel bilgiyi sosyal ve etik bağlamlarla ilişkilendirmesi ve toplumsal sorunlara duyarlı bireyler yetiştirme hedefleriyle uyum içindedir. SBK'nın sınıf ortamına entegre edilmesi, öğrencilerin güncel konularla bağlantı kurmasını ve bu konular hakkında derinlemesine düşüncelerine yardımcı olarak öğrenme sürecini zenginleştirmektedir.

SBK öğrenme ve öğretme modelleri kapsamında ilk önemli çalışmayı ortaya koyan Ratcliffe (1997), İngiltere'de 15 yaşındaki ortaöğretim öğrencilerinin bilimle ilgili toplumsal konular hakkında karar verirken kullandığı bilgi, beceri ve değerleri araştırmıştır. Çalışma, karar verme sürecinin çok boyutlu yapısının karmaşık bir süreç oluşturduğunu ortaya koymuştur. Ratcliffe, karar verme sürecinin temel özelliklerini şu şekilde belirlemiştir:

- Problemin mantıklı bir şekilde analiz edilmesi için yöntemin anlaşılması,
- Konunun gündeme getirdiği endişelerin ve değerlerin açıklığa kavuşturulması,
- Bilimsel kanıtların karar vermeye nasıl yardımcı olabileceğinin bilinmesi,
- Konuyu tartışmak için motivasyonun olması,
- Konuyla ilgili farklı bakış açıları olduğunun kabul edilmesi ve bunlara saygı duyulması.

Ratcliffe (1997), bu bulgulara dayanarak, literatürde yer alan diğer karar verme modellerinden de yararlanarak altı basamaklı bilinçli karar verme modelini geliştirmiştir. Model, öncelikli olarak pilot bir çalışmada test edilmiş ve birkaç düzenleme ile son halini almıştır. Modelin basamakları şu şekildedir:

1. **SBK hakkında olası alternatif eylem planlarının belirlenmesi:** Konuyla ilgili farklı çözümler veya yolların tanımlanması,
2. **Alternatif eylem planlarının karşılaştırılması için kriter geliştirilmesi:** Karar vermede kullanılacak ölçütlerin belirlenmesi,
3. **Seçilen kriterler için bilimsel bilgi veya kanıtların belirlenmesi:** Her kriterin desteklenmesi için gerekli olan bilimsel verilerin tespiti,

4. **Kriterlere göre her alternatif eylem planının avantaj ve dezavantajlarının belirlenmesi:** Alternatiflerin güçlü ve zayıf yönlerinin değerlendirilmesi,
5. **Yapılan değerlendirme sonucunda karar verilmesi:** Tüm kriterler ve kanıtlar ışığında bir çözümün seçilmesi,
6. **Karar verme sürecinin gözden geçirilmesi ve sürecin olası iyileştirmelerinin belirlenmesi:** Sürecin değerlendirilmesi ve daha iyi bir sonuca ulaşmak için geliştirilmesi.

Ratcliffe (1997), bu modeli öğrencilerin SBK hakkında karar verme süreçlerinin doğasını anlamak ve bu süreci etkileyen faktörleri belirlemek amacıyla kullanmıştır. Çalışmasının sonucunda, öğrencilerin bilinçli kararlar verebilmeleri için öncelikle karar verme sürecini anlamalarının ve bilimsel bilginin bu süreci nasıl etkilediğini fark etmelerinin son derece önemli olduğu sonucuna ulaşmıştır. Bu model, öğrencilerin eleştirel düşünme ve bilinçli karar verme becerilerini geliştirmede etkili bir araç olarak değerlendirilmektedir.

SBK öğretiminde kullanılabilecek bir diğer model, Dawson (2001) tarafından geliştirilen ve "Bioetik Model" olarak adlandırılan yaklaşımdır. Bu modelin merkezinde, karar verme süreci yer almakta olup, öğrencilerin etik muhakeme becerilerini geliştirmeye yönelik olarak tasarlanmıştır. Dawson'ın modeli beş temel aşamadan oluşmaktadır:

1. **Gözlem:**

Bu aşama, öğrencilerin sosyobilimsel konuya dair bilgi ve içeriklerle tanıştırıldığı bölümdür. Öğretmenin burada temel rolü, öğrencilere zengin ve ilgi çekici bilgiler sunarak onların motivasyonlarını artırmaktır. Sunulan içerik, öğrencilerin konu hakkında bilgi edinmelerini sağlarken aynı zamanda düşünmeye teşvik etmelidir.

2. **Soru/Hipotez:**

Öğrenciler ya da öğretmen, gözlem aşamasındaki bilgileri temel alarak konuya dair sorular veya hipotezler üretir. Bu sorular, öğrencilerin sorgulama ve eleştirel düşünme becerilerini tetikleyen nitelikte olmalıdır.

3. **Bilgi Toplama:** Öğrenciler, konuyla ilgili bilimsel kanıtları ve gerekçeleri toplar. Bu aşamada öğretmen, öğrencilere doğru, nesnel ve dengeli bilgiler sağlamalıdır. Aynı zamanda tartışılan konuyla ilgili kaynaklar sunulmalı ve öğrencilerin güvenilir bilgilere ulaşmasına rehberlik edilmelidir.

4. **Analiz ve Etik Muhakeme:** Öğrenciler, topladıkları bilgiler ışığında konuyu değerlendirir ve etik muhakeme sürecine girer. Bu süreç, Beauchamp ve Childress (1994) tarafından tanımlanan dört temel bioetik ilkeye dayanır:

- **Özerklik:** Bireyin kendi haklarını gözeterek özgürce karar vermesini ifade eder.
- **İyilik:** Alınan kararın birey ve toplum açısından sağladığı faydanın önceliklendirilmesini içerir.
- **Zarar Vermemek:** İyilik ilkesiyle bağlantılı olarak, alınan kararın zararlarını en aza indirmeyi amaçlar.
- **Adalet:** Kararın kişisel hakların, risklerin ve yararların eşit şekilde dağıtılmasını sağlamasına odaklanır.

Bu aşamada öğrenciler, alternatif çözüm yollarını değerlendirerek etik ilkeler doğrultusunda muhakeme yapar.

5. **Karar ve Çözümün Açıklanması:** Öğrenciler, sürecin sonunda alternatiflerden birini seçerek bir karara ve çözüme ulaşır. Bu aşamada, öğrencilerin karar verme sürecinde farklı perspektiflerin olabileceğini, tek bir doğru cevabın olmadığını ve herkesin aynı fikirde olmayabileceğini deneyimlemesi önemlidir.

Dawson'ın Bioetik Modeli, öğrencilerin hem bilimsel hem de etik boyutları dikkate alarak karar verme becerilerini geliştirmelerini hedefler. Öğretmenin süreçteki rehberliği, doğru bilgi sunması ve öğrencilerin tartışmaya aktif bir şekilde katılımını sağlaması, modelin başarısı için kritik öneme sahiptir. Bu model, öğrencilerin bireysel muhakeme becerilerini güçlendirirken aynı zamanda SBK'nın çok boyutlu doğasını anlamalarına olanak tanır.

Levinson (2013), ortaöğretim seviyesinde kullanılmak üzere geliştirdiği modelle, SBK öğretiminde epistemolojik temaları merkezine almıştır. Levinson'un modeli, adım adım takip edilen geleneksel öğretim yaklaşımlarından farklı olarak, SBK öğretiminde öğretmenlerin dikkate alması gereken önemli kategorilere odaklanmaktadır. Bu modelin temel amacı, SBK öğretimi için kavramsal bir temel oluşturmak ve epistemolojik bir çerçeve sunmaktır. Modelin temel unsurları şöyledir:

1. *SBK kategorileri*, Levinson ve McLaughlin (2003) tarafından belirlenen tartışma kategorilerini, sosyal boyutların ve kanıtların rolünü ekleyerek dokuz ayrı kategoriye genişletmiştir. Bu kategoriler, tartışmaların epistemolojik derinliğini ve kanıt kullanımını temel alarak derecelendirilmiştir.

‘1’ Kategorisi: Kanıt kullanarak doğrulama ve yanlışlama sürecini temsil eder. Bu, tartışmada bilimsel kanıtların belirleyici bir rol oynadığı durumları ifade eder.

‘9’ Kategorisi: Farklı inanç ve değerlerden beslenen, ancak birbirine uyumlu olmayan fikirlerin teorik çerçevede birbiriyle ilişkilendirilmediği durumları ifade eder. Bu, tartışmaların daha soyut ve karmaşık bir epistemolojik düzeyi yansıtır. Bu kategoriler, öğrencilerin tartışmalar sırasında kanıtları nasıl kullandığını ve fikirlerini ne ölçüde değiştirdiğini değerlendirmek için bir rehber işlevi görmektedir.

2. *İletişim nitelikleri*, Levinson (2013), SBK öğretiminde tartışmanın, farklılıkları ortaya koymanın ve konunun derinlemesine incelenmesinin en iyi yolunun etkili bir iletişim süreci olduğunu vurgulamaktadır. Bu bağlamda, tartışma sürecinde öğretmenlerin ve öğrencilerin kullanması gereken iletişim araçlarını tanımlamıştır:

- Sabır
- Tolerans
- Farklılıklara saygı
- Dikkatli dinleme
- Açık fikirlilik
- Kendini dürüst bir şekilde ifade etme
- Kabul edilen prosedürlere uyma
- İfade özgürlüğü
- Eşitlik

Bu iletişim araçları, SBK tartışmalarında demokratik bir atmosfer yaratmayı ve öğrencilerin fikirlerini rahatça ifade etmelerini sağlamayı amaçlamaktadır.

3. *Düşünme biçimleri* Levinson (2013), SBK tartışmalarında iki temel düşünme biçimini ele almıştır:

Anlatı Modu: Öğrencilerin kişisel deneyimlerini, değerlerini ve inançlarını ifade etmesine olanak tanır.

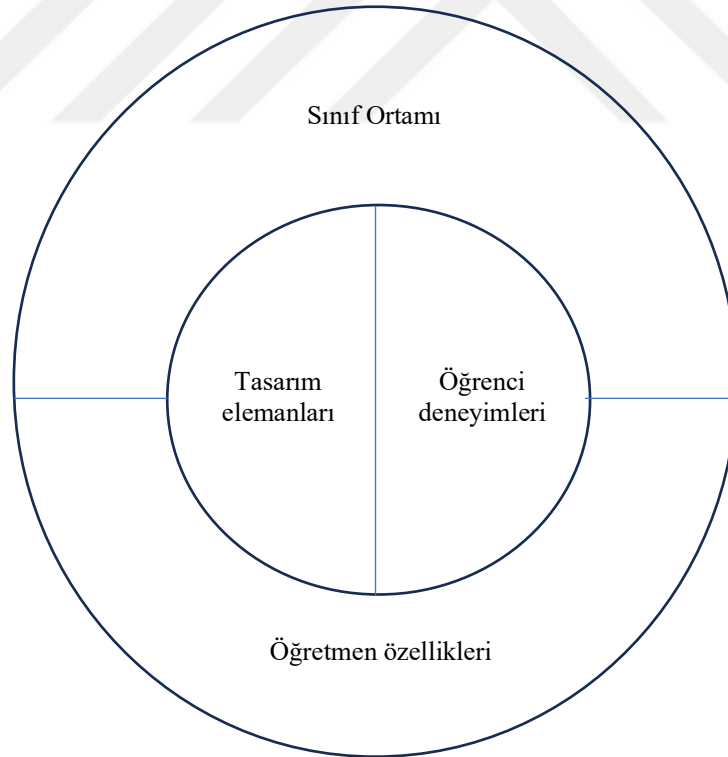
Mantıksal-Bilimsel Mod: Tartışmaların bilimsel temellere dayandırılmasını ve objektif bir çerçevede değerlendirilmesini sağlar. Bu iki düşünme biçimi, tartışma sürecinde birbirine entegre olarak kullanılmakta ve öğrencilerin hem kişisel hem de bilimsel perspektiflerden konuları değerlendirmelerine olanak tanımaktadır.

Modelin amacı ve katkısı ise SBK öğretimi için öğretmenlerin odaklanması gereken noktaları ve pedagojik öncelikleri vurgulamaktır. Model, öğretmenlere SBK tartışmalarının epistemolojik derinliğini artırmak ve tartışmaların iletişimsel niteliğini geliştirmek için yol göstermektedir. Öğrencilerin epistemolojik farkındalıklarını artırmayı ve tartışmalar sırasında kanıt kullanımını geliştirmeyi amaçlayan bu model, SBK öğretiminde öğretmen rehberliğini epistemolojik bir çerçeve ile birleştirmektedir. Bu yaklaşım, öğrencilerin bilimsel bilgiye dayalı düşünme becerilerini geliştirmesine ve aynı zamanda sosyal ve etik boyutları da göz önünde bulundurarak tartışmalara katılmasına olanak tanır. Böylece, SBK öğretiminde ele alınan konuların hem bilimsel hem de toplumsal yönleri derinlemesine incelenebilir.

Eilks'in (2010) önerdiği yaklaşım ise, SBK öğretiminde öğretmenlere rehberlik eden net bir çerçeve sunmaktadır. Bu model, çeşitli ders planlarının geliştirilmesine dayanmaktadır ve SBK'nın belirlenmesi, bilimsel bilginin açıklığa kavuşturulması, SBK'nın tartışılması, rol yapma etkinlikleri ve sonuçların değerlendirilmesi gibi aşamaları içermektedir. İlk olarak, ele alınacak konu öğrencilere güncel medya araçları aracılığıyla tanıtılır ve farklı stratejilerle konunun önemine ve gerçekliğine vurgu yapılır. Bu süreçte öğretmen, öğrencilerin SBK'nın temelindeki bilimsel kavramları anlamalarını destekler. Bilimsel bilgiler netleştirildikten sonra öğrenciler yeniden SBK'ya yönelir ve sorunu hem sosyal hem de bilimsel boyutlarıyla bütüncül bir şekilde inceler. Öğretmen, öğrencilerin konu hakkında tartışabilecekleri belirli roller üstlenmesini sağlar. Örneğin, bir öğrenci televizyon programında tüketici haklarını savunan bir temsilci ya da bir konuşmacı rolünde olabilir. Bu süreç, öğrencilerin toplumsal tartışmalara dair farkındalık kazanmalarını hedeflemektedir. Son aşamada öğrenciler, SBK ile ilgili edindikleri deneyimlere ve öğrenilen bilimsel kavramlara dair düşüncelerini paylaşmaya teşvik edilir. Modelin güçlü yönleri, kolay uygulanabilir ve sade bir yapıya sahip olmasıdır; ancak sınırlı esnekliği ve öğretim sürecinin katı olması zayıf yönleri arasında yer almaktadır.

Sadler'in (2011) SBK öğretim modeli, öğrenci deneyimlerini ve tasarım unsurlarını merkeze alırken, sınıf ortamını ve öğretmen niteliklerini dışsal faktörler olarak ele

almaktadır. Öğrenci deneyimleri, süreç boyunca öğrencilere sunulması gereken fırsatlar olarak tanımlanabilir ve muhakeme yapma, karar verme, argümantasyon geliştirme ve toplumsal boyutları tartışma gibi etkinlikleri içerir. Tasarım unsurları ise SBK öğretiminin etkili olabilmesi için dikkat edilmesi gereken temel öğelerdir. Bu unsurlar arasında ilgi çekici bir konu etrafında öğretim sürecinin planlanması, ana konunun belirlenip aktarılması, üst düzey düşünme becerilerinin kullanılmasını teşvik etme ve süreci tamamlayıcı deneyimlerin sağlanması bulunmaktadır. Öğretmen nitelikleri ise etkili bir SBK öğretimi için öğretmenlerin sahip olması gereken farkındalık ve tutumları ifade eder. Bu bağlamda, bir öğretmenin SBK ile ilgili bilgi sahibi olması, bilgi eksikliklerini kabul edebilmesi, tartışma süreçlerinde aktif rol almayı istemesi ve bu sürece olumlu katkıda bulunması beklenmektedir. Sınıf ortamının özellikleri ise etkili SBK öğretiminin gerçekleşmesi için uygun bir öğrenme ortamının nasıl olması gerektiğini tanımlamaktadır. Bu özellikler arasında öğrencilerin aktif katılımı, işbirlikçi ve etkileşimli bir öğrenme ortamının sağlanması, öğretmen ve öğrenciler arasında karşılıklı saygının bulunması ve her iki tarafın kendini güvende ve rahat hissedebileceği bir sınıf ortamı yer almaktadır (Sadler, 2011).

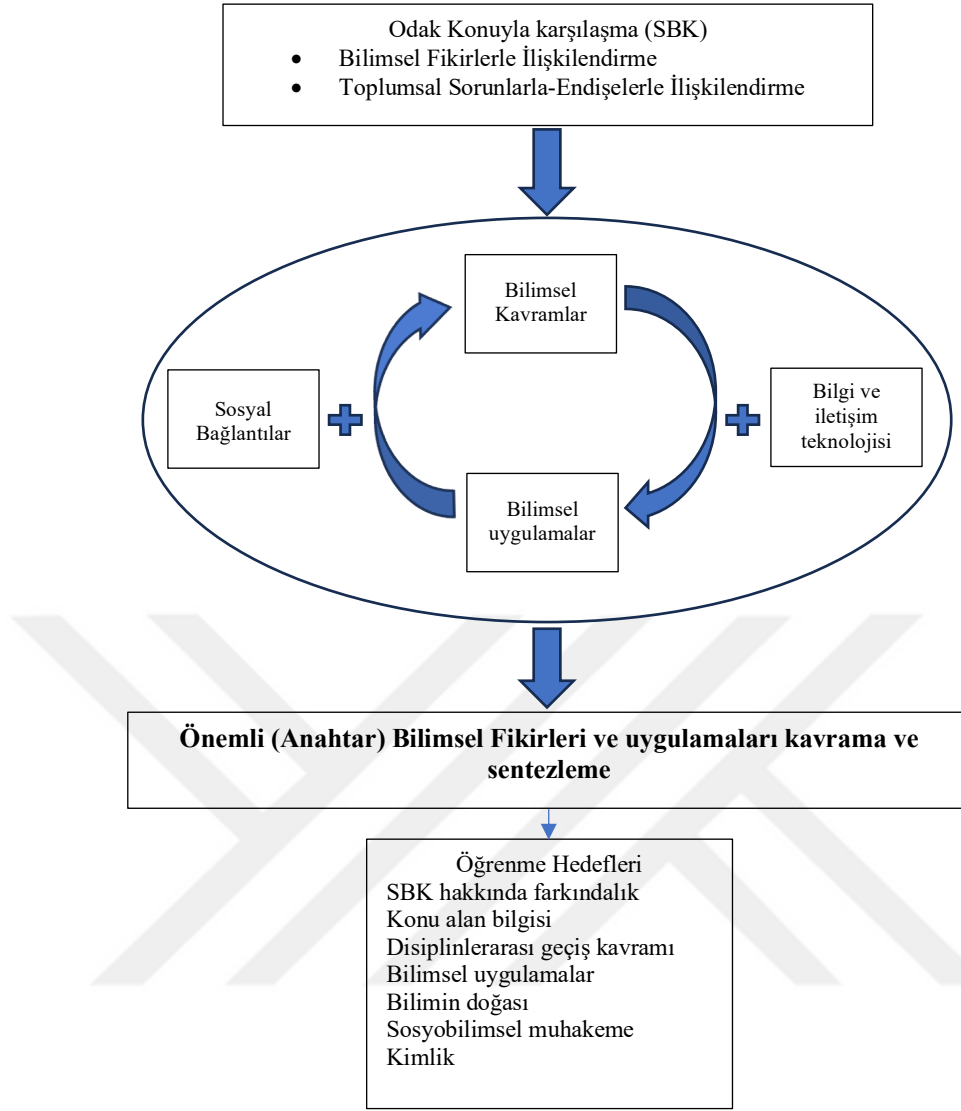


Şekil 2.2. Sadler (2011) SBK öğretim çerçevesi

Presley vd., (2013), Sadler'in (2011) modelinden farklı olarak, tasarım unsurlarını, öğretmen özelliklerini ve öğrenci deneyimlerini merkeze almıştır. Bu modelde sınıf ortamının özellikleri, bu unsurların tamamını kapsayıcı bir nitelik taşımaktadır. Presley vd. (2013), modellerine yeni bir bileşen ekleyerek SBK öğretim sürecini etkileyen dış faktörleri de ele almışlardır. Tasarım unsurları, öğrenci deneyimleri ve sınıf ortamı özellikleri açısından Sadler'in (2011) çerçevesine bağlı kalan bu model, öğretmen özellikleriyle ilgili olarak yalnızca bir ekleme yapmıştır. Buna göre, SBK öğretimini gerçekleştirecek öğretmenlerin sınıf ortamında karşılaşabilecekleri belirsizliklerle başa çıkmaya istekli olmaları gerektiği vurgulanmıştır.

Dış faktörler bileşeni, SBK öğretimini etkileyen ve okul, okulun bulunduğu bölge ile ulusal öğretim programı geliştiricilerden kaynaklanan unsurları kapsamaktadır. Bu bağlamda, SBK öğretimini desteklemek ve teşvik etmek için öğretmenlere gerekli desteğin sağlanması, SBK materyallerine erişim imkânı sunulması, SBK'nın sınıfa entegre edilebilmesi için esnek bir öğretim programının olması gerektiği belirtilmiştir. Ayrıca, öğretmenlerin SBK konularını sınıfa taşıırken bölgesel konuları dikkate almaları ve bu konuların farkında olmaları gerektiği ifade edilmiştir. Bölgesel düzeyde SBK öğretimine yönelik ortaya çıkabilecek kaygı ve endişelerle başa çıkabilmek için stratejiler geliştirilmesi ve SBK öğretimiyle öğretim programındaki kazanımlar arasında bağlantılar kurulması da modelde yer alan önemli unsurlar arasında sayılmıştır (Presley vd., 2013).

Friedrichsen vd. (2016), Sadler (2011) ve Presley vd. (2013) tarafından geliştirilen ve güncellenen son SBK modeli Şekil 2.3'te gösterilmiştir. Bu öğretim modelinin önceki öğretim modelleriyle aynı ana fikri taşıdığı sadece bazı kısımların eklenerek daha güncel bir hale getirildiği görülmektedir (Topçu, 2019). Fen eğitiminin üç boyutlu öğrenme yaklaşımıyla ilerletilmesini hedefleyen reform girişimi, SBK öğretim çerçevesini öğretim süreçlerinin planlanması ve uygulanmasında daha işlevsel bir hale getirmeyi amaçlamaktadır. Bu yeni modelde belirtilen boyutlar şu şekildedir: fen bilimleri konu alan bilgisi, fen-mühendislik uygulamaları ve disiplinler arası kavramlar. Modelde bu üç boyutun sosyobilimsel muhakemeyle ilişkilendirildiği ve öğrenme çıktılarına bu üç boyutun yansıtıldığı görülmektedir (Topçu, 2019).



Şekil 2.3. Güncellenmiş sosyobilimsel konular öğretim ve öğrenme modeli
(Sadler, Foulk ve Friedrichsen (2017))

Sadler'ın (2011) çalışmasıyla başlayan ve Friedrichsen vd.'nin (2016) çalışmasıyla günümüzdeki formuna ulaşan SBK öğretim çerçevesi, diğer modellerden farklı olarak üç boyutun sosyobilimsel muhakeme ile ilişkilendirilmesini sağlamış, bu boyutların öğrenme çıktılarına yansıtıldığı ve SBK öğretimi için gerekli temel bileşenleri içeren, farklı bağlamlara uygulanabilen bir yapı sunmuştur.

Eğer fen eğitiminin öğrencilerin günlük yaşamlarıyla daha anlamlı ve yakın bir ilişki kurması isteniyorsa, fen eğitimcilerinin öncelikli olarak öğrencilerin çevresine odaklanan yerel SBK'yı seçmesi gerekmektedir (Sadler, 2004). SBK'nın eğitimde kullanılması, öğrencilerin tartışmacı düşünme, karar verme ve bilimin doğasını anlama gibi üst düzey düşünme becerilerini geliştirmelerine yardımcı olurken, konuların farklı boyutları arasındaki

karmaşık ilişkileri anlamalarını da sağlamaktadır (Evagorou, Güven ve Muğaloğlu, 2014). SBK öğretimi, literatürde öğrencilerin bilimsel kavramlarla bağlantı kurarken tartışma, eleştirel düşünme ve karar verme süreçlerine aktif olarak katıldığı bir süreç olarak tanımlanmaktadır (Klosterman ve Sadler, 2010). Bunun yanı sıra, delile dayalı muhakeme yapmayı, farklı bakış açılarını fark ederek analiz etmeyi ve değerlendirmeyi mümkün kılan sosyal problemlere dikkat çekmeyi amaçlamaktadır (Sadler, Romine ve Topçu, 2016). Literatürdeki tartışmalar, SBK öğretiminin birçok yönüyle ilerlemeci paradigma ile uyumlu olduğunu göstermektedir (Zeidler, Applebaum ve Sadler, 2011). Toplumsal meseleleri temel alan bir öğretim yaklaşımı; farklı görüşleri ortaya koymak, aynı verilere dayalı olarak farklı yorumlamaların nasıl zıt görüşlere yol açabileceğini göstermek ve öğrencilerin ikilem ya da sorunlara ilişkin çözüm önerileri geliştirmelerini sağlamak yoluyla gerçekleştirilebilir (McCan-Sherman, 1999).

SBK öğretiminde belirli bir yöntem olmamakla birlikte, bu konuların öğretiminde ortak görüşlerin bulunduğu literatürdeki çalışmalardan anlaşılmaktadır. Örneğin, Saunders ve Rennie (2013) SBK öğretiminin didaktik ve öğretmen odaklı bir yaklaşımla yapılamayacağını, öğretim sürecindeki akıl yürütmenin ise tek bir doğru karar vermekten ziyade, farklı bakış açılarını fark etmeye odaklanması gerektiğini vurgulamaktadır. Bu düşünceler, SBK öğretimine dair temel ortak fikirler arasında yer almaktadır. SBK öğretiminde kullanılan farklı stratejiler literatürde geniş bir yelpazede ele alınmıştır. Rol oynama, senaryolar, tartışmalar, grup çalışmaları, sunumlar ve raporlar bu stratejilerden bazılarıdır (Saunders ve Rennie, 2013). Özellikle SBK öğretiminde, argümantasyon sıkça başvurulan yöntemlerden biridir (Dawson ve Venville, 2013; Lin ve Mintzes, 2010). Zeidler ve Nichols (2009), bilimsel temele dayalı ahlaki ve etik durumlar içeren SBK'nın öğretiminde, argümantasyon ya da problem senaryoları yoluyla öğrencilerin tartışma ve karar verme süreçlerini geliştirmeye yönelik iki alternatif yaklaşımı tanımlamaktadır.

Settelmaier (2003), ortaokul öğrencilerine ikilem kartları uygulayarak SBK'yı anlatmaya çalışırken, Simmoneaux (2001), hayvanlarda genetik mühendisliği bağlamında rol oynama ve argümantasyon yöntemlerini kullanarak öğrencilerin karar verme becerilerini geliştirmeyi amaçlamıştır. Bu stratejiler, yalnızca alan bilgisinin edinilmesini değil, aynı zamanda öğrencilerin farklı fikirleri tanıma, değerlendirme ve bilimsel ile sosyal açıdan önemli problemlere yönelik kendi düşüncelerini oluşturma gibi bilimsel okuryazarlık becerilerini geliştirmelerine de katkı sağlamaktadır (Simmoneaux, 2001).

SBK öğretim modellerini karşılaştırdığımızda, kavramın literatüre ilk girdiği dönemde geliştirilen modellerin, öğrenci kazanımlarını genellikle karar verme, motivasyon ve farkındalık üzerine yoğunlaştırdığı görülmektedir (Ratchliffe, 1997; Dawson, 2001). Ancak SBK'nın ders kitaplarında ve öğretim programlarında yer bulmasıyla birlikte, bu kazanımlara ek olarak alan bilgisinin anlaşılması, bilimsel süreç becerilerinin geliştirilmesi ve argümantasyon becerilerinin ilerletilmesi gibi yeni hedefler eklenmiştir (Sadler, 2011; Zeidler vd., 2011). Bunun yanı sıra, bu model ve yaklaşımları sınıf ortamında uygulayacak öğretmenlerden de belirli beceri ve anlayışlara sahip olmaları beklenmektedir. Tüm modellerde ortak olarak vurgulanan en önemli unsur, öğretmenin tartışma sürecini etkili bir şekilde yönetmesi ve öğrencilere rehberlik ederek öğrenme sürecine aktif bir katkı sağlamasıdır.

Dawson'ın (2011) SBK uygulamaları üzerine gerçekleştirdiği araştırma, SBK öğretiminin öğrencilere önemli katkılar sunduğunu göstermiştir. Bu katkılar arasında öğrencilerin yüksek düzeyde muhakeme becerileri kazanmaları, alan bilgilerini geliştirmeleri, SBK konularına ilişkin farkındalıklarının artması, argümantasyon becerilerinde ilerleme kaydetmeleri ve bilimin doğası hakkındaki anlayışlarını derinleştirmeleri yer almaktadır.

Bu doğrultuda etkili bir SBK öğretimi, aşağıdaki öğrenci kazanımlarına ulaşmayı hedeflemektedir:

- Alan bilgilerinin gelişimi,
- Argümantasyon becerilerinin ilerlemesi,
- Ahlaki muhakeme becerilerinin artması,
- Sosyobilimsel muhakeme becerilerinin güçlenmesi,
- Epistemolojik inançlarının gelişimi.

İlerleyen bölümlerde, yukarıda belirtilen öğrenci kazanımlarıyla ilgili yapılan çalışmaların bulguları detaylı bir şekilde ele alınacaktır.

2.1.4. Sosyobilimsel konuların öğretimini etkileyen faktörler

Sürekli değişen ve gelişen dünyamızda SBK karşımıza çıkmaya devam etmektedir. Bu durum, SBK'yı fark eden ve bu konular üzerine düşünme yetisine sahip bireylerin toplumun yararına önemli bir katkı sağlayacağını ortaya koymaktadır. Bu bağlamda, SBK'nın fen

eğitimi kapsamındaki öğretime dahil edilmesinin temel gerekçesi, sorgulama ve karar verme becerileri gelişmiş, sorumluluk bilincine sahip bireylerin toplumdaki varlığını artırmaktır (Kolsto, 2006; Sadler, 2004). Literatürde yapılan birçok çalışmada, SBK öğretiminin öğrenci kazanımları üzerindeki etkisine odaklanıldığı görülmektedir. Bu çalışmalar, SBK'nın bilimsel bilginin (Zeidler, Sadler, Applebaum ve Callahan, 2009) ve argümantasyon becerilerinin (Grooms, Sampson ve Golden, 2014; Tal ve Kedmi, 2006) gelişimi için etkili bir bağlam sunduğunu ortaya koymaktadır. Bununla birlikte, sınıf içindeki SBK öğretiminin kalitesi ve dolayısıyla hedeflenen kazanımlara ulaşılabilmesi, birçok faktör tarafından etkilenmektedir (Han Tosunoğlu, 2018). Literatürde SBK öğretimini etkileyen bu faktörlerin, öğrenci, öğretmen ve öğrenme ortamı olmak üzere üç temel başlık altında toplandığı belirtilmektedir.

2.1.4.1. Öğretmen

SBK tabanlı öğretimin gerçekleştiği öğrenme ortamında öğrencilerin seslerinin duyulmasında en aktif ve hayati rol öğretmenlere aittir. Literatürde SBK öğretim kalitesi ve öğretmenler arasındaki ilişkiyi gösteren birçok çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalar, öğretmenlerin fen eğitimi hakkındaki inançlarının (Levinson ve Turner, 2001; Lee ve Witz, 2009; Pedretti, Bencze, Hewitt, Romkey ve Jivraj, 2008), SBK anlayışlarının (Sadler, Amirshokoohi, Kazempour ve Allspaw, 2006), SBK öğretimi konusundaki özyeterliliklerinin (Saunders ve Rennie, 2013), SBK öğretimi deneyim ve yaşanan zorlukların (Reis ve Galvao, 2009) süreci nasıl etkilediğini göstermektedir.

Levinson ve Turner (2001) tarafından İngiltere'de yapılan araştırmada birçok fen öğretmenin bilimi nesnel ve değerlerden uzak bir disiplin olarak algıladığını ortaya koymuştur. Tüm öğretmenlerin %60'ının sınıf içindeki rollerinin sosyal ve etik konulara değinmekten çok bilimle ilgili gerçekleri öğrencilere aktarmak olduğunu düşündüklerini göstermektedir. Öğretmenlerin, bilimin değerlerden uzak olduğunu ve değerler, etik veya başkalarının görüşlerinin bilimle ilgisi olmadığını algıladığı sonucuna varmıştır. Levinson ve Turner'ın (2001) yürüttüğü anketler ve görüşmeler, öğretmenlerin fen öğretiminde değerlere yer vermenin önemli olduğunu düşündüklerini, ancak sınıfta tartışma ve münazaraları yönetme konusunda özgüven ve özyeterlilik eksikliği yaşadıklarını ortaya koymuştur. Bu eksikliğin temel nedeni olarak, öğretim programlarındaki zaman kısıtlamaları gösterilmiştir. Levinson ve Turner (2001) bu durumu, sınıf içindeki bilgi odaklı öğretimden, net bir doğru cevabı olmayan sorulara ve çözümsüz tartışmalara geçişin hem

öğretmenler hem de öğrenciler için kültürel bir şok niteliğinde olduğunu ifade etmektedir. Sorunun kaynağı, öğretmenlerin ve öğrencilerin mevcut fen eğitimi anlayışını ve SBK'nın doğasını kavramaya çalışmasından kaynaklanmaktadır. Özetle, çalışma, SBK temelli öğretimin, özellikle yeni öğretmenler için, kendi öğretim felsefelerinin bir parçası olmadığı durumlarda veya karmaşık sosyal meseleleri eğitimlerine dahil etme deneyimine sahip olmadıklarında, oldukça zorlayıcı bir görev olduğunu göstermektedir. Araştırma, rehberlik yetersizliği, pedagojik bilgi eksikliği, etik düşünceye yönelik ahlaki çerçeveler, sınıf kaynaklarının eksikliği ve sınırlı zaman gibi faktörlerin, öğretmenlerin SBK'lara yönelik güven eksikliklerini artırdığını ortaya koymuştur.

Benzer şekilde, Lee'nin (2006) araştırması, fen öğretim programlarında SBK'nın yer almasının gerekli olduğunu, ancak çok az sayıda öğretmenin bu konuları sınıfta ele aldığını belirtmektedir. Bunun nedeni, birçok fen öğretmenin en önemli görevinin bilimsel bilgileri aktarmak olduğuna inanması ve pedagojik bir değişikliğin ek sorumluluk ve yük getireceğini düşünmesidir. Bu çalışmada, dört farklı okuldan, mesleklerini kişisel önceliklerinin ötesine taşıyan ve derin bir anlayışa sahip öğretmenlerin, SBK'ya yönelik yaklaşımlarını, kişisel idealleri, değerleri, felsefi görüşleri ve ilham kaynakları üzerinden ele aldıkları incelenmiştir. Yapılan görüşmeler ve anketler sonucunda, öğretmenlerin SBK öğretimine yönelik sınıf içi gözlemleri ve öğretim materyalleri, grup projeleri, rubrikler ve dergiler gibi dokümanlarla ilişkilendirilmiştir. Sonuç olarak Lee (2006), fen eğitiminde gerçek reformların ancak öğretmenlerin kişisel motivasyonları ile uyum içinde yürütüldüğünde başarıya ulaşabileceğini vurgulamıştır.

Yine bu doğrultuda Lee ve Witz (2009), SBK'yı öğretim planlarına dahil eden dört lise ve ortaokul fen bilgisi öğretmenin katıldığı bir çalışma yürütmüştür. Çalışmalarında öğretmenlerin SBK'yı öğretimleriyle ilgili motivasyonlarını incelemeyi amaçlamışlardır. Öğretmenlerle yapılan görüşme ve sınıf içi gözlemlerle öğretmenlerin SBK'yı sınıflarında ele almasını sağlayan ilham kaynakları, değerleri, felsefeleri ve kişisel deneyimlerinin neler olduğunu tespit etmeye çalışmıştır. Bu etkenlerin SBK öğretimine ilişkin mevcut reform çabalarıyla ilişkisini ortaya koymaya çalışmıştır. Öğretmenlerin SBK eğitimi konusunda karar verirken kişisel ilgileri, değer yargıları, kaygıları, idealleri, dünya görüşleri, etik ve metafiziksel yaklaşımlarından ilham aldıkları ortaya çıkmıştır. Ancak öğretmenlerin SBK'nın reform çabalarının bir parçası olarak görmediklerini ve sadece öğrenciler için önemli olduğunu düşündükleri şeyleri yaptıklarını yani kendi değerlerine paralel olarak SBK

öğretimini gerçekleştirdiğini ifade etmiştir. Bu durum reform çabalarının yalnızca teorik idealleri önermenin ötesinde, öğretmenlerin kişisel değerleri ve kaygılarıyla senkronize edilmesi gerektiğini göstermektedir. Araştırmacılar çalışma sonucunda öğretmenlerin görüşleri ve inançlarının araştırılması gerektiğini vurgulamış ve bu görüşlerin geliştirilmesi için çalışmalar yapılması gerektiğini söylemiştir.

Fen bilgisi öğretmenlerinin SBK öğretimine ilişkin bakış açılarını belirlemek amacıyla Sadler, Amirshokoohi, Kazempour ve Allspaw (2006), 20 ortaokul ve lise fen bilgisi öğretmenleriyle bir çalışma yapmıştır. Katılımcıların fen eğitimi ve sınıf içinde etik tartışmaların rolüne ilişkin anlayışlarını belirlemek amacıyla gerçekleştirilen görüşmeler sonucunda sınıf içinde etik kavramına ilişkin beş farklı öğretmen profili (A-E) olduğunu ortaya koymuştur. Profil A'yı oluşturan katılımcılar üç temel özelliğe sahiptir. Bunlar: (1) SBK'nın fen eğitiminde önemli yerinin olduğu konusunda ortak düşünceye sahiptir. (2) Etik ve değerlerin SK öğretiminde zorunlu olarak yer alması gerektiğini ifade etmiştir. (3) SBK'yı sınıflarında ele almıştır. Profil B'ye sahip olan öğretmenler Profil A'ya benzer bakış açılarına sahiptir. Profil A'dan farkı ise SBK öğretimının öğretim programlarına entegre edilememesine odaklanmasıdır. Profil B daha çok, çeşitli kısıtlamalar nedeniyle SBK'ya yeteri kadar zaman ayıramadıklarını ifade eden öğretmenlerden oluşmaktadır. Profil C katılımcıları ise SBK'yı müfredatlarına dahil edemeyen öğretmenlerden oluşmaktadır. Fen eğitiminde etiği tartışma fikrini desteklemediğini öne sürmüştür. Profil D'ye sahip olan öğretmenler ise herhangi bir sosyal veya etik çıkarımı dışlayarak sadece bilime odaklanılması gerektiğini vurgulamıştır. Profil E'yi oluşturan katılımcılar öncelikle bilimsel araştırma ve ürünlerle ilişkili etik ve değerlere odaklanmıştır. Örneğin öğrencilerini bilimin kök hücre araştırmalarını sürdürüp sürdürmemesi ve genetik mühendisliğinin nasıl düzenlenmesi gerektiği gibi soruları düşünmeye teşvik etmeye çalışmıştır. Fen eğitimindeki değerler hakkında daha geniş bir bakış açısına sahiptir. Bunun yanında öğrencilerin etik gelişimini teşvik etmedeki kendi algıladıkları rolleri açısından önem arz etmektedir. Etik öğretiminde SBK'nın rolü açısından Profil A ile benzer bakış açılarına sahip olup eğitimin temel özelliğinin etik değerlerin kolaylaştırıcı rolü üzerinde durmuştur.

Reis ve Galvao'nun (2009) gerçekleştirdiği çalışmada, biyoloji ve jeoloji öğretmenleri merkezli bir durum çalışmasıyla, SBK'nın tartışılmasına yönelik etkinliklerin sınıf ortamında uygulanmasını olumlu yönde etkileyen faktörler araştırılmıştır. Bu nitel araştırma, öğretmenlerle yapılan görüşmeler ve sınıf gözlemlerinden elde edilen verilerin analizine

dayalı olarak, öğretmenlerin SBK'yı derslerine entegre etmesini motive eden unsurları belirlemeyi amaçlamıştır. Araştırmanın bulgularına göre, SBK'ya dayalı tartışma etkinliklerinin başarıyla uygulanabilmesi, öğretmenlerin bu etkinliklerin eğitsel açıdan değerine inanması ve bunları düzenlemek, yönetmek ve değerlendirmek için gerekli bilgi ve becerilere sahip olmasını gerektirmektedir. Çalışma, bu yeterliklerin geliştirilmesinin, öğretmenlerin uzman desteği altında yeni öğretim yaklaşımlarını deneyimleyebileceği mesleki gelişim fırsatlarının oluşturulmasıyla mümkün olduğunu vurgulamıştır.

Ekborg vd. (2013) SBK'yı sınıf içinde uygulayan öğretmenlerin deneyimlerini araştırmak amacıyla öğretmenlerin içeriği nasıl seçtiği, dersi nasıl organize ettiği ve öğrencilerin ilgi ve öğrenmelerini nasıl gerçekleştirdiğine dair deneyimleri üzerinde durmuştur. Öğretmenlerin SBK'ları içerikle ilişkilendirmede doğru bağlamlar olduğuna dair bir anlayışa sahip olup kendilerini bu faaliyetlerde yeterli hissettiklerini ifade etmiştir. Öğrencilerin SBK ile ilgili içerikleri kolay bir şekilde anlamada, araştırma yaparken özellikle konu ile ilgili bilgiyi edinmek için medyayı kullanmada yetersiz olduklarını belirtmiştir.

Han Tosunoğlu'nun (2018) Türkiye'deki biyoloji öğretmenleri üzerine gerçekleştirdiği çalışmada, öğretmenlerin öğretim programında yer alan SBK'yı sınıf ortamına entegre edebilmek için yeterli pedagojik alan bilgisine sahip olup olmadıkları incelenmiştir. Araştırmaya Türkiye'nin farklı şehirlerinde görev yapan 102 biyoloji öğretmeni katılmıştır. Betimleyici tarama yaklaşımının kullanıldığı çalışmada, SBK ile İlgili Pedagojik Alan Bilgisi Açık Uçlu Anketi uygulanmıştır. Ayrıca, bu araştırma kapsamında literatür taramasına dayalı ve üç bölümden oluşan SBK-Pedagojik Alan Bilgisi Modeli geliştirilmiştir. Modelin ilk bölümü öğretmenlerin demografik bilgilerini (cinsiyet, okul türü, deneyim, eğitim seviyesi) ele alırken, ikinci bölüm öğretmenlerin SBK'ya yönelik anlayışlarına, üçüncü bölüm ise bu konulara ilişkin pedagojik alan bilgisi düzeyine odaklanmıştır. Araştırma sonuçları, çalışmaya katılan öğretmenlerin SBK gibi tartışmalı konuların sınıf içinde nasıl aktarılacağı, bu sürecin nasıl uygulanacağı ve değerlendirileceği konusunda yeterli bilgiye sahip olmadığını ortaya koymuştur.

Owens, Sadler ve Friedrichsen'in (2019) gerçekleştirdiği çalışmada, deneyimli bir biyoloji öğretmenin antibiyotik direnci üzerine SBK öğretimini sınıf ortamında başarıyla uygulamak için kullandığı yöntemler incelenmiştir. Araştırmacılar, öğretmenin antibiyotiklere dirençli bakteriler konusunu sınıfta ele aldığı derslerin videolarını

inceleyerek, SBK öğretiminin sınıf içi uygulama süreçlerini analiz etmişlerdir. Nitel bir araştırma olan bu çalışmada, öğretmenin işlediği tüm dersler kayıt altına alınmıştır. Öğretim sürecinde öğrencilerin aktif katılımı ve işbirlikçi çalışmalara özel önem verilmiştir. Araştırma, öğretmenin seçilen konuya özgü yaratıcı uygulamalar ve etkinlikler kullandığını ortaya koymuştur. Ayrıca, öğretmenin SBK ile ilgili etkinliklerde, öğrencilerin meraklarını ve sorgulayıcı yaklaşımlarını etkin bir şekilde kullanarak bu süreci zenginleştirdiği sonucuna ulaşılmıştır.

Literatürde birçok çalışma, öğretmenlerin SBK öğretiminin uygulanması sırasında zorlanabilecekleri fen öğretim uygulamalarına da işaret etmiştir (Hanley, Ratchliffe ve Osborne, 2007). Örneğin Zeidler vd. (2011) bilgi aktarma pozisyonundan, öğrencileri fen uygulamalarına ve ahlaki muhakemeye katılımını sağlayan bir sınıfa aracılık etmekte zorlanan bir öğretmeni gözlemlemiştir. Benzer şekilde Simon ve Amos da (2011) yaptıkları çalışmada öğretmenlerin, konu bağlamında öğretimi yönlendirmek ve tartışmalı söylemleri kolaylaştırmak için öğrenci düşüncelerini ortaya çıkarmakta zorlandığını tespit etmiştir. Ne yazık ki, deneyimli fen öğretmenleri bile ‘öğrenme için sosyal kaynak’ olarak kullanılmak üzere SBK uygulamaları üretmekte zorlanmaktadır (Windschitl vd., 2012). Bu zorluk, öğretmenler var olan bilimsel bilgiyi aktarmanın dışında tartışma ortamının olduğu SBK uygulamalarını yapmaya çalıştıklarının karmaşık bir durum olduğunu düşündürmektedir. Bu doğrultuda Dawson (2011), üreme teknolojisi hakkında SBK öğretimini uygulayan ve öğrencileri tüm etik yönlerin farkındalığını oluşturmaya çalışırken kendi etik açıdan bakış açısını netleştirmekte zorluk çeken bir öğretmeni gözlemlemiştir. Elde edilen bulgular Ball, Grossman ve Kloser (2018) tarafından tanımlanan öğretmen uygulamalarının çoğunun SBK öğretimi için de önemli olduğunu göstermiştir.

SBK öğretiminde öğretmenlerin sahip olduğu özyeterlilik, sınıf içi uygulamaları yönlendiren önemli bir faktör olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu bağlamda Saunders ve Rennie'nin (2011) çalışmasında, öğretmenlerin SBK öğretiminde kullanabilecekleri bir çerçeve geliştirmek ve bu çerçeveyi sınıf ortamına aktarabilmek hedeflenmiştir. Bu çalışmada öğretmenlere öğrencilerle SBK öğretiminde ilgili konuyu keşfetmeleri için bir dizi aşamada destek sağlayan ve pedagojik stratejilerin kullanımı ve kolaylaştırılmış etik düşünme yolları konusunda yol gösterici bir pedagojik model geliştirmiştir. Bu model mevcut etik düşünme çerçevelerine dayanmaktadır. Ayrıca günümüzde kültürel, etnik, dini

ve cinsiyet bağlamında giderek çoğulcullaşan toplumda, geleneksel çerçevedeki dünya görüşlerini kabul edecek şekilde genişletilmesi yönünde bir tartışma sunmuştur.

Literatür taramasında da görüldüğü gibi SBK öğretim sürecinin kilit taşlarından olan öğretmenlerle ilgili SBK anlayışları, SBK öğretimindeki özyeterlilikleri, alan bilgileri gibi birçok faktör bulunmaktadır. Chen ve Xiao'nun (2021) çalışmasından ve yukarıda bahsedilen birçok çalışmadan da çıkan sonuç, öğretmenlerin SBK konusunda oldukça etkili bir görüşe sahip olduğu, genellikle bunu yalnızca içerik öğretimi ile ilişkilendirmek ve içerik bilgisi öğrenimini geliştirmek için kullandıkları sonucuna varılmasıdır. Tüm bu faktörler göz önüne alındığında, etkili ve başarılı bir SBK öğretimi için öğretmenlerin birçok açıdan yeterli anlayışa sahip olması, belirli alanlar açısından donanımlı olması beklenmektedir.

2.1.4.2. Öğrenme ortamı

Araştırmalar, iyi tasarlanmış SBK öğretiminin öğrencilerin fen bilgisini arttırabileceğini göstermektedir (Klosterman ve Sadler, 2010). Bilimsel bilgi öğrenmenin yanı sıra, öğrencilerin muhakeme becerilerinin de geliştirilmesi SBK öğrenme ortamının önemli bir öğrenme çıktısıdır. SBK'nın kullanıldığı öğrenme ortamları, öğrencilerin analitik düşünme, bilimsel okuryazarlık, argümantasyon, sorgulama, analiz etme, çıkarımda bulunma, eleştirel düşünme, yorumlama, karar verme, değerlendirme ile etik ve ahlaki muhakeme becerilerinin ve davranışlarının gelişimine katkı sağlamaktadır (Evren ve Kaptan, 2014). Almanya, ABD, İspanya, İngiltere, Türkiye ve Kore gibi birçok ülkede SBK, fen bilgisi müfredatında yer almaktadır. Bu konuların müfredata dahil edilmesi, öğrencilerin fiziksel ve sosyal dünya ile kendi yaşamları arasında bağlantı kurmalarını kolaylaştırırken, aynı zamanda bu konuların ahlaki boyutlarını düşünerek karar verme becerilerini geliştirmelerine de destek olmaktadır (Zeidler ve Nichols, 2009). Bununla birlikte, SBK müfredatın bir parçası olmasına rağmen sınıf içindeki uygulamalarda çeşitli zorluklarla karşılaşıldığı literatürde belirtilmiştir. Bu zorluklar arasında (1) müfredat kısıtlamaları ve ulusal düzeyde gerçekleştirilen önemli sınavlar, (2) SBK öğretiminde eylem odaklı yaklaşımların eksikliği ve (3) geleceğe dair düşünme, risk kavramı ve sonuçların değerlendirilmesinin yeterince dahil edilmemesi yer almaktadır (Viehmann, Cardenas ve Pena, 2024).

SBK, yapısı itibarıyla tartışmaya açık etik, ahlaki ve sosyal meselelerin sınıf ortamında ele alınmasını ve öğrencilerin bu tartışmalara aktif olarak katılımını gerektiren bir öğretim sürecini ifade eder. Bu özellikleri nedeniyle SBK, doğrudan okulun bağlamı ve kültürüyle

ilişkilidir (Han Tosunoğlu, 2018). Öğretmenlerin SBK'yı sınıf ortamına taşıyamamalarının nedenlerinden biri olan müfredat kısıtlamalarının odak noktası olarak var olan sınavlar nedeniyle SBK'ya yeterince zaman ayıramamaları ve kaynak eksikliği gösterilmektedir. Bugün bile ortaöğretim fen müfredatında SBK ile ilgili materyaller yaygın bir şekilde mevcut değildir (Kara, 2011). Öğretmenlerin SBK'yı etkili bir şekilde ele almak için gereken fen içeriğini veya öğretim yaklaşımları konusunda yeterli bilgiye ve anlayışa sahip olmayabilir. Sahip olsa bile materyalleri geliştirmek için yeterli zaman ve kaynaklarının olmaması gerçeğiyle karşı karşıya kalmaktadır (Kara, 2011). SBK öğretimi sürecini etkileyen önemli faktörlerden biri de bu öğretim için uygun materyallere erişimin sağlanabilirliğidir (Han Tosunoğlu, 2018). Tüm bu gerçekler göz önüne alındığında dikkatle oluşturulmuş öğretim materyallerini öğretmenlere kolayca erişebilir hale getirmek önemli bir adımdır. Bu çalışmanın katkılarında biri de tasarlanan ve uyarlanan model tasarımlarının SBK'nın sınıf ortamında etkili bir şekilde uygulanmasına rehberlik etmesini sağlamaktır. Etkili bir SBK öğretimi sağlamak için öğrencilerin sınıf içi tartışmalara aktif bir şekilde katılım göstermesi büyük önem taşımaktadır. Dolayısıyla SBK öğretim sürecinin bir parçası olan okul kültürü de önemli hale gelmektedir. Özellikle öğrencilerin üniversite sınavına hazırlanan öğrencilere okul yönetimi ve ebeveynlerin baskısıyla öğretmenin daha çok içerik ağırlıklı öğretim yapmaya itmektedir. Bu durum ilgili okulun fen öğretiminde geleneksel öğretim yöntemlerinden ayrılmayan öğretmenler ortaya çıkarmaktadır.

Tüm bu zorluklara rağmen öğretmenler öğrencileri SBK tartışmalarında fikirlerini dile getirmeye teşvik eden bir sınıf ortamı oluşturmak zorundadır. Bosser, Lundin, Lindahl ve Linder (2015) yürüttükleri bir çalışma kapsamında öğretmenlerin sınıf içi söylemleri, öğrencilerin ele alınan konuyla kişisel düzeyde ilişki kurmasını kolaylaştıracak şekilde yönetmeleri gerektiğini tespit etmiştir. Özellikle öğrencinin ciddi küresel sorunlarla ilgili (Ojala, 2015) diğer öğrencilerle empati temelindeki akıl yürütme süreçlerinde öğrenme ortamı, duygularını rahatça ifade etmelerini teşvik edici nitelikte olması gerektiğini ifade etmiştir. Özellikle yapılan araştırmalar öğretmenlerin kaygı ve öfke gibi olumsuz duyguları tanınmasının, çözüm odaklı ve geleceğe yönelik olumlu görüşleri içeren sınıf tartışmalarının yanı sıra, öğrencilerin kendi hayatlarını etkileme ve ciddi sorunlarla başa çıkabilme algılarının güçlenmesi için hayati öneme sahiptir (Ojala, 2015). Bu doğrultuda Day ve Bryce'in (2011) yaptıkları çalışmada güvenli ve güvenilir bir öğrenme ortamında bulunan öğrenciler net çözümleri olmayan tartışmalı konular hakkında kendi görüşlerini dile getirdiklerinde bu durum, akranlarından çeşitli bakış açıları kazanmalarına yardımcı

olmaktadır. Elde edilen bu bulgu öğretmenlerin öğrencileri kişisel deneyimlerine ve değerlerine dayalı olarak SBK'lar hakkında özgürce konuşmaya teşvik eden destekleyici bir sınıf ortamı oluşturma'nın önemini ortaya koymaktadır (Sadler vd., 2006). Benzer şekilde Van der Zande vd.'nin (2012) çalışmasında görüşülen dokuz öğretmenin tamamı güvenilir bir atmosfer yaratmanın önemi konusunda ortak bir görüşe sahiptir. Örneğin, 'rahatlık ve karışıklık ile düzensizliğin önlenmesi', 'iyi yapılandırılmış dersler', 'net davranış kuralları' ve 'öğrenciler kurallara uymayan bir şey söylediğinde veya yaptığında müdahalede bulunmama' gibi yollarla hoş ve güvenli bir sınıf ortamı sağlamak için stratejiler geliştirmiştir.

Literatürde belirtildiği gibi, SBK'nın öğretimde yer alabilmesi için fen müfredatında gerekli kolaylıkların sağlanması ve eğitim politikalarının SBK öğretimine uygun hale getirilmesi büyük önem taşımaktadır. Topçu (2017), bu durumu "periferik etkiler" olarak adlandırmış ve şu şekilde açıklamıştır:

- SBK öğretimini desteklemek ve teşvik etmek için öğretmenlere gerekli destek sağlanmalıdır.
- Öğretim materyallerine erişim kolaylaştırılmalıdır.
- Müfredatlar SBK öğretimini destekleyecek şekilde esnek bir yapıya sahip olmalıdır.
- Bölgesel konulara yer verilerek bu konularda farkındalık artırılmalıdır.
- İlgili yöneticilerle iletişim kurarak SBK öğretimine yönelik iş birliği yapılmalıdır.
- SBK öğretimi ile mevcut öğretim programı arasında bağlantılar kurulmalıdır.

SBK öğretimi sürecinde önemli faktörlerden biri, öğretim ortamının uygun hale getirilmesidir. Bu süreçte, öğretim ortamının paydaşları olan yöneticiler, öğretmenler ve öğrenciler önemli sorumluluklar üstlenmektedir. Etkili bir SBK öğretiminin sağlanabilmesi için sürece katkı sağlayan her bir bileşenin, konuya ilişkin anlayış ve farkındalık geliştirmesi ve bu doğrultuda hareket etmesi gereklidir.

Chen ve Xiao'nun (2021) çalışmasında, öğretmenlerin SBK öğretimi sırasında bazı zorluklarla karşılaştığı ve bu zorluklara yönelik strateji geliştirme konusunda yetersiz kaldığı belirtilmiştir. Ayrıca araştırmacılar, bu sorumluluğun yalnızca öğretmenlere yüklenmemesi gerektiğini vurgulamış, eğitim politikalarının, öğretmen eğitimcilerinin ve okul yöneticilerinin de SBK öğretimi sürecinde aktif rol almasının önemine dikkat çekmiştir.

2.1.4.3. Öğrenci

Geleneksel öğretim yöntemlerinin hakim olduğu fen derslerinde içeriğin bağlamından kopuk ve soyut olarak sunulması konuların öğrenciler tarafından anlaşılmasını zorlaştırmaktadır (Sadler, 2009). SBK'nın fen eğitiminde kullanılması, öğrencilere alan bilgisi (Klosterman ve Sadler, 2009) ve ahlaki ve etik duyarlılık (Fowler, Zeidler ve Sadler, 2009; Lee vd., 2013) geliştirme fırsatları sağladığı ve öğrencilere SBK ile ilgili bilinçli kararlar alma ve eyleme geçme için hayati önem taşıyan üst düzey düşünmeyi uygulama fırsatı sağladığını göstermiştir (Sadler, 2009). Ayrıca araştırmalar SBK'nın öğrencilerin ilgisini ve motivasyonunu arttırabileceğini göstermektedir (Harris ve Ratchliffe, 2005; Ottander ve Ekborg, 2012; Sadler, 2009). Öğrencilerin SBK'ya ilişkin kendi bakış açılarını ve başkalarının fikirlerini ifade etme ve bunlar üzerinde düşünme fırsatları sağlamak amacıyla öğrencilerin katkılarının değer gördüğü diyalojik (Nystrand, 1997; Scott, 1998) sınıf uygulamaları vurgulanmaktadır (Ratchliffe ve Grace, 2003; Zeidler vd., 2005). Literatür incelendiğinde öğrencilerin daha kaliteli sosyobilimsel argümanlarla ilişkili becerileri öğrenmelerini desteklediği belirtilmiştir (Evagorou, Jimenez- Aleixandre ve Osborne, 2012; Osborne, Erduran ve Simon, 2004). Yine öğrencilerin daha yüksek düzeyde yansıtıcı yargı, bilimin doğası bakış açıları hakkında daha bilgili anlayışlar (Eastwood, Sadler, Zeidler, Lewis, Amiri ve Applebaum, 2012; Zeidler vd., 2009), bilimsel içerik hakkında daha iyi anlayışlar (Klosterman ve Sadler, 2010) ve başkalarının görüşlerine karşı duyarlılık (Fowler, Zeidler ve Sadler, 2009) geliştirdikleri tespit edilmiştir. Bunun yanında literatürde öğrencilerin SBK öğretim sürecinde yaşadıkları zorlukların, olumsuzlukların ve sorunların tespit edildiği çalışmalar da vardır. Bunlar öğrencilerin tartışma becerilerini kullanma, eleştirel düşünme ve yansıtıcı akıl yürütme becerilerini öğrenci grup tartışmalarına katılırken geliştirme konusunda kaygıları ortaya çıkmıştır (Lindahl ve Folkesson, 2016a; 2016b; Evagorou ve Osborne, 2013; Nielsen, 2012; Osborne, Simon, Christodoulou, Howell-Richardson ve Richardson, 2013; Ratchliffe, 1997; Schalk, Van Ders Schee ve Boeserma, 2013).

SBK öğretim sürecinde alan bilgisinin etkisinin araştırıldığı çalışmalardan biri, Klosterman ve Sadler'ın (2009) yürüttüğü araştırmadır. Bu çalışmada, iki farklı okuldan Kimya ve Çevre Bilimi derslerini alan 108 öğrenciden veri toplanmıştır. Öğrencilerden ön-test aşamasında kazanım içerik bilgisini ölçmek amacıyla iki farklı test uygulanmıştır: Standartlar Doğrultusunda Test (Standards-aligned Test) ve Müfredat Doğrultusunda Test

(Curriculum-aligned Test). Müfredat doğrultusunda uygulanan test, küresel ısınma konusuna odaklanmış, tartışma içerikli sorularla fen bilgisi kavrama düzeyini ölçmeyi amaçlamıştır. Araştırmanın sonraki aşamasında, öğrencilere küresel ısınma ile ilgili 7 öğrenme alıştırmalarını içeren, toplamda üç hafta süren 15 saatlik bir eğitim uygulanmıştır. Eğitim sürecinin ardından, 83 öğrenciye son test uygulanmıştır. Araştırma bulgularına göre, öğrencilerin Standartlar Doğrultusunda Test sonuçlarında ön test ile son test arasında anlamlı bir fark olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca, Müfredat Doğrultusunda Test sonuçlarının nitel analizinde, öğrencilerin küresel ısınma konusundaki bilgilerini daha doğru ve detaylı bir şekilde ifade ettikleri ortaya çıkmıştır. Bu sonuçlar, fen bilgisi içeriğine odaklanılan bir eğitim sisteminin geliştirilmesinde SBK öğretiminin önemini ortaya çıkarmaktadır. Araştırmacılar, öğrencilerin bilimsel içerik bilgilerini geliştirmek ve bilimsel okuryazarlığı artırmak için SBK öğretimine yönelik kapsamlı bir yaklaşım benimsenmesi gerektiğini ifade etmişlerdir.

Kolsto (2001b) tarafından Norveç'te dört farklı lisede, 16 yaşındaki öğrencilerin SBK öğretiminde bilgiye ulaşma ve bilgi iddialarını değerlendirme davranışlarını anlamak üzere yürütülen nitel araştırma, bu alanda önemli bulgular sunmuştur. Araştırma, öğrencilerin sosyal açıdan önemli bilimsel bir konuyu okuduklarında, belirli bilgi birimlerini nasıl değerlendirdiklerini ve bu süreçte nasıl karar verdiklerini incelemiştir. Öğrencilere, bilgi iddialarını nasıl değerlendirdiklerine yönelik doğrudan sorular sorulmuş ve alınan cevaplar iki boyutlu bir matriks formu ile analiz edilmiştir. Araştırma bulgularına göre, öğrenciler bilgi iddialarını değerlendirirken genellikle iki yaklaşım sergilemiştir: (1) Kabul Etme: Bazı öğrenciler, bilgi iddialarını doğrudan olduğu gibi kabul etmiştir. (2) Aktif Değerlendirme: Diğer öğrenciler ise bilgi iddialarını sorgulayıp değerlendirmiş; bu süreçte bilginin güvenilirliğini test etmiş veya bilginin kaynağına odaklanmıştır. Bilgi Kaynaklarının Etkisi: Öğrenciler, özellikle uzman görüşlerinin ve yapılan araştırmaların bilgiyi değerlendirme süreçlerinde güven duygularını artırdığını belirtmiştir. Yetkililerin duruşu, bilgiyi aktarırken kullandıkları süreçler ve otoritenin vurgusu, öğrencilerin bilgi iddialarını kabul veya reddetmelerinde etkili olmuştur. Değerlendirme stratejileri: Öğrencilerin bilgi değerlendirme süreçleri; risk değerlendirmesi, ilgi ve merak, tarafsızlık, yetki (otorite) bağlamında şekillenmiştir. Bu stratejiler, öğrencilerin bilgiye nasıl yaklaştığını ve karar verme süreçlerinde hangi faktörlere öncelik verdiğini ortaya koymuştur. Bilgi kabul eğilimi sürecinde Kolsto (2001b), öğrencilerin çoğunun ileri sürülen bir bilgiyi değerlendirme stratejilerine rağmen, genel olarak bilgiyi kabul etme eğiliminde olduğunu vurgulamıştır.

Araştırma sonucunda SBK öğreniminde öğrencilerin bilgiye ulaşma ve değerlendirme süreçlerinde farklı stratejiler izlediğini, ancak genel eğilimin bilgiyi sorgulamaktan çok kabul etmeye yönelik olduğunu göstermektedir. Bilgi iddialarının otorite kaynaklı olması ve uzman görüşlerine dayanması, öğrencilerin değerlendirme süreçlerinde belirleyici bir rol oynadığı vurgulanmıştır. Bu sonuçlar, SBK öğretiminde öğrencilerin eleştirel düşünme ve sorgulama becerilerinin geliştirilmesinin önemini bir kez daha ortaya koymaktadır.

SBK öğretim sürecinin öğrencilerin ahlaki duyarlılığına etkisini belirlenmek için Fowler, Zeidler ve Sadler (2009) tarafından yürütülen çalışma, büyük yarı deneysel bir projenin parçası olarak deneyimli bir lise fen bilgisi öğretmeninin sınıfında gerçekleşmiştir. Öğrencilere hem kanıta hem de anlatıma dayalı bilim ve toplum hakkında tutarlı görüşler geliştirmeleri için mümkün olduğunca çok fırsat yaratmak ve öğrencilerin kişisel deneyimleriyle ilişkili önemli fen içerikleri sunmaktır. Etik Duyarlılık Testi'nin (Clarkeburn, 2002) uyarlanmış bir versiyonunu kullanarak ön test-son test öğretim sürecinin başında ve sonunda uygulanmıştır. Biri kontrol grubu olmak üzere dört sınıf karşılaştırılmıştır. Kontrol grubunda geleneksel öğretim yapılırken deney grubunda SBK odaklı bilimin doğası, argümantasyon ve tartışmaya dayalı öğretim gerçekleştirilmiştir. Örneklem, 11. ve 12. sınıflarda öğrenim gören 29-31 kişilik dört sınıftan oluşmaktadır. Deney grubunda kontrol grubuna göre ahlaki duyarlılık daha fazla artış göstermiştir. Bulgular insanların genel olarak bilimsel içerik bilgisinden bağımsız olarak başkalarının rahatını ilgilendiren konularda daha fazla ahlaki duyarlılığa sahip olduğunu göstermektedir. Diğer bir ifadeyle araştırma, SBK bağlamında öğretimin, öğrencilerin ahlaki duyarlılığını arttırabildiğini ve böylece genel ahlak gelişimine katkıda bulunabildiğini ortaya koymuştur.

Lee vd. (2013) tarafından yürütülen çalışmada ise SBK öğretiminin humanistik özellikleri göz önüne alındığında öğrencilerin karakter ve değerlerini geliştirmede bir araç olarak rol oynayabileceğini göstermek amaçlanmıştır. Diğer bir ifadeyle çalışmada SBK öğretiminin karakter ve değer geliştirme de nasıl ve ne ölçüde katkı sağlayabileceği incelenmiştir. Çalışmada 3-4 hafta boyunca 132 dokuzuncu sınıf öğrencisine genetik modifikasyon teknolojisi ile ilgili SBK öğretimi uygulanmıştır. Araştırmacılar, karma araştırma yöntem yöntemi kullanılarak eğitimsel etkileri belirlenmeye çalışılmıştır. Veri kaynakları, öğrencilerin karakter ve değerlerini ölçen anket sonuçları, öğrenci tartışmalarının kaydedildiği video kayıtları ve öğretmenleriyle yapılan yarı yapılandırılmış görüşmelerdir. Araştırma sonucunda öğrencilerin bilimsel ve teknolojik gelişimin ahlaki ve

etik yönlerine karşı daha duyarlı ve beklenmeyen etkilerinin tehlikelerine karşı savunmasız insanlara karşı daha şefkatli olduğunu göstermiştir. Ek olarak öğrenciler SBK bağlamında genetik konusuna yönelik gelecekteki çözüm süreçlerinde daha fazla sorumluluk hissettiklerini göstermiştir. Bunun yanında öğrenciler SBK ile ilgili çözüme yönelik eylem gerektiren ve daha geniş topluluklara katılma konusunda yeterli istek ve etkinlik gösteremedikleri sonucuna varmıştır.

Ottander ve Ekborg'un (2012) İsveç'te bulunan 1500 ortaokul öğrencisinin katılımıyla gerçekleşen çalışmasında ortaokul öğrencilerinin SBK'la nasıl çalıştıklarını araştırmayı amaçlamıştır. Çalışmada öğrenciler, öğretmenler tarafından seçilen SBK vakalarıyla çalışmış olup çalışma öncesi ve sonrası yapılan anketlerle öğrencilerin bilime yönelik tutumları ve ilgisinin duygusal alanını ölçmüştür. Öğrenciler çalıştıkları vakarı ilginç bulduğunu ve güncel olduğunu ifade etmiştir. Çalışma sonucunda kızların erkeklere göre vakaları daha ilginç bulduğu ortaya çıkmıştır. Öğrencilerin çoğu vakalarla çalışırken yeni bilgiler öğrendiğini, kendi bakış açısını savunmayı, araştırmayı ve değerlendirmeyi öğrendiklerini belirtmiştir. Kızların ortalama puanlarının çeşitli değişkenlere bağlı olarak erkeklere göre daha yüksek çıktığı görülmüştür. Ayrıca öğrenciler, özellikle kızlar SBK ile çalışmanın sonucunun gelecekleri için önemli olduğunu, bazı vakaların diğerlerinden daha önemli olduğunu vurgulamıştır.

Yukarıda belirtilen araştırmaların sonuçları göz önüne alındığında, SBK sürecini etkileyen öğrenciyle bağlantılı unsurların neler olduğu ortaya konulmaktadır. Başarılı ve etkili bir SBK öğretimi gerçekleştirmek için öğretmenin, öğrencilerin alan bilgisi düzeyini ve SBK'ya dair kavrayışlarını bilmesi gerekmektedir. Bu unsurlar, öğrencilerin öğrenme yöntemleri ve hazır bulunuşluk seviyeleriyle doğrudan ilişkilidir. Ayrıca, SBK öğretimi sırasında öğrencilerin sosyal etkileşimlerini düzenlemek, dikkate alınması gereken önemli bir diğer faktördür ve bu durum öğretmenin pedagojik yeterlilikleriyle bağlantılıdır. Sonuç olarak, araştırmaların ortak bir noktada bulunduğu görüş, bağlamsal açıdan zengin ve öğrencilerin yaşamıyla ilişkili problemlerin, bağlamından kopuk bir öğretime kıyasla çok daha ilgi çekici ve açıklayıcı olduğudur (Miller, 2010).

2.1.5. Sosyobilimsel konuların öğretiminde argümantasyon

Son yıllarda fen eğitiminde, öğrencilerin sosyal konulara dair bilimsel tartışmalara aktif katılımının önemi giderek daha fazla vurgulanmaktadır. Toplumsal temelli bir öğretim

yaklaşımı, farklı bakış açılarını ifade etme, aynı verilerin farklı bireyler tarafından farklı şekillerde yorumlanmasıyla ortaya çıkan karşıt görüşleri tartışma ve öğrencilerin bir ikilem ya da sorunun çözümüne yönelik görüşlerini harekete geçirme üzerine şekillendirilebilir (McCann-Sherman, 1999). SBK öğretiminin, öğrencilerin yeterlilikleri ve motivasyonları üzerindeki olumlu etkilerinin çoğunlukla içeriğin kendisinden ziyade kullanılan öğretim yöntemine bağlı olduğu göz önüne alındığında, bu süreçte tercih edilen öğretim yönteminin kritik bir role sahip olduğu görülmektedir (Hernandez-Ramos vd., 2021). Literatür incelendiğinde SBK hakkında öğrenme ve öğretme için rol yapma, senaryolar, tartışma, grup çalışması, bulmaca tartışması, forumlar, konferanslar, kısa öyküler, sözlü sunumlar, tartışmalar ve yazılı raporlar gibi birçok başka yöntemler kullanılmaktadır (Conner, 2002; Dawson, 2001; Jarwis vd., 1998; Van Rooy, 2004). Bu yöntemlerin dışında Settelmanier (2003), ikilem kartlarını ortaöğretim öğrencilerine sorunları tanımlamak için kullanmıştır. Simonneux (2001), öğrencilerin hayvanlarda genetik mühendisliği bağlamında karar verme süreçlerini ve bu kararların doğruluğunu tartışma becerilerini geliştirmek amacıyla rol yapma ve argümantasyon pedagojisini temel alan çalışmalar gerçekleştirmiştir. Araştırmada, rol yapma tekniğinin SBK bağlamında argümantasyon becerilerinin kazandırılmasında etkili bir yöntem olduğu vurgulanmıştır. Bu yöntem sayesinde öğretmenler, öğrencilerin başkalarının öne sürdüğü iddialar ve bunlara ilişkin kanıtlar hakkındaki farklı bakış açılarını anlamalarına yardımcı olmakta, ayrıca öğrencilerin kendi argümanlarını oluşturup geliştirmelerine ve iddia ya da karşı iddiaları kanıtlarla destekleyerek çürütmelerine olanak tanımaktadır (Lin ve Mintzes, 2010).

Zeidler ve Nichols (2009), bilimsel temelli ahlaki ve etik durumları içeren SBK öğretiminde, öğrencilerin tartışma ve karar verme süreçlerini geliştirmek için argümantasyon ve problem senaryolarına dayalı iki alternatif yaklaşım önermiştir. Driver, Newton ve Osborne (2000) ise fen eğitiminde argümantasyonun önemini vurgulamış, bunun özellikle kavramsal anlayışı geliştirme, öğrencilerin araştırma becerilerini ilerletme ve epistemolojiyi daha iyi kavramalarını sağlama açısından değerli olduğunu belirtmiştir. Tartışma ortamlarında, öğrenciler hem kendi argümanlarını hem de başkalarının argümanlarını inceleyerek karşılıklı etkileşimli diyaloglara katılma fırsatı elde etmekte, kendi argümanlarını desteklemeye ya da diğerlerinin argümanlarını çürütmeye çalışmaktadır. Bu süreçte öğretmen, öğrencilerin argümanlarını paylaşmalarını, değerlendirmelerini ve başkalarının bakış açılarını anlamalarını sağlamak için hem lider hem de rehber rolü üstlenmektedir.

SBK öğretim yöntemlerine odaklanan ve Chen ve Xiao (2021) tarafından yapılan çalışmada öğretmenlerin SBK öğretiminde sıklıkla kullandıkları dört etkili öğretim yöntemi belirlemeye çalışmıştır. Çalışmada 2004 ile 2019 yılları arasında yayınlanan fen bilgisi öğretmenlerinin SBK öğretim yöntemlerine ilişkin yayınlanan nicel araştırmalar incelenmiştir. İncelenen yayınlar sonucunda araştırmacılar, sınıf içi tartışmaların SBK öğretiminde en sık ele alınan öğretim yöntemi olduğunu tespit etmiştir. Ayrıca öğretmenlerin SBK öğretiminde orta seviyede bilgili bir anlayışa sahip olduklarını belirtmiştir. İkinci en yaygın kullanılan etkili yöntem ise grup çalışması ve probleme dayalı öğretim olmuştur. Bazen öğretmenler, öğrencilerin tartışmalı konuya ilişkin farklı bakış açılarını ve ilgi alanlarını ele alması beklenen rol yapma gibi diğer aktivitelerle grup çalışması yapmayı tercih etmiştir. Üçüncü en etkili yöntem ise argümantasyon odaklı öğretim olarak belirlenmiştir. Çoğu zaman argümantasyonun öğrenciler arasında eleştirel düşünmeyi teşvik etmenin bir yolu olarak da kullanılmıştır. Araştırmacıların incelemesinde ele alınan dördüncü öğretim yöntemi ise araştırma-sorgulamaya dayalı öğretim yöntemi olarak ifade edilmiştir.

SBK öğretim sürecinde kullanılan diğer etkili yöntemlerden biri de problem senaryolarıdır (Nichols ve Zeidler, 2009; Sadler, 2003; Evren ve Kaptan, 2014; Topçu, 2008). Problem senaryoları oluşturulurken gazete haberleri, fotoğraflar, bilimsel makaleler, simülasyonlar ve deneysel ya da laboratuvar sonuçları gibi günlük yaşamla bağlantılı örnek olaylardan yararlanılabilir. Bu senaryolara genellikle problem çözümüne yönelik sorular eşlik etmektedir (Açıkgöz, 2003). Zeidler ve Nichols (2009), SBK öğretiminde kullanılan problem senaryolarına ilişkin iki temel varsayımı dile getirmiştir. İlk varsayım, akademik süreç boyunca öğrencilerin ilgisini çekebilecek bilimsel nitelikli etik ve ahlaki durumları içeren senaryoların seçilmesi ve bu senaryoların öğrenciler tarafından tartışılmasıdır. İkinci varsayım ise SBK'nın argümantasyon çerçevesine yerleştirilmesiyle, bilimsel nitelikli etik ve ahlaki durumlar hakkında argüman ve kanıtların kullanılarak karara varma sürecinin öğretim sürecine dahil edilmesidir (Sadler ve Zeidler, 2005b; Zeidler ve Sadler, 2008).

Benzer şekilde Albe (2007), öğrencilerin küçük grup tartışmalarında SBK'ları nasıl ele aldığını ve tartıştığını incelemiştir. Çalışma, 11. sınıf öğrencilerinin tartışmalı bir SBK üzerinde gerçekleştirdiği küçük grup tartışmalarına odaklanmış ve argümantasyon modellerini yazıya dökmeyi hedeflemiştir. Araştırma sonucunda, öğrencilerin tartışmalarındaki gelişimin, argüman oluşturabilecek durumların sosyal içeriği ile ilişkili

olduğu belirtilmiştir. Bununla birlikte teknolojik ve bilimsel bilginin öğrencilerin SBK tartışmalarında argümantasyonlarında sınırlı bir role sahip olduğu ifade edilmiştir. Bu tür çalışmalar, bilimsel tartışmaların yorumlanmasında genel bilginin yeniden oluşturulmasına katkı sağlamaktadır. Tartışmaların başarılı bir şekilde gerçekleşebilmesi için öğrenciler arasında işbirlikçi bir yaklaşım gerekmektedir. Ayrıca, SBK tartışmalarının bir sosyal düzlemde organize edilmesi ve öğrenciler arasındaki etkileşim ve ilişkinin argümantasyon sürecini doğrudan etkilediği çalışmada vurgulanan önemli sonuçlar arasındadır.

Nuangchalerm ve Kwuanthong (2010) tarafından gerçekleştirilen bir araştırmada, küresel ısınmaya yönelik sosyobilimsel durum temelli öğretim ele alınmış ve bu bağlamda SBK öğretiminin önemi ile sürece bağlı olarak ortaya çıkan argümantasyon boyutları incelenmiştir. Araştırmaya 5. sınıf düzeyinde 24 öğrenci katılmıştır. Çalışma, SBK öğretiminin analitik düşünme becerileri ile bütünleştirmiş ve öğrencilerin öğrenme memnuniyetine dair bilgi toplamayı amaçlamıştır. Araştırmada dokuz ders planı, yirmi soruluk bir başarı testi, analitik düşünme becerilerini ölçen bir test ve öğrenme memnuniyetine yönelik on maddelik bir anket, tek grup ön test-son test araştırma deseniyle uygulanmıştır. Etkili SBK öğretim sürecinin sağlanabilmesi için gerçekleştirilen etkinlikler, uygulama öncesi ve sonrasında analitik düşünme becerileri açısından karşılaştırılmıştır. Araştırma sonuçları, SBK bağlamında gerçekleştirilen etkinliklerin öğrencilerin analitik düşünme becerilerini geliştirdiğini ve öğrenme memnuniyetlerini artırdığını göstermiştir. Ayrıca, bu öğretim sürecinin öğrencilerin bilim doğası anlayışını ve bilişsel öğrenme gelişimini destekleyebileceği ifade edilmiştir.

Zohar ve Nemet (2002), gen tedavisi ve klonlama gibi genetik ikilemleri kullanarak öğrencilerin argümantasyon becerileri ve bilgi düzeylerindeki gelişimleri inceleyen deneysel bir çalışma gerçekleştirmiştir. Araştırmaya İsrail’de iki liseden 9. sınıf düzeyinde toplam 186 öğrenci katılmıştır. Çalışma sürecinde, deney grubunda ileri düzey genetik kavramlar, genetik mühendisliğinin çalışma alanları ve insan genetiğine yönelik toplumsal uygulamalar vurgulanmıştır. Kontrol grubunda ise yalnızca ders kitabına dayalı geleneksel öğretim yöntemleri uygulanmıştır. Sonuçlar, deney grubundaki öğrencilerin akademik başarılarının ve argümantasyon becerilerinin kontrol grubuna kıyasla daha fazla geliştiğini ortaya koymuştur. Araştırma, öğrencilerin argümantasyon eğitiminden önce de basit iddialar ve gerekçeler oluşturabildiklerini, yani temel argümantasyon becerilerine sahip olduklarını, ancak eğitimle bu becerilerde belirgin bir gelişme görüldüğünü göstermiştir. Yazılı

argümantasyon testi sonuçlarına göre, genetik ikilemlere ilişkin nitelikli argüman oluşturmada deney ve kontrol grupları arasında belirgin farklılıklar bulunmuştur. Bu farklılıklar, deney grubundaki öğrencilerin problem çözme sürecinde deneyim kazanarak öğrendiklerini yorumlama ve farklı bağlamlara transfer etme yetenekleriyle ilişkilendirilmiştir. Ayrıca araştırma, argümantasyon becerilerinin en etkili şekilde öğrencilerin günlük yaşamlarındaki gerçek hayat problemlerine odaklanıldığında geliştiğini vurgulamaktadır. Bu doğrultuda, araştırmacılar hem kavramsal anlayışı geliştirmek hem de argümantasyon becerilerini artırmak amacıyla SBK bağlamının mevcut öğretim programlarına entegre edilmesini önermiştir.

Sadler ve Donnelly (2007) tarafından yürütülen çalışmada fen eğitimi alanında SBK'nın ve argümantasyonun fen bilgisi müfredatına dahil edilmesi için geniş bir destek bulunduğu ifade edilmektedir. Bu çalışma, içerik bilgisi ve ahlaki muhakeme becerisinin lise öğrencilerinin SBK argümantasyonunun kalitesine nasıl katkıda bulunduğunu araştırmaktadır. Karma yöntemli bir yaklaşım kullanılmıştır. Bu süreçte 56 öğrencinin katılımıyla, argümantasyon kalitesi için bir ölçüt temelinde puanlanan SBK konularıyla ilgili içerik bilgisi ve ahlaki muhakeme testlerinin yanı sıra görüşmeler yapılmıştır. Araştırmacılar, çoklu regresyon analizleri, içerik bilgisi, ahlaki muhakeme ve argümantasyon kalitesi arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişkinin olmadığı sonucuna ulaşmıştır. Görüşme transkriptlerinin nitel analizleri, katılımcıların çok nadiren içerik bilgisi uygulama kalıpları ortaya koydukları yönündeki nicel sonuçları desteklemiştir. Ancak katılımcıların çoğu SBK'yı ahlaki sorunlar olarak algıladığı ortaya çıkmıştır. Araştırmacılar içerik bilgisi ve argümantasyon kalitesi arasındaki ilişkiyi açıklamak için bir "Bilgi Transferi Eşik Modeli" önermiştir.

Ke vd. (2019) tarafından yürütülen çalışma, öğrencilerin SBK temelli öğrenmeye ilişkin algılarını ve sistem düşüncesi için epistemik araçların benimsenmesinin incelenmesine yönelik son yıllarda yapılan araştırmalardan biridir. Bu çalışmada öğrencilerin öğrenmelerine ilişkin algılarını ve e-sigara düzenlemesine ilişkin SBK tabanlı bir ünite kapsamında sistem düşüncesi için epistemik araçları nasıl benimsediklerini inceleyerek literatürdeki boşluğu doldurmayı amaçlamaktadır. ABD'de bir lisedeki 33 öğrencinin katılımıyla ve yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirerek yapılmıştır. Araştırma sonucunda öğrencilerin genel olarak SBK tabanlı öğrenme deneyimlerine karşı olumlu tutumlara sahip olduklarını ve SBK çalışmalarını alakalı, ilginç, etkinliğe teşvik edici ve fen

öğrenimi için faydalı bulduklarını ifade etmiştir. Ayrıca öğrencilerin sistem düşüncesi için epistemik araçları benimseme biçimlerinin, benimseme eksikliğinden, yüzeysel özelliklerini benimsemeye ve epistemik amaçları benimsemeye kadar farklılıklar gösterdiği tespit edilmiştir. Araştırmanın sonunda ise öğrencileri anlamlı öğrenme etkinliklerine dahil etmenin, öğrencilerin SBK öğrenmesinde aktif katılımlarını nasıl desteklenebileceği konusu tartışılmıştır.

Yapılan çalışmaya benzer olarak Lee ve Grace (2012) tarafından yürütülen çalışmada 12-13 yaşındaki Çinli öğrencilerin kuş gribi bağlamındaki SBK'lar hakkında muhakeme becerilerinin gelişimi incelenmiştir. Bu süreçte Çin'in Hong Kong ve Guangzhou gibi iki farklı yerinde yaşayan öğrenciler tercih edilmiştir. Bu iki yerin seçilme sebebi arasında politik, ekonomik ve sosyal yönden farklılıklar olması yer almaktadır. Bulgular iki ortam arasındaki öğrenciler arasında muhakeme perspektifleri, toplanması yararlı olduğu düşünülen kanıtlar, karar alma kriterleri ve etkinlik sonrası kararlar açısından farklılıklar ortaya koymaktadır. Ayrıca bu çalışma öğrencilerin karar alma süreçlerinin çeşitli bağlamsal etkilere bağlı olma olasılığının yüksek olduğunu, farklı ortamlardaki öğrenciler arasındaki paylaşımın daha geniş perspektifleri harekete geçirme ve kişinin kendi bakış açıların, kişisel ve toplumsal değerleri ve bunların duyarlı olduğu daha derin yerleşik sosyokültürel etkiler hakkında meta bilişsel düşünmeyi teşvik etme potansiyeline sahip olduğu ileri sürülmüştür.

Bu alanda son yıllarda Dawson (2023) tarafından yapılan çalışmanın amacı 11-12 yaşlarındaki 7. Sınıf öğrencilerinin su, nüfus kontrolü, iklim değişikliği ve genetik mühendisliği konuları bağlamında SBK temelli öğretimin öğrencilerin argümantasyon becerileri üzerindeki etkisinin incelenmesidir. Karma yöntem kullanılarak yapılan bir vaka çalışması tasarımı uygulanmıştır. Ön ve son test, ses kayıtları, sınıf içi gözlem notları, yazılı argümantasyon örnekleri, öğretmen görüşleri gibi nicel ve nitel veri toplama araçları kullanılarak öğrencilerin argümantasyon becerilerindeki gelişim belirlenmeye çalışılmıştır. Araştırma sonunda 7. Sınıf öğrencilerinin argüman oluşturma becerilerinin argümantasyon kalitesindeki artış bağlamında önemli ölçüde iyileşme olduğu ortaya çıkmıştır. Araştırmacı bu süreçte öğretmenlerin stratejilerinin ve davranışlarının kendi özel bağlamlarında öğrencilerin argümantasyon becerilerinin gelişimine ne ölçüde destekleyebileceğine karar vermek için kendi uzmanlıklarını kullanabileceğini belirtmiştir. Bu çalışmaya benzer olarak Topçu, Sadler ve Özgün-Tüzün (2010) tarafından yapılan çalışmanın amacı konu bağlamlarının öğrencilerin argümantasyon süreçlerini ne ölçüde desteklediğini test

etmektedir. Araştırma soruları çerçevesinde birden fazla sosyobilimsel senaryo ile argümantasyon becerisini ortaya çıkarmak için tasarlanmış görüşmelere Türk 39 fen bilgisi öğretmeni katılmıştır. Gen terapisi, insan klonlama ve küresel ısınma konulu üçer tane senaryo kullanılmış ve veriler yorumlayışı nitel araştırma yaklaşımı ile analiz edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre çeşitli sosyobilimsel senaryolar arasında argümantasyon kalitesi arasında güçlü tutarlılık olduğu görülürken daha ayrıntılı analizlerde bireysel öğretmen adaylarına ait argümantasyon becerilerinde yüksek düzeyde değişkenlik olduğu görülmüştür. Bu sonuçlar SBK ile argümantasyon sürecinde konu bağlamına olan bağlılık yapılan araştırmalarda birbirini desteklemektedir.

Literatürde de görüldüğü üzere, SBK öğretiminde kullanılabilecek çeşitli yaklaşımlar, modeller ve öğretim yöntemleri mevcuttur. Bu çalışmada, SBK'nın içerdiği durumlara odaklanılarak öğrencilerin farklı görüşler geliştirmesi, alternatif bakış açılarını değerlendirmesi, argümantasyon sürecine aktif olarak katılması ve karar verme süreçlerinde fen eğitimine yönelik SBK öğretim yöntemlerinin etkili bir şekilde kullanılabileceği vurgulanmaktadır. Tartışmalı konular olarak adlandırılan ve genellikle bilim ve teknoloji ile bağlantılı olan SBK, bilimsel ve ahlaki akıl yürütmeyi gerektiren, iyi yapılandırılmamış problemleri içerir. Bu özellikleriyle SBK, öğrencilerin aktif katılımını sağlamak, bilimsel verilerden yararlanarak kanıta dayalı muhakeme yapmalarını teşvik etmek ve argümantasyon süreçlerini başlatmak için ideal bir bağlam sunar (Sadler, 2005a; Zeidler, 2003; Zeidler ve Nichols, 2009).

Sonuç olarak, SBK'nın argümantasyon becerilerinin gelişimi için önemli bir çerçeve sunduğu; bu bağlamda yazma çalışmaları, ikilem kartları, kavram karikatürleri, rol yapma, grup tartışmaları ve sınıf tartışmaları gibi yöntemlerin kullanılabileceği belirtilmektedir. Bu çalışmada ise deney gruplarından bir sınıfa SBK tabanlı öğretim sürecinde argümantasyonun uygulanmış, öğrencilerin argümantasyon sürecine katılımlarını sağlamak amacıyla ikilem kartları, kavram karikatürleri ve argümantasyon senaryoları tasarlanarak sınıf ortamına aktarılmıştır.

2.2. Modellemeye Dayalı Fen Öğretimi

Dünyada yaşanan birçok güncel meseleyi anlamak ve bunlara tüm paydaşlarla çözüm üretebilmek için bilimsel okuryazar toplumlar oluşturmamız gerekmektedir. Gerçek zamanlı bir SBK olarak, COVID-19 salgını ve yakın zamanda yaşadığımız ağır sonuçları bize bilimin

halk tarafından anlaşılmasının gerekliliğini açıkça göstermiştir (Reiss, 2020). Bu gibi acil durumlarda küçük grupların aldığı sorumluluklar ve çözüm çabaları çoğunlukla yetersiz kalmaktadır. Yalnızca salgınları değil, savaşlar, çevre sorunlarını ve insanlığın yaşadığı birçok sosyal olay için bu sorunun çok daha acil olduğunu ve bir çözüme ihtiyaç duyduğunu söylemek mümkündür (Doğan, 2021). Toplumsal olayların ve teknolojik gelişmelerin etkisiyle her geçen gün yeniden şekillenen yaşam şartlarına uyum sağlayabilmenin ve bu değişimlerle başa çıkabilmek için toplumsal olarak yeniden üretmenin temeli olan eğitimin içinde fen eğitimi özel bir yere sahiptir (Hodson,1993). Fen eğitiminin bilim içeriğini anlamak, bilim hakkında öğrenmek, bilim yapmak gibi önemli rolleri vardır (Hodson,1993; Bybee,1997; Roth ve Barton, 2004; Roberts ve Bybee, 2014). Bu rolleri gerçekleştirmek için fen eğitimciler tarafından çeşitli stratejiler önerilmekte ve öğrencilerin sorgulama, karar verme, yaratıcılık, muhakeme yapma ve analitik düşünebilme gibi üst-bilişsel düşünme becerilerinin geliştirilmesi hedeflenmektedir (Doğan, 2021). Model ve modelleme bu bağlamda NRC (2000) tarafından fen eğitiminin vazgeçilmez bir bileşeni olarak gösterilmektedir.

2.2.1. Modeller

Fen öğretimi ve öğrenimi çok yönlü bir süreçtir (Duit, 1998; Duit ve Treagust, 1998). Bilimin karmaşıklığı ve soyutluğu nedeniyle, öğrenciler yeni bilgiyi işleme ve gerekçelendirme konusunda zorluklarla karşılaşır (Louca ve Zacharia, 2012). Soyut ve karmaşık bilimsel olguların ve süreçlerin temsilleri, öğrencilerin bilimsel bilgi edinmelerine ve bilime ilişkin kavramsal anlayışlar oluşturmaya; bu da onların SBK ile ilgili karar verme süreçlerinde yardımcı olabilmektedir (Louca ve Zacharia, 2012; Sensevy, Tiberghien, Santini, Laube ve Griggs, 2008). Bu temsiller genel anlamda bir nesnenin, fenomenin veya fikrin modele dönüştürülmüş halidir (Gilbert, 2000).

Modelin çeşitli alanlarda kullanıldığı ve net bir tanımı bulunmadığı görülmektedir. Örneğin literatürde model kavramına ilişkin yapılan açıklamalarda, bir düşüncenin, olayın, sürecin ya da sistemin temsili olduğu vurgulanmaktadır (Gilbert ve Priest, 1997). Diğer yandan Clement (2008) modeli, bir sistemin yapısını veya davranışını tahmin eden ya da hesaplayan idealize edilmiş (zihinsel) bir temsil olarak tanımlamaktadır. Bilimsel bağlamda model, bir nesnenin, olayın veya düşüncenin (hedef), daha tanıdık bir unsur (kaynak) ile temsil edilmesi sonucu ortaya çıkmaktadır (Tregidgo ve Ratchliffe, 2000). Başka bir ifadeyle, fen eğitiminde model, bilinen bir olgudan yola çıkarak bilinmeyen veya soyut

olanı açıklamayı amaçlayan olay veya sistemlerdir (Ünal Çoban, 2021). Örneğin, bir atomun (hedef) yapısının modeli, gezegenlerin Güneş etrafındaki hareketine (kaynak) benzetilebilir (Tregidgo ve Ratchliffe, 2000). Ayrıca model, bir sistemin karakteristik özelliklerine odaklanan ve o sistemi basitleştiren bir sunum (Ingham ve Gilbert, 1991; Kallrath, 2004) ya da bir sisteme veya olaya özgü şematize edilmiş ortak deneyimler (Norman, 1983) olarak tanımlanabilmektedir. Modeller, bilimin gelişiminde, gerçek bilginin daha iyi anlaşılmasında, düşünce süreçlerinin ilerlemesinde ve bilim öğretiminde kritik bir rol üstlenmektedir (Günbatar ve Sarı, 2005). Bunun yanı sıra modeller, bireylerin zihinlerinde yapılandırdıkları ve zihinsel unsurlarla sorguladıkları zihinsel yapılar (Johnson-Laird, 1983) ile bilginin sosyal olarak inşa edilmesine dayanan, bireyin hareketleri ve bunları sözlü, yazılı ya da diğer yollarla ifade etmesi (Gobert ve Buckley, 2000) olarak da açıklanabilmektedir.

Bilimsel modeller, bilim insanlarının çalışmalarında takip ettiği doğal süreçler ve bu süreçlerin sonucunda ortaya çıkan bilimsel ürünler olarak tanımlanabilir (Cartier vd., 2001). Bu kapsamda, bilimsel bir model zihinsel olarak işlenebilir, belirli koşulları tanımlar, ele alınan bir problemi açıklar ve o problemle ilgili öngörülere yol gösterir (Ünal, 2005). Bu perspektiften değerlendirildiğinde, modellerin geliştirilebilir nitelikleri sayesinde üzerlerine eklemeler yapılabilir veya diğer modellerle birleştirilerek daha kapsamlı hale getirilebilir. Özetle, model, bir nesnenin nasıl oluşturulduğunu veya bir sürecin nasıl meydana geldiğini anlamamıza yardımcı olan, mikroskop ya da teleskop gibi çıplak gözle görülmeyeni görünür ve anlaşılır hale getiren, bilinenden bilinmeyene bir köprü görevi gören destekleyici materyallerdir (Harrison, 2001).

Modelin tanımının yanı sıra, hangi amaçlarla kullanıldığına odaklanmak, onu daha iyi kavramamıza yardımcı olabilir. Mayer ve Krajick (2015), modellerin oluşturulmasında belirli bir süreç izlendiğini ifade etmişlerdir. Bu süreç, bir fenomeni açıklamak için tasarlanan modelin sürekli olarak test edildiği, değerlendirildiği ve gerektiğinde yeniden düzenlendiği, durağan olmayan bir süreçtir. Başka bir ifadeyle, model, elementler, bu elementler arasındaki ilişkiler, bu ilişkileri açıklayan uygulamalar ve örüntüler ya da kurallar gibi unsurlardan oluşan bir sistemdir. Bir sistemin model olabilmesi için başka bir sistemi açıklayabilmesi, anlamlandırabilmesi, düşündürebilmesi, yorumlayabilmesi veya onunla ilgili çıkarımlarda bulunabilmesi gerekir (Lesh ve Doerr, 2000). Bilim insanları, tekil süreçleri izole etmek, basitleştirmek ya da soyutlamak için modeller kullanabilir (Rosenblueth ve Wiener, 1945). Aynı zamanda bu modelleri düşünsel araçlar olarak da

kullanarak, anlayışlarını geliştirmeye ve ifade etmeye çalışmaktadır. Bu süreç onlara sorularını yeniden formüle etme ve argümanlarını daha da keskinleştirme imkânı sağlar (Manz, 2012). Bilim insanları ardından modellerini kamuya açık bir şekilde eleştiriye sunar, böylece akran geri bildirimleri doğrultusunda modellerini geliştirmeye çalışmaktadır. Bir bilimsel modelin akranlarca eleştirilmesi, iddia edilen bilginin bilimsel topluluk içinde kabul edilebilir olup olmadığını belirlemeye yardımcı olmaktadır (Ford, 2012).

Son araştırmalar, öğrencilerin bilimsel uygulamalara aktif olarak katılmalarının, alanın temel kavramlarını geliştirmelerini kolaylaştırdığını (Manz, 2012; Wu, Liu, Yao, Yan ve Liu, 2013), kavramsal değişimi teşvik ettiğini (Treagust vd., 2002), bilimsel tartışmaları inşa etmelerine yardımcı olduğunu (Sampson ve Schleigh, 2013) ve temsili yetkinliklerini artırdığını göstermektedir (Stull, Hegarty, Dixon ve Stieff, 2012). Forbes vd. (2015), modellerin öğrencilerin doğal olaylar hakkındaki düşüncelerini şekillendirmede ve argümanlar oluşturup gözden geçirmelerinde düşünsel birer araç işlevi gördüğünü ileri sürmektedir. Chang ve Linn (2013) ile Liu vd. (2014) ise modelleri, soyut, gözlemlenemez ve kapsamlı olmayan kavramları anlamada öğrencileri destekleyen görselleştirme araçları olarak görürler.

Fen eğitimi bağlamında modellerin ve modellemenin temel amacı, ele alınan konuyu daha anlaşılır hale getirmektir. Modelleme kavramsal olarak güçlü bir süreçtir (Hesse, 1966; Nersessian, 2008). Modeller ve temsiller, doğal dünyanın karmaşıklığını azaltır, belirli nesneleri ve ilişkileri güçlendirir ve bunların görünürlüğünü, taşınabilirliğini ve uyumluluğunu artırır (Latour, 1999). Bu sebeple modellerin kapsamı, detay seviyesi ve uygunluğu, kullanım amacı ve bağlamına göre değişiklik gösterebilir. Olkun ve Toluk (2001), modellerin üç temel amaçla kullanıldığını vurgulamışlardır:

- Öğrencinin yeni kavramlar ve ilişkiler geliştirmesine olanak tanımak,
- Kavramlar ile semboller arasındaki bağlantıları kurmasına yardımcı olmak,
- Öğrencinin anlama düzeyini değerlendirmek.

Bu kavramsal amaçlar birçok eğitim tasarımı kullanılmış ve modellemenin belirli bilimsel anlayışları geliştirmek için kullanılabileceğini göstermiştir (Louca ve Zacharia, 2011; Oh ve Oh, 2010). Godfrey-Smith'e (2003:188) göre, fen eğitiminde modellerin kullanımı, bilimsel ilerlemeyi anlamada önemli bir rol oynayabilir. Günümüzde geçerli olan bilimsel bilgilere göre güncellenmiş birçok eski kuram, içerdikleri doğruluk payı ve

terimlerin hangi gerçekliklere karşılık geldiği sorgulandığında işlevsiz görünebilir. Ancak bu eski kuramlar model olarak yeniden ele alındığında, mevcut kuramlar açısından bazı doğru unsurlarının tespit edilebildiği ortaya çıkmıştır. Bu bağlamda, bilimsel kuramların tarihsel gelişiminin anlaşılmasında modellerin önemli bir katkısı olduğu söylenebilir. Örneğin, atom modelinin evrimi

Democritos'tan Dalton'a, Rutherford'dan Thomson'a ve Bohr'dan modern atom modeline uzanan süreç- modellerin işlenebilirliği, sınırlılıkları ve bilimsel açıklamalar ile araştırmalara rehberlik etmesi açısından bu duruma iyi bir örnektir. Bu özellikleri nedeniyle bilimsel modeller, hem bilimsel araştırmaların ulaştığı bir ürün hem de sonraki araştırmalara yol gösterici bir araçtır. Sonuç olarak, fen eğitiminde bilimsel modellere müfredatta yer verilmesi, öğrencilere bilimin kendine özgü kavramsal bilgisini öğrenme fırsatı sunmanın yanı sıra bilimsel bilginin nasıl üretildiği ve değerlendirildiğini somut bir şekilde göstermektedir. Bu doğrultuda, modellerin öncelikli işlevi, araştırmayı, anlayışı ve iletişimi geliştirmek olmalıdır; bu da onları bilimsel düşünme ve çalışma süreçlerinde temel araçlar haline getirmektedir (Harrison ve Traugust, 2000). Modelleme süreci sonunda ortaya konan modellerin açıklama yapmak, tahminde bulunmak, karar vermek, iletişimi sağlamak vb. işlevleri bulunmaktadır (Kallrath, 2004). Bu işlevleri Kallrath (2004) aşağıdaki gibi detaylandırmıştır.

Açıklama: Olguların, olayların anlaşılması, sadeleştirilmesi ve dönüştürülmesinde; karşılaşılan problemlerin çözülmesinde ve çözümlerin anlaşılır hale getirilerek uygulanmasında yararlanılan kilit işlev konumundadır. Örnek olarak fizikte Newton mekaniğinde yer alan etkileşimler için kullandığımız modeller, biyolojide av-avcı ilişkisini açıklayan Lotka-Voldera modeli, iklimbilimcilerin istatistiksel ve olgusal verilere göre dünyadaki değişimleri açıklayan modelleri örnek verilebilir.

Tahmin Etme: Sadece içinde bulunduğumuz ya da sınırlı olanaklar içinde ulaşabildiğimiz verilerin ötesinde değil, geleceğe yönelik öngörülerin düzenlenmesinde de tahmin etme önemlidir. Tahmin etme, modellerin yaygın olarak açıklama ile en çok yararlanılan işlevi durumundadır. Modellerle sağlanan açıklamanın kalitesi tahmin etme değeri ile belirlenir (Gilbert, Boulter ve Rutherford, 2000). Örneğin, bu çalışmada da kullanılan modellerle COVID-19 pandemisinden elde edilen verilerden yola çıkarak Corona virüsün yapısı, etkileri, görülme sıklığı, bulaşma oranı ve dağılımı vb. öngörülebilir ve uygun tedbirler almaya yardımcı olur.

Model türlerine yönelik literatür incelendiğinde modelin kullanım amacı oluşturulma süreci ve temsil ettiği duruma bağlı olmak üzere farklı şekillerde sınıflandırmaların yapıldığı Tablo 2.1’de görülmektedir (Black, 1962; Boulter ve Buckley, 2000; Bruner, 1966; Gierre, 1991; Gilbert ve Boulter, 1997; Harrison ve Traugust, 2000, Harre, 2004; Ünal, 2005). Yine de fen eğitimi araştırmacıları henüz bilimsel modeller için bir fikir birliğine ulaşamamıştır, çünkü modeller doğası gereği çok yönlüdür ve her sınıflandırma yöntemi, altta yatan olguların veya sistemlerin belirli yönlerini göstermede sınırlı yapıya sahiptir (Lee vd., 2021).

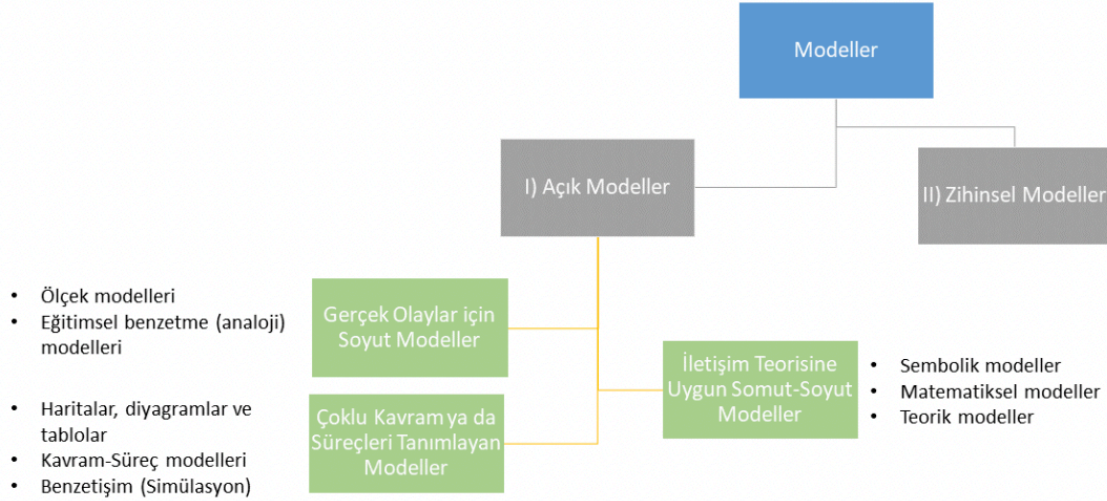
Tablo 2.1. Literatürde Yer Alan Bazı Model Türleri

Model türleri	Araştırmacı
Ölçek, analogik, matematiksel, teorik model ve kavramsal model	Black (1962)
İnaktif, simgesel, sembolik model	Bruner (1966)
Kavramsal model	Hesse (1966)
Ölçek, analog, teorik model	Giere (1991)
Zihinsel Uzlaş, öğretim modeli, bilimsel model	Gilbert & Boulter (1997)
Analogik ve zihinsel model	Harrison & Traugust (2000a,b)
Tarihsel ve karma model	Justi (2000)
Somut, sözlü, görsel, matematiksel model	Boulter & Buckley (2000)
Simgesel model	Harre (2004)
Bilimsel ve Sosyobilimsel model	Lee ve ark. (2021)

Tablo 2.1’de verilen sınıflandırmalar incelendiğinde; Black’e (1962) göre, analogik modeller ölçek modellerine benzerdir. Aralarındaki fark, ilkinin belirli bir yeni yeniden üretim biçiminde izomorfizm ve soyut "ilişki yapısı veya ağı" aracılığıyla "noktası noktasına bir yazışma" yoluyla hedefi taklit etmeyi amaçlamasıdır (s. 222). Örneğin, modelin doğası bir ölçek, bir analog, bir matematiksel model, bir teorik model veya kavramsal bir arketip aracılığıyla gösterilebilir. Bu nedenle, Black (1962), analogik bir modelin hedefininkiyle aynı oluşumu veya ilişkisel planları temsil ettiğini iddia eder. Gilbert ve Boulter (1997, 2000) öğrencilerin ve fen bilgisi öğretmenlerinin genellikle zihinsel, ifade edilmiş, fikir birliği ve öğretim modelleriyle karşılaştıklarını ifade etmiştir. Hesse’ye (1966) göre, analoginin tanımlayıcı mantığı, model ve fenomenler arasındaki ortak özellikleri açıklamak ve tahmin etmek için kullanılabilir. Bu gibi durumlarda, bir modelin nitelikleri ikisi arasındaki benzer ve farklı özellikleri tanımlar. Hesse (1966) benzer özelliklerin olumlu analogiyi temsil ettiğini; diğer yandan, farklılıkların olumsuz analogiyi temsil ettiğini savunmaktadır. Örneğin, hem ay hem de dünya, güneşin etrafında dönen büyük küresel varlıklardır. Yine de dünyanın bir atmosferi vardır, suyla kaplıdır ve daha büyüktür. Bruner (1966) ise bir öğrenci tarafından algılanan olgular bir kez ortaya çıktığında, öğrencinin sembolik temsil düzeyine

geçtiğini savunmaktadır. Bu düzeyde, olguların zihinsel imgelerini oluşturmak için sezgisel değişiklikler ve sınıflandırılmış gözlemler kullanmak mümkün olabildiğini belirtmiştir. Zihinsel modeller kelimeler, metinler, semboller veya eylemlerle ifade edildiğinde modeller haline gelir. Gilbert ve Boulter (1997), bu modellerin bir kez karşılandığında, Clement'in (2000) adlandırdığı gibi uzlaşma modelleri haline geldiğini ifade etmiştir. Uzlaşma modelleri bilimsel değerde aktif olarak kullanılmakta ve bilimsel modeller olarak adlandırılmaktadır. Gilbert ve Boulter'e (1997) göre, tarihsel bağlamı olanlar için tarihsel modeller olarak adlandırılmaktadır. Öte yandan uzlaşma modelleri fen eğitimi için önemli olup fen eğitimine dahil edilmesi gerektiğini ve öğretimde kullanılmak üzere değiştirilebileceği ve öğrencinin ihtiyaçlarına paralel olarak yeniden düzenlenebileceğini belirtmiştir. Bu doğrultuda hazırlanmış müfredat modelleri öğretim modelleri haline gelmekte ve fen eğitiminde önemli rol oynadığını ortaya koymuştur. Bahsedilen araştırmacılar tarafından genel olarak araştırılıp önerildiği üzere, zihinsel, ifade edilmiş ve uzlaşma modelleri bilim yapma ve bilimsel bilgiyi yaymada birincil modellerdir. Bu modellerin öğretim modellerine eklenmesiyle fen ve teknoloji öğretimi ve öğrenimi için değerli fikirler ortaya çıkarabilmektedir (Gilbert ve Boulter, 2000). Harre (1967), çalışmasında "anlamanın her zaman tanıdık bir ifade biçiminin kullanılmasıyla, tanıdık olmayan bir ifade biçiminin kullanılmasıyla kolaylaştırıldığını" ifade etmektedir. İnsanların şeyleri karşılaştırması ve bir şeyi diğerinden anlamaya çalışması doğal olduğundan, analogi ve analogik akıl yürütme bilişsel bilimlerde derin etkilere sahip olmuş ve bilim eğitiminde popüler öğretim ve kavramsal araçlar haline gelmiştir (1967, s.32). Dolayısıyla, bu alanlardaki bir analoginin tanımı oldukça farklı bir şekilde gelişmiş ve çoğunlukla yapılandırmacıların önermelerinin gölgesi aracılığıyla algılanmıştır. Tipik olarak, bir analogi "iki alandaki nesneler ve ilişkiler arasında bir eşleme" Greeno (1983, s. 227), iki alan arasındaki yapısal karşılaştırmalar (Duit, 1991; Treagust, Duit, Joslin ve Lindauer, 1992) veya kavramlar arasındaki benzerlikler (Glynn, 1996) olarak tanımlanır. Bu nedenle, bir analogi daha çok iki farklı kavram veya alanın yapıları arasındaki bir ilişki veya eşlemeye benzer.

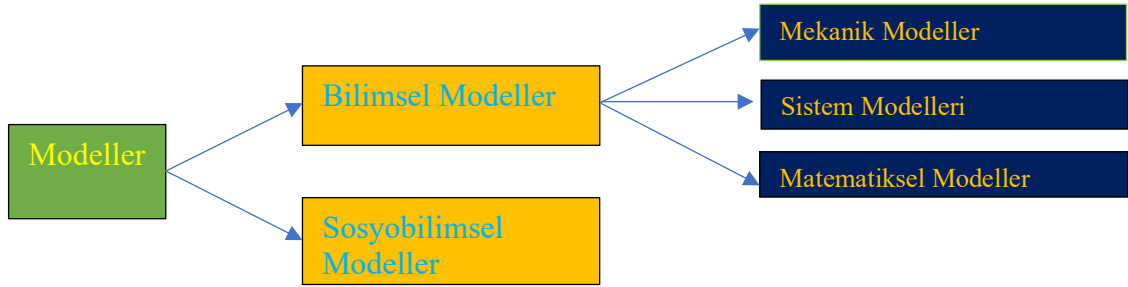
Literatür incelendiğinde model ve modelleme kavramlarının kullanım farklılığından dolayı pek çok model sınıflandırması ortaya çıkmıştır (Black, 1962; Boulter ve Buckley, 2000; Bruner, 1966; Gierre, 1991; Gilbert ve Boulter, 1997; Harrison ve Traugust, 2000, Harre, 2004; Ünal, 2005). Ünal (2005) tarafından önerilen model sınıflandırma Şekil 2.4'de verilmiştir.



Şekil 2.4. Modellerin sınıflandırılması (Ünal Çoban,2009)

Açık modeller, hedef kavramla benzerlik gösteren modeller arasında ortak yönleri ve benzer özellikleri ön plana çıkarmak amacıyla kullanılırken; zihinsel modeller, bireylerin yaşantıları ve deneyimleri sonucunda zihinlerinde oluşturduğu ve öğrenme sürecinde şekillendirdiği temsillerdir (Ünal Çoban, 2009). Bu tür modeller, bireylerin belirli bir olguyu anlamlandırma süreçlerinde model oluşturma, keşfetme, sınaama, değerlendirme ve yeniden düzenleme gibi işlemleri tekil ya da yinelemeli döngüler yoluyla gerçekleştirmelerine olanak tanır (Campbell, Oh, Maughn, Kiriazis ve Zuwallack, 2015). Sosyobilimsel konuların öğretiminde birden fazla modelin geliştirilmesi ve kullanılması gerektiğini vurgulayan Ke, Sadler, Zangori ve Friedrichsen (2021), öğrencilerin yalnızca bilimsel yönleri değil, aynı zamanda sosyal ve politik yönleri de dikkate alarak konuya ilişkin çok yönlü bir anlayış geliştirebilmeleri için modelleri bilimsel ve sosyobilimsel modeller olmak üzere iki temel başlık altında sınıflandırmışlardır. Bu sınıflama, öğrencilerin farklı model türlerinin sahip olduğu epistemik işlevleri daha açık biçimde fark etmelerini kolaylaştırmakta (Chin, Buckland ve Samarapungavan, 2011) ve aynı zamanda karmaşık toplumsal meselelerde yapılandırılmış tartışma ortamlarının oluşmasına katkı sunmaktadır (Ke vd., 2021). Bu çalışmada da ele alındığı gibi sınıf ortamında birden fazla model geliştirmek ve kullanmak, SBK öğretimi açısından oldukça güçlü bir strateji olarak kritik bir rol oynamıştır (Ke vd., 2021). Öğrencinin, sorunun altında yatan olguların ve sistemlerin bilimsel yönlerinin yanında sosyal ve politik boyutlarını da düşünerek sorunun karmaşıklığını anlaması amacıyla SBK öğretiminde öğrenciyi birden fazla modelleme etkinliğine dahil etmek amaçlanmıştır. Bu amaca uygun olarak model türlerini iki ana kategoriye ayırmak mümkündür. Bu ayırımın temel amacı ise öğrencilerin SBK öğretimi bağlamında

geliştirebilecekleri ve kullanabilecekleri farklı modellerin epistemik hedeflerini daha açık hale getirmektir (Chin vd., 2011). Özetle çoklu modelleme etkinlikleri, öğrencilerin karmaşık toplumsal sorunlarla ilgili argümantasyonunu desteklemek için bilimsel ve sosyobilimsel modeller şeklinde tasarlaması amaçlanmaktadır. Araştırmada kullanılan model sınıflandırma örneği Şekil 2.5’de verilmiştir.



Şekil 2.5. Modellerin Sınıflandırılması (Ke vd., 2021)

Ke vd. (2021) tarafından önerilen modellerin sınıflandırılma örneğinin yer aldığı çalışmada modelleri bilimsel olguları ve sistemleri açıklamak üzere bilimsel ve sosyobilimsel olmak üzere 2 ana kategoriye ayırmıştır. Bilimsel modeller ise mekanik, sistem ve matematiksel model olarak 3 ayrı kategoriye ayırmıştır. Bilimsel ve sosyobilimsel modellere ilişkin detaylı açıklama sonraki bölümde verilmiştir.

2.2.1.1. Bilimsel model

Bazı araştırmalar, öğrencilerin ve bazı öğretmenlerin bilimsel modelleri daha çok mekanik bir bakış açısıyla ele aldıklarını ve modelleri gözlemlenemeyen olgu ve düşüncelerin birebir yansıması olarak gördüklerini ortaya koymaktadır (Abell ve Roth, 1995; Gilbert, 1991). Ancak modeller ‘doğru cevaplar’ değildir. Bunlar bilim insanlarının ve öğretmenlerin, öğrencilerin anlamasını kolaylaştırmak için zor ve soyut olguları günlük terimlerle temsil etme girişimleridir (Harrison ve Treagust, 2010). Fen eğitiminde bilimsel olguları veya sistemleri açıklamak için en çok başvurulan model türü bilimsel modellerdir. Harrison ve Traegust (2000), bilimsel modeller şemsiyesi altında ölçek modeller, pedagojik analogik modeller, simgesel veya sembolik modeller, matematiksel modeller, teorik modeller, haritalar-diyagramlar-tablolar, kavram süreç modelleri, simülasyonlar ve zihinsel modeller olmak üzere dokuz başlıkta topladığı görülmektedir. Yine de alan, bilimsel modeller için fikir birliğine ulaşmamıştır, çünkü modeller doğası gereği çok yönlüdür ve her

kategorileşme yöntemi, altta yatan olguların veya sistemlerin belirli yönlerini göstermede sınırlıdır (Ke vd., 2021).

Bilimsel modeller, gerçek nesneler, olaylar ya da düşünceleri temsil eden, onları açıklama ve anlamlandırma yeteneğine sahip geçici yapılar veya şemalar olarak tanımlanmaktadır (NRC, 1996; Örnek, 2008). Bu modeller, öğrencilere bilimsel teorilere ilişkin kendi zihinsel modellerini oluşturma ve geliştirme sürecinde rehberlik eder (Treagust, Chittleborough ve Mamiala, 2002). Bu yönüyle bilimsel modeller hem bilimsel araştırmaların hedeflenen çıktıları hem de gelecekteki çalışmalar için bir yol gösterici olarak işlev görür (Günbatar ve Sarı, 2005). Modeller, belirli bir teoriyi ya da bir grup fiziksel sistemi güvenilir şekilde temsil etme işlevine sahiptir ve bu işlevler, keşfetme (örüntü açıklama, tahmin ya da geriye dönük açıklama) ya da yaratma (fiziksel gerçekliklerin veya yeni keşfedilmiş gerçeklerin örüntüleştirilmesi) biçiminde olabilir (Halloun, 2006). Bir modelin en temel özelliği, işlevsel bir role sahip olmasıdır (Johnson-Laird, 1983). Bu işlevsellik, modelin gerçek dünyada uygulanabilirliğini kontrol eder. Ayrıca, bir modelin örüntüyle ilgili soruları yanıtlayabilme kapasitesine sahip olması da önemli bir özelliğidir. Özetle, bilimsel bir modelin iki temel işlevi, örüntüyü tanımlamak ve açıklamaktır (Halloun, 2006). Modeller, hipotezlerin oluşturulmasında ve bilimsel olaylar ile karmaşık sistemlerin davranışlarının açıklanmasında kritik bir rol oynar (Stephens, McRobbie, Lucas, 1999; Gobert ve Buckley, 2000). Van Driel ve Verloop (1999) ise bilimsel modellerin özelliklerini şu şekilde sıralamıştır:

- Bir model, her zaman belirli bir hedef ya da hedeflerle ilişkilidir. Hedef, bir nesne, olay ya da süreç olabilir.
- Model, doğrudan gözlemlenemeyen veya ölçülemeyen bir hedef hakkında bilgi elde etmek için bir araç olarak kullanılır. Bu nedenle, yalnızca farklı bir ölçekteki nesnelerin kopyaları (örneğin ev ya da köprü maketleri) bilimsel model olarak değerlendirilemez.
- Model, temsil ettiği hedef ile doğrudan bir etkileşim içinde değildir. Bu nedenle bir fotoğraf ya da spektrum model olarak nitelendirilmez.
- Model, hedeften belirgin ayrıntılarla farklılık gösterir ve genellikle mümkün olduğunca sadeleştirilir.

- Model oluşturulurken, hedef ve model arasındaki benzerlikler ile farklılıklar, araştırmacıların modelin temsil ettikleriyle ilgili tahminler yapmasına olanak sağlamalıdır.
- Model, karşılıklı etkileşimler sonucunda geliştirilen bir süreç ürünüdür.

Bu özellikleri sayesinde bilimsel modeller, yalnızca bilimsel araştırmaların istenen çıktılarından biri olmakla kalmaz, aynı zamanda sonraki çalışmalar için yönlendirici bir işlev görür. Öğretim programlarında bilimsel modellere yer verilmesi, öğrencilere belirli bir bilim dalına ait kavramsal bilgileri özgün biçimde öğrenme olanağı sunarken; bilimsel bilginin nasıl üretildiğini ve değerlendirildiğini de gözlemlene fırsatı sunar (Ünal Çoban, 2009). Yine de literatür, bilimsel modeller için henüz fikir birliğine ulaşamamıştır. Bu durumun nedenini Ke vd. (2021) modellerin doğası gerekli çok boyutlu oluşuna ve her bir model sınıflandırma yaklaşımının temsil etmeyi amaçladığı olgu ya da sistemin belirli yönlerini yansıtmakla sınırlı kalmasına bağlamaktadır. Ayrıca farklı türdeki modellerin aynı olguyu temsil etme, açıklama ya da öngörme süreçlerinde nasıl farklılık gösterebileceğine dair bilgi hala çok sınırlıdır. Benzer şekilde öğrencilerin hangi konular çerçevesinde ve hangi epistemolojik hedefler doğrultusunda hangi model türlerini geliştirmelerinin ve kullanmalarının daha uygun olacağı konusunda da yeterli bilgi bulunmamaktadır. Bu durum çeşitli bilimsel konuları kapsayan bir müfredat kapsamında modelleme etkinliklerini uygulamaya koymasına beklenen öğretmenler açısından önemli zorluklar doğurabilmektedir. Bu zorluklara karşı mevcut çalışmada (1) mekanik model, (2) sistem modelleri ve (3) matematiksel model olmak üzere üç model türüne odaklanılmış ve bu model türlerinin COVID-19 bağlamındaki potansiyelleri de ortaya koyulmuş olacaktır.

Mekanik Model:

Fen eğitimi bağlamında baskın bir bilimsel model türü, olayların nasıl ve neden meydana geldiğini açıklamayı amaçlayan mekanik modellerdir (Forbes, Zangori ve Schwarz, 2015). Oldukça öngörülü olan, ancak öncelikli olarak hedef olayların gözlemlenebilir özelliklerini temsil eden fenomenolojik modellerin (örneğin iklim modelleri) aksine, mekanik modeller olayların gizli mekanizmalarını ortaya çıkarmak için kullanışlı ve sıklıkla gözlemlenebilir ölçeğin ötesinde nedensel adım adım süreçleri içerir. Örneğin, ışığın nasıl hareket ettiğiyle ilgili bir çizim nesneleri nasıl gördüğümüzle ilgili bir dizi fenomeni açıklayabilen mekanik modeldir (Krajcik vd., 2012). Fen öğretiminde, mekanik bir model genellikle öğrencilerin öncelikle mevcut bilgilerine ve kişisel

deneyimlerine dayanarak sıfırdan oluşturdıkları bir çizim biçimini alır. Öğrencilerin temel yapıları değiştirmelerine izin verilmeyen diğer model türleriyle (bilgisayar simülasyonu veya önceden programlanmış hesaplamalı modeller) karşılaştırıldığında, mekanik modeller öğrencilere modellerini sahiplenme ve epistemik etkiyi teşvik etme konusunda bir avantaj sağlamaktadır (Stroupe, 2014). Çünkü öğrencilerin kendi bilgi ürünlerini oluşturmalarına yardımcı olmaktadır. Bunun yanına mekanik modeller genellikle öğrenciler fenomenler hakkında ek kanıt ve bilgi edindikçe model oluşturma, düzenleme ve değerlendirmesinin yinelemeli süreçleri yoluyla geliştirmektedir (Ke vd., 2021). Örneğin Forbes vd.'nin (2015) yaptığı çalışmada üçüncü sınıf öğrencilerinin su hakkındaki kavramsal anlayışlarının (örneğin, su döngüsünün atmosferik, hidrolojik ve jeosferik bileşenleri), su döngüsünün diyagram modellerini oluşturma, gözden geçirme ve değerlendirme fırsatlarının bulunduğu modelleme tabanlı bir öğretimi bir ünite boyunca uygulamıştır. Araştırmacılar modelleme uygulamasının epistemolojik özellikleriyle ilgili olarak, öğrencileri su döngüsünde rol oynayan fenomenler hakkındaki akıl yürütmelerinde neden-sonuç ilişkileri kurmak için kritik öneme sahip olan temel faktörleri ve süreç basamaklarını belirleyebildiklerini ifade etmiştir.

Sistem Modeli:

Bilimsel modeller, fiziksel eserler, kavramsal diyagramlar, matematiksel ifadeler, hesaplamalı algoritmalar, simülasyonlar ve sembolik gösterimler dahil olmak üzere çeşitli şekillerde sunulabilir. Biçimleri ne olursa olsun, bilimsel modeller bilim insanlarının bilgiyi nasıl oluşturdıkları hakkında içgörüler sağlar. Bir model mümkün olduğunca çok sayıda özelliği ve olguyu açıklayabilmeli, ancak aynı zamanda olabildiğince basit olmalıdır.

Bu model türü fen eğitiminde yaygın olarak kullanılan, bir sistemi bileşenleri ve etkileşimleri açısından tanımlayan sistem modelidir. Karmaşık sistemler birçok farklı bilimsel alanın temel yönüdür. Bu durum biyoloji dersi için de geçerlidir. Bir sistem modeli, değişiklikler meydana geldiğinde tüm sistemin özelliklerini ve davranışlarını tahmin etmede özellikle kullanışlıdır. Örneğin, bir organizma içinde gerçekleşen süreçler (fizyoloji), organizma ile çevre arasındaki etkileşim (çevre biyolojisi) ve türler içinde ve arasında farklı organizmalar arasındaki etkileşimler (ekoloji) en iyi şekilde sistem modelleriyle açıklanır. İklim değişikliği gibi doğal olgular doğası gereği tamamen anlaşılamayacak kadar büyük ve karmaşık olduğundan, "çalışılan sistemi tanımlamak- sınırlarını belirtmek ve bu sistemin bir modelini açık hale getirmek- uygulanabilir fikirleri anlamak ve test etmek için araçlar sağlar"

(NRC, 1996). Modeller, öğrencilerin gerçek dünyada doğrudan gözlemlemesi zor olan olguları keşfetmelerini sağlayabilir (Linn ve Eylon, 2011) ve bunlarla etkileşim kurma deneyimi, bu tür temsiller olmadan elde edilmesi zor olan bir anlayış sağlar (Ainsworth, 2008).

Mekanik bir modelin aksine, bir sistem modeli, bileşenler arasında belirli ilişkilerin neden var olduğu konusunda çok fazla açıklama veya gerekçe sunmaz. Aksine bir sistem modelinin gücü, etkileşimli bileşenlere dayanan ilişkisel akıl yürütmede ve sistem sonuçları hakkındaki tahmin gücünde yatmaktadır (Ke vd., 2021). Mekanik modeller, olayların neden meydana geldiğinin nedensel mekanizmalarını ortaya koyarken, sistem modelleri öğrencilerin temsil edemeyeceği kadar karmaşık ve dinamik olan tüm çok seviyeli alt sistemlerdeki nedensel süreçleri adım adım bilmeden, incelenen sistemlerin davranışlarını tahmin etmeyi amaçlar.

Fen eğitiminde özellikle biyoloji dersinde örneğin ekolojik sistemler hakkında bilgi edinirken, genlerin, bireylerin, popülasyonların ve toplulukların nasıl birbiriyle ilişkili olduğu vurgulanmaktadır. Bir akvaryum sisteminde, hayvanlar bitkilerin fotosentez için ihtiyaç duyduğu karbondioksiti sağlar ve bitkiler bakıların enerjiyi kullanması için ihtiyaç duyduğu oksijeni sağlar. İnsan biyolojisinde, olaylar anatomik, biyokimyasal ve fizyolojik düzeylerde meydana gelir. Örneğin viral bir hastalıkta solunum sisteminin hücresel düzeyde ve organ sistemi düzeyinde aksaklıklar meydana gelir. Yapılar (bir sistemin parçaları), davranışlar (bir sistemin ‘nasıl’ı veya mekanizmaları) ve işlevler (bir sistemin ‘neden’i) arasında karmaşık ilişkiler vardır. Bu düzeyler birbiriyle ilişkilidir ve sistemin bir düzeyinde veya bileşeninde meydana gelen bir bozulma diğerlerini kolayca etkileyebilir. Bu durumu düzenlemek için çoğu biyolojik sistemin dinamik bir dengeye ulaştırılması gerekir. Sistem dengede kalmak için kendini sürekli olarak yeniden kalibre ettiğinden, farklı seviyeler arasındaki etkileşimler dinamiktir. Karmaşık sistemler insanın dünyayla etkileşiminde önemli olduğundan, bu sistemleri anlamak bilimsel okuryazar bireyler olmanın bir parçasıdır (Sabell, 2006).

Karmaşık sistemler çok düzeyli organizasyon, bağlantılar, heterojen bileşenler ve görünmez dinamik süreçlerle karakterize edilir (Ferrari ve Chi, 1998). Bu tür sistemlerin farklı seviyelerindeki ilişkiler sezgisel olarak açık değildir (Duncan ve Reiser, 2005). Bu nedenle sistemsel süreçlerin öğrenimi ve öğretimi de zordur. Dolayısıyla modelleme yoluyla bu sistemlerin öğrenimini kolaylaştırmak için literatürde çok sayıda araştırma yapılmıştır

(Dickens ve Sengupta, 2013; Fortus vd., 2019; Hmelo-Silver vd., 2007; Stratford vd., 1998; Zangori vd., 2017).

Dickens ve Sengupta, (2013) yürüttükleri çalışmada ilkokul öğrencilerinin sistem modeli tabanlı destekli etkileşimler yoluyla, basit bir av avcı ekosistemindeki popülasyon dinamikleri için çok seviyeli açıklamaları nasıl geliştirdiğini incelemiştir. Başka bir ifadeyle ilkokul 4. Sınıf öğrencilerinin basit bir kuş-kelebek ekosisteminde av-avcı dinamiklerini modelleyen bir hesaplamalı modelleme tabanlı öğretim süreci ile destekli etkileşim yoluyla doğal seçim ile ilgili açıklamalarının nasıl geliştiğini gözlemlemiştir. 10 öğrenci ile yarı yapılandırılmış görüşme gerçekleştirerek öğrencilerin sistem modeliyle etkileşimleri sırasında gerçekleşen kavramsal gelişim sürecine ve öğrencilerin ön test-son test yanıtları arasındaki nitel farklılıkların neler olduğuna odaklanılmıştır. Durum çalışması olarak belirlenen araştırma yönteminde bireyin bakış açısını daha derin bir anlayış sağlaması amacıyla benimsenmiştir. Sonuç olarak yapılan analizde ön testte yüksek ve düşük performans gösteren öğrenciler arasında (popülasyon seviyesindeki davranışları açıklayabilme açısından) farklılıklar olmasına rağmen, bu farklılıkların son testte ortadan kalktığı görülmüştür.

Fortus vd. (2019) yaptıkları çalışmada üç ortaokuldan yedinci sınıf öğrencileri ve öğretmenleriyle sınıf ortamında enerji üretimine yönelik iki farklı yaklaşım kullanarak dünya-sarkaç kütle çekim sistem modellerinin enerji bilgisinin gelişimine katkısını araştırmıştır. Yarı yapılandırılmış görüşmeler ve ön test-son test gerçekleştirerek sistem modellerinin kullanıldığı grubun diğer öğrencilere göre daha iyi performans gösterdiğini tespit etmiştir. Araştırmacılar, sistem modellerinin öğrencileri enerjiyle ilgili olarak daha tutarlı bilgi ağları geliştirdiğini gözlemlemiştir. Bunun yanında bilişsel olarak bilgi ağları olan fikirlerin iyi koordine edildiğini, yeni senaryoları yorumlamak için modelleri en etkili şekilde kullandıklarını ifade etmiştir. Sonuçta öğrencilerin her iki ünite de önemli öğrenme kazanımları göstermesinin büyük ölçüde hepsinin enerjiyle ilgili olguları anlamlandırmak için üç boyutlu öğrenmeye katılım göstermesinden kaynaklandığını vurgulanmıştır.

Benzer şekilde Silver ve Pfeffer, (2004) öğrencileri sistemin yapısal, davranışsal ve işlevsel yönlerini vurgulayan kavramsal temsiller oluşturmaya dahil etmenin yararlı olduğunu savunmuştur. Karmaşık sistemler için, NetLogo (Wilensky ve Reisman, 2006) gibi bilgisayar tabanlı bir modelleme aracı, anlaşılması zor olan veya ortaya çıkan sistem

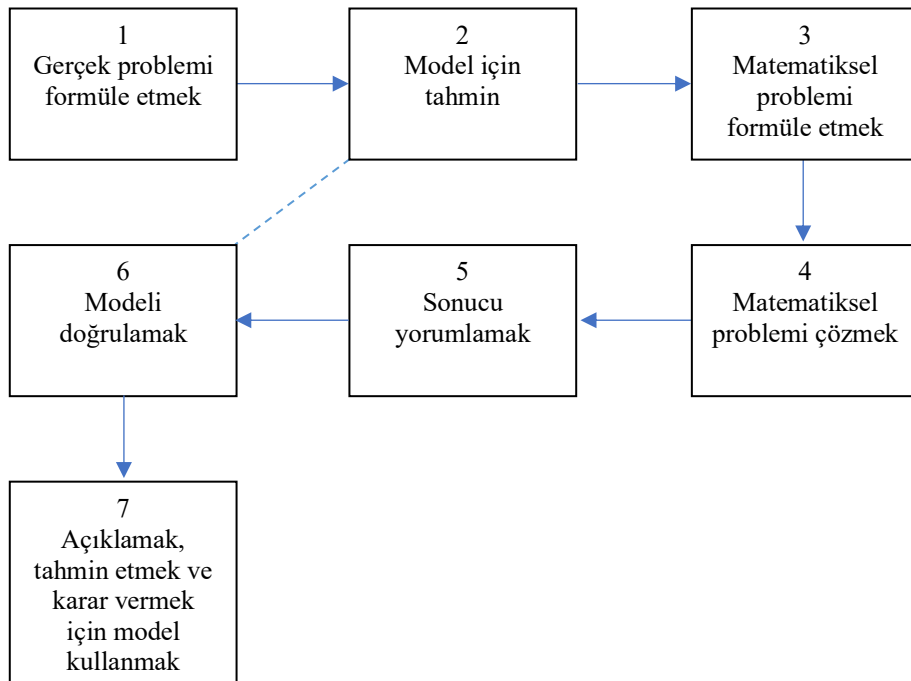
davranışlarını keşfetmeye yardımcı olmak için sıklıkla kullanılır. Bilgisayar tabanlı öğrenme ortamları, öğrencilere temel bileşenlerle ilişkili değişkenleri değiştirerek ve önceden belirledikleri kurallara göre simülasyonlar çalıştırarak sistem hakkında tahminlerde bulunma fırsatı sunar. Ayrıca öğrencilerin sistem modellerinin sınırlarını anlamalarını sağlar. Sonuç olarak sistem modelleri karmaşık biyolojik sistemler birbiriyle ilişkili yapısal, davranışsal ve işlevsel seviyelerden oluşmaktadır. Bunu göz önünde bulundurarak, sistem modellerinin öğrencilerin karmaşık sistemler hakkında nasıl düşündüklerini açıklayabilen bir temsil sağlar (Goel vd., 1996). Sistem modeli bir sistemdeki yapıların yürüttüğü işlevsel ve nedensel roller hakkında etkili bir şekilde muhakeme yapmayı sağlar. Çünkü bu model sistemin parçalarını, sistemdeki amaçlarını ve işlevlerini olanak sağlayan mekanizmaları hesaba katmaktadır (Hmelo-Silver vd., 2011). Bu araştırmada da öğrencilerden COVID-19 bağlamında sistem modellerinin tasarlanması süreci ele alınmaktadır.

Matematiksel Model:

Fen eğitiminde, matematiksel modelleme, bilimsel araştırmalar yoluyla deneysel verilerden türetilen ve fenomenlerin belirli niteliklerini nicelleştiren ve ölçen modeller geliştirmeyi ve kullanmayı içerir (Lehrer ve Schauble, 2004; Malvern, 2000). Matematiksel model, bir sistemin davranışını anlamak ve açıklamak için matematiksel dili kullanan bir temsil biçimidir. Başka bir deyişle, gerçek dünyadaki bir sistemin ya da olayın temel özelliklerini, semboller, denklemler ve sayılar aracılığıyla ifade eden bir açıklama veya özet olarak tanımlanabilir. Matematiksel modeller yaklaşık değerlerdir ve her zaman gerçekte ölçülen şeyi üretmezler (Ornek, 2008). Matematiksel modeller, kavramlar arası ilişkilerden ortaya çıkan, grafikler ile temsil edilebilen ve problemlerin yorumlanmasında ve çözülmesinde aktif olarak rol oynayan modellerdir. Bu modellerin öğretiminde modelin ortaya çıkış sürecinin grafikler, çizilen diyagramlar, histogramlar ve matematiksel denklemler üzerinden gözlem yapılması sağlanarak içselleştirmesi ve anlamlı hale getirilmesi sağlanmaktadır (Ayvaci, Küçük ve Bebek, 2021). Burghes ve Borrie (1979) ise matematiksel modellemeyi ‘gerçek dünya’ problemlerinin matematiksel modellere dönüştürme biçimi ve ayrıca sonuçların gerçek dünya durumlarına nasıl uygulanabileceği olarak tanımlamıştır. Başka bir deyişle, matematiksel modeller, gerçek hayattaki problemleri anlamaya ve çözmeye yardımcı olan zihinsel yapıların, matematiksel ifadeler veya formüller şeklinde dönüştürülmüş halidir. Kısaca matematiğin kimya, fizik, biyoloji gibi birçok alana uygulanmasıdır (Ornek, 2008). Fen eğitiminde bazı formül ve eşitlikler matematiksel

formüller ile ifade edilmektedir. Örneğin; Newton'un ikinci hareket yasası $F=ma$ ' yı ele aldığımızda denklem, kuvvet ile hareketteki değişiklikler arasındaki neden-sonuç ilişkisini matematiksel olarak tanımlar: Bir cismin ivmesi, cisme etki eden net kuvvetin büyüklüğüyle doğru orantılıdır. Öğrencilerin hareketle ilgili çok çeşitli fenomenleri (örneğin, serbest düşen bir nesne) açıklamasını ve tahmin etmesini sağlar. Bu nedenle matematiksel modellerin önemli epistemik hedeflerinden bir altta yatan olgulara veya sistemlere gömülü temel nedensel ilişkiler hakkında nicel bir anlayışa doğru ilerlemektir (Ke vd., 2021). Kline'ın (1985) görüşü ise, matematiksel modellerin tüm modeller arasında en soyut, doğru ve öngörücü olduğudur. Ancak, $F=ma$ gibi modeller yalnızca sınıflarda nadiren bulunan sürtünmesiz durumlarda işlev görür; bu nedenle, bu modellerin ideal doğası kabul edilmelidir. Öğrencilerin matematiksel modeller için sözlü veya yazılı nitel açıklamalar oluşturmaları da önemlidir (Hewitt 1987)

Burghes ve Borrie, (1979) tarafından tanımlanan matematiksel modelleme Şekil 2.6'daki gibi özetlenebilir. Sol taraf (1-6-7 numaralı kutular) gerçek dünyayı, sağ taraf (3 ve 4 numaralı kutular) matematiksel dünyayı temsil etmektedir. Orta kısım (2 ve 5 numaralı kutular) gerçek ve matematiksel dünyalar arasındaki bağlantıyı temsil etmektedir. Orta kısımda, problem önce basitleştirilir ve matematiksel dile dönüştürülür ve daha sonra matematiksel çözüm gerçek dünyayla uyuşup uyuşmadığı kontrol edilebilir. Genellikle, matematiksel modellemede, problem çözmeye başlamadan önce problemin belirlenmesi, doğrulama ve tahmin bölümleri, önemli noktalar arasında yer almaktadır.



Şekil 2.6. Matematiksel Model (Burghes ve Borrie, 1979)

Matematiksel modellerin bir diğer epistemik hedefi, öğrencilerin deneysel süreçleri ve ilişkili temel matematiksel kavramları anlayarak doğal dünyayı anlamalarına yardımcı olmaktır. Bunun nedeni bilimsel deneyler yürütmenin öğrencilerin verilerden örüntüler keşfetmesini, bu örüntüleri ölçmesini ve sonra bunları matematiğin dilini ve sembollerini kullanarak temsil etmesini gerektirmesidir. Matematiksel kavramlar ile bilginin birleştirilmesi, bilimsel anlayışı geliştirmek için kritik öneme sahiptir (Ke vd., 2021). Çünkü matematik hakkındaki bilgi, belirli bilimsel konuları ve sorgulama süreçlerini anlamak için önemlidir, ancak tek başına çalışıldığında öğrencilerin kavraması genellikle sezgisel değildir ve zordur (Ke vd., 2021).

Matematiksel modellemenin fen eğitiminde kullanımına örnek olarak Lehrer ve Schauble'ın (2012) beşinci sınıfların katılımıyla gerçekleştirdiği araştırma verilebilir. Araştırma modelleme konusunda sağlam bir anlayış edinmenin, öğrencinin kendi düzeyinde modelleme pratiğine katılmaya başlamasıyla en iyi şekilde başarılabileceğini iddia etmektedir. Bu çalışmanın amacı ise öğretim süreci boyunca öğrencilerin bilime yönelik bir modelleme yönelimi geliştirme yaklaşımını; bu yaklaşımın biyolojideki temel kavramsal fikirleri (ekosistem, değişkenlik, evrim) ele almak üzere nasıl yapılandığına açıklamasını sunmaktır. Beşinci sınıf öğrencilerinin bitki büyümesini modellemek ve bunun hakkında muhakeme yapabilmek için bir dönem boyunca gözlem yapması sağlanmıştır. Ünite kapsamına önce soruları cevaplamak için (örneğin, gübre veya ışık bitki büyümesini etkiledi mi?) bitkilerin hangi özelliklerinin ölçüleceği (örneğin boyu) belirlenmiştir. Araştırma sürecinde öğrencilere birçok kavram hakkında anlayış geliştirdikçe verileri temsil etmenin farklı yollarını denemiş, daha sonra bitki büyümesi hakkında yeni fikirler oluşturarak verilerdeki gözlemlenen farklılıkların yapısal farklılık mı yoksa rastgele örnekleme sebebiyle şanstı mı kaynaklandığı yönünde yeni anlayışlar ortaya koymasına yardımcı olmuştur. Ayrıca araştırmacılar matematiksel modelleme uygulamasını anlamlı kılmak için öğrencilerin yalnızca modellerin son durumlarını ve altta yatan tahminleri hakkında bilgi edinmenin aksine neyi, nasıl ölçecekleri, verileri nasıl analiz edip temsil edecekleri ve fenomenlerin özellikleri hakkında hangi çıkarımlarda bulunacakları konusunda eleştirel düşünceleri gerektiğinin altını çizmiştir.

Ke vd. (2021) çalışmasında buraya kadar bahsedilen üç temel bilimsel model türünün dışında da modellerin bulunabileceğine dikkat çekmiş ve bu model türlerinin birbiriyle örtüşebileceğini veya birbirini tamamlayıcı şekilde kullanılabileceğini ifade etmiştir. Örneğin, bir ekosistem üzerine oluşturulan sistem modelinin içerisinde, bitkilerin fotosentez ve solunum gibi süreçlerini açıklayan mekanik modeller de yer alabilir. Genel olarak, doğrudan gözlemlenemeyen bilimsel süreçleri adım adım nedensel bağlamda açıklamak için mekanik modeller; çok bileşenli yapıların davranışlarını öngörmek amacıyla sistem modelleri ve nedensel ilişkilerin sayısal yönlerini açıklamak için ise matematiksel ya da veri temelli modellerden yararlanılmaktadır.

2.2.1.2. Sosyobilimsel model

Öğrenciler bilimsel anlayış ve yeterliliklerini geliştirirken, daha geniş bir konu hakkında sistemsel düşünme sürecini deneyimlemelidir. SBK'nın sosyal boyutları göz önüne alındığında, sosyobilimsel sistem düşüncesi yalnızca bilimsel fikirlerden daha fazlasını içermektedir; öğrencilerin geliştirdiği bilimsel anlayışlar, karmaşık bir konunun çeşitli boyutlarını görme biçimlerini de etkilemektedir. Bu doğrultuda öğrencilere konunun odak noktası olarak hizmet eden fikirleri ve uygulamaları kullanma ve kendi bakış açılarını ve önceliklerini bütünleştirme ve bunlar üzerinde düşünme şansı sunar (Ke vd., 2020).

Ke ve ark.'nın (2021) sosyobilimsel konular bağlamında bilimsel okuryazarlığı geliştirmek için model geliştirilmesi ve kullanılmasına ilişkin yürüttüğü çalışmada karmaşık sosyobilimsel sorunları veya sistemleri göstermek, açıklamak ve tahmin etmek amacıyla sosyal faktörleri dikkate alan temsilleri ifade etmek için 'sosyobilimsel model' terimini kullanmıştır. Bu modeller, fen derslerinde sıklıkla karşılaşılan modellere benzese de, disiplinler arası niteliktedir çünkü disiplinler arası bilgiyi tek bir tutarlı temsilde birleştirir. Çok yönlü sosyobilimsel sorunları anlamak, geleneksel olarak bilimsel olarak kabul edilen kapsamın dışında kalan faktörleri dengelemeyi içerir (Zeidler, 2014). Sosyal faktörlerin bilimsel bilginin sosyal veya kültürel yönlerinin (Galili, 2018) aksine bir sorunun sosyal boyutlarına (tarih, ekonomi, kültür) odaklanılmıştır. Bu aynı zamanda bilimin doğasının önemli bir boyutudur. Bu nedenle sosyobilimsel modeller doğası gereği çok disiplinlidir ve farklı biçimler alabilir.

Sistem modelleri önemli sistem bileşenlerini oklar kullanılarak birbiriyle olan ilişkisini gösterir ve faktörler arasındaki neden-sonuç bağlantısına odaklanır. Sosyobilimsel model ise

bu sistemi daha genişleterek toplumun sistemi şekillendirme yollarını ve sistemdeki ekonomik faydaları, ekolojik zararları ve riskleri de içerebilir. Toplumsal faktörleri temsil etmek, modellemeyi ekosistemin sağlığı, çevresel ayrımcılık ve sağlığın sosyal belirleyicileri arasındaki ilişki gibi sosyal-toplumsal sorunlar hakkındaki tartışmalara entegre etmek için temel oluşturur. Sosyobilimsel modeller, ekonomi, siyaset, tarih, kişisel deneyimler ve toplum bilgisi gibi bilim dışındaki alanlardan elde edilen bilgiye de yer vererek daha bütünsel bir anlayışı oluşturma fırsatı sunar (Ke vd., 2021)

Sosyobilimsel modelleme konusu: COVID-19

COVID-19 pandemisi, kısa sürede tüm dünyayı etkileyen bir konudur. Pandemi, insan yaşamını yalnızca sağlık alanında değil, eğitim, ekonomi ve sosyal hayat gibi farklı alanlarda da etkilemeye devam etmektedir. Medyada her gün pandemiyle ilgili farklı veriler yayımlanmakta, uyulması beklenen yeni kurallar duyurulmakta ve korunma yollarına dair çeşitli bilgiler paylaşılmaktadır. Bu bilgiler ve hükümetler tarafından alınan kararlar, zaman zaman toplumda tartışmalara yol açmakta ve bireylerin hayatlarına dair kararlar almalarını gerektirmektedir. Aşı olmak veya maske takmak gibi kararlar yalnızca karar vericiyi etkilemekle kalmadı, aynı zamanda toplumun ve toplumun fiziksel, zihinsel ve ekonomik sağlığını daha geniş bir şekilde şekillendirdi (Ke vd., 2021). Dolayısıyla, COVID-19 pandemisi toplum üzerinde büyük ölçüde etkili olduğu, farklı akademisyenlerin bu konuda farklı görüşler ifade edebildiği, bireylerin farklı kararlar alabildiği ve toplumda anlaşmazlıklara yol açabildiği için bir SBK olarak değerlendirilmektedir (Evren-Yapıcıoğlu, 2020).

Hem sağlık sorunlarına hem de çeşitli toplumsal zorluklara yol açan COVID-19, konu temelli öğretimle ele alınabilecek bir içerik olarak tanımlanabilir (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2018). Çünkü COVID-19, öğrencilerin uzun süre deneyimlediği ve etkilerinin hala sürdüğü en önemli ve acil bir konudur. Fen eğitimi yoluyla bireylerin sadece virüsün bilimsel yönlerini anlamaları değil, daha önemlisi pandemiye küresel toplumun sorumlu birer bireyleri olarak yanıt vermelerini desteklemeleri, çok boyutlu sorunları anlayabilmeleri ve kanıta dayalı kararlar alabilmeleri için gerekli bilgi ve becerilerle donatılması büyük önem taşımaktadır (Dawson ve Carson, 2020). COVID-19 pandemi süreci, bireyleri birçok bilimsel, etik ve ahlaki ikileme karşı karşıya bırakan bir SBK olduğundan, bu konunun müfredata dahil edilmesi; bireylerin benzer konularla ilgili karar verme becerilerini, bilimsel düşünme alışkanlıklarını ve akıl yürütme yetilerini geliştirmek açısından gereklidir (Evren-

Yapıcıoğlu, 2020). Dolayısıyla, öğrencilere sosyolojik düşünme fırsatları sunmanın yanı sıra, verileri inceleme ve insan uygulamalarını sorgulama imkânı tanınması (Reiss, 2020), aynı zamanda bilimdeki belirsizliğin doğasını ve etkilerini açıklamaya odaklanarak toplumun bilimi anlama düzeyini artırma işlevi de görebilir (Sarıbaş ve Çetinkaya, 2021). Bu çalışmada COVID-19 konusu, güncel, yeni ve etkileri hâlâ birçok alanda hissedilen bir konu olması nedeniyle tercih edilmiştir.

İlgili literatür incelendiğinde, bireylerin çevre sorunları, iklim değişikliği, klonlama ve genetik mühendislik gibi günümüzde sıkça karşılaşılan konularla ilgili bilimsel bilgileri değerlendirerek etkili karar vericiler olarak yetiştirilebilmeleri amacıyla, fen derslerinde SBK'lara yer verilmesi gerekliliğine yönelik artan bir vurgu olduğu görülmektedir (Bell vd., 2011; Eastwood vd., 2012; Khishfe, 2012a, b; Matkins ve Bell, 2007; Sadler vd., 2004). Nitekim modern toplumların sorunları, çözümleri bilim ve bilimsel araştırmalara dayanan karmaşık sosyobilimsel problemlerdir. Bu duruma verilebilecek en güncel örnek, birçok ikilemi içinde barındıran ve bireylerin akıl yürütmesini ve karar vermesini gerektiren bir sosyobilimsel konu olan COVID-19 pandemisidir (Han-Tosunoğlu ve Özer, 2022). Sadler vd. (2020)'ye göre pandemiyi çok yönlü etkileri olan bir SBK olarak ele almak büyük önem taşımaktadır. COVID-19 pandemisinin bir SBK olması ve bireylerin bu bağlamda akıl yürütmesini gerektirmesinin yanı sıra, güncel araştırmalar bunun bilimsel kavramların (virüsler, genetik, immünoloji vb.), bilimsel bilginin doğası öğretimi için pek çok uygulama sunmaktadır (Shi, 2022; García-Carmona, 2021; Bergman, 2022). Ayrıca literatürde, COVID-19 pandemisini bir sosyobilimsel konu olarak ele alan sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır (Han-Tosunoğlu ve Özer, 2022; Sarıbaş ve Çetinkaya, 2021; Şengül, 2023; Ke vd., 2021).

Özetle, incelenen literatürde COVID-19 pandemisini bir SBK olarak ele alan çalışmalar, katılımcıların pandemiyle ilişkili durumlarda ortaya koydukları argümanları ve akıl yürütme örüntülerini incelemekte ya da COVID-19 pandemisi bağlamında öğretilen bilimsel kavramların öğretimini ve bilimsel bilginin doğası boyutlarını tanımlamaktadır. Literatürde COVID-19 pandemisiyle ilgili modelleme etkinliklerinin oluşturulup SBK öğretimi bağlamında öğrencilere sunulması ve bunun öğrencilerin argümantasyon becerisi, sosyobilimsel muhakeme, epistemolojik inanç, ahlaki muhakeme becerisi ve alan bilgisi gibi değişkenlerinin tamamına yansımaları aynı anda ele alan herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Çalışmada COVID-19 bağlamı birçok model türü için odak konu olarak

seçilmiştir. Çünkü COVID-19 pandemisi öğrencilerin hem bilimsel hem de sosyal boyutlarına aşına olup yakın zamanda deneyimlediği varsayılmıştır. Diğer bir sebebi de öğrencilerin sosyobilimsel modellerle ilk defa karşılaşacağı için COVID-19 konusunun bu model türüyle tanışabilmesi için uygun bir bağlam olarak düşünülmüştür (Ke vd., 2023). Bu nedenle, bu çalışma, COVID-19 pandemisini bir SBK olarak ele alıp, çeşitli modelleme etkinlikleriyle SBK öğretiminin uygulandığı öğrencilere nasıl yansıdığını incelemektedir.

2.2.2. Modelleme

Model ve modellemenin; bilimsel bilginin üretilmesi, bilimin ilerlemesi, teknolojinin gelişmesi ve bilim eğitimi açısından önemli bir yeri vardır (Gilbert, Reiner ve Nakhleh, 2008; Harrison ve Treagust, 1998; Van Driel ve Verloop, 1999). Aynı zamanda bilimsel metodolojinin bir parçası olarak kabul edilmektedir (Gilbert, 2008). Model oluşturma sürecini bir eylem olarak tanımlamak, akıl yürütmeyi yapan bilişsel etkenlerin, yani bilim insanlarının önemini vurgular (Giere, 2010; Gouvea ve Passmore, 2017; Passmore vd., 2014). Modelleme olarak da adlandırılan bu süreç, bilimsel bilginin üretilmesi ve değerlendirilmesinde merkezi bir rol oynayan uygulamadır (Giere, 1988; Gilbert, 1991). Bir eylem olarak incelenen bir olgunun davranışını tahmin etmek veya bir yönünü açıklamak için bir çerçeve görevi gören bir modelin geliştirilmesini kapsar (Passmore, Gouvea ve Giere, 2014). Nersessian (1998), model geliştirme sürecini, bilimin aksiyomatik anlayışlarına dayanan ve temsiller oluşturmayı, benzetme yapmayı ve düşünce deneylerini içeren bir süreç olarak tanımlar. Bir bütün olarak, bu yinelemeli süreç, incelenen bir olgunun açıklayıcı değerlendirme sağlayan bir modelin geliştirilmesini içerir. Bu nedenle, bilim insanları bir model geliştirdiklerinde modelleme yaparlar ve bir olguyla ilgili bir soruyu yanıtlayan, kanıtlara dayalı bir dizi fikir geliştirirler (Passmore vd., 2014). Shwarz vd. (2009) ise modellemeyi fenomenleri açıklamak ve tahmin etmek için anlam oluşturma araçları olarak hizmet eden bilimsel modelleri geliştirme, gözden geçirme ve kullanma epistemik uygulaması olarak tanımlamaktadır. Özetle bilgi, modelleme süreci yardımıyla geliştirilmektedir.

Modellemenin temel amacı, gözlemlerden yola çıkarak bir sistemi, olayı veya süreci temsil eden bir fikrin test edilmesi, yani ortaya konulan fikrin temsil yeteneğinin kanıtlara dayalı olarak değerlendirilmesi şeklinde tanımlanabilir (Windschitl, Thompson ve Braaten, 2007). Örneğin konuyla ilişkili bilimsel olguların modellemesiyle uğraşmak, öğrencilere hedef bilimsel fikirler hakkında derin anlayışlar geliştirmeleri ve aynı zamanda temel

bilimsel uygulama geliştirmeleri için fırsatlar yaratır (Zangori vd., 2017). Modelleme süreci, model oluşturma, kullanma, değerlendirme ve yeniden düzenleme adımlarını içermektedir (Kenyon, Davis ve Hug, 2011; Nelson ve Davis, 2012). Bu doğrultuda modelleme süreci; bir soru ya da problemle karşılaşma, fenomenin nedensel ya da bütünsel ilişkilerine yönelik geçici modeller veya hipotezler oluşturma, bu hipotezleri test etmek amacıyla sistematik gözlemler yapma, gözlemlere dayanarak fenomene ilişkin bir model geliştirme, bu modeli kullanışlılık, öngörü gücü ve açıklama yeterliliği gibi standartlara göre değerlendirme, modeli yeniden düzenleme ve yeni durumlara uyarlama adımlarıyla tanımlanabilir (Windschitl vd., 2007).

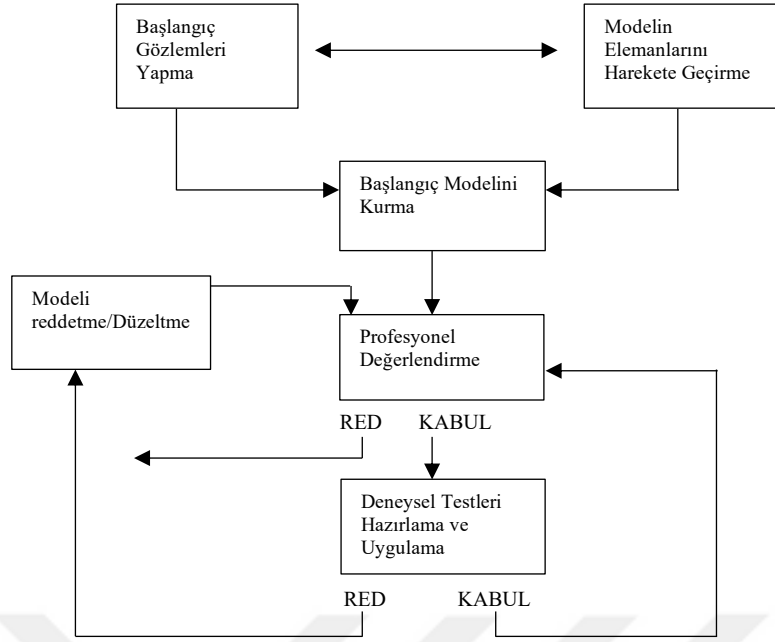
Model ve modelleme kavramları arasındaki bağlamsal ilişkinin varlığı model oluşturma ve kullanma sürecinin anlamsal ve kavramsal boyutta örüntü haline gelmesini ve sürecin döngüsel bir biçimde görselleştirilmesi gerekliliğini ortaya çıkarmaktadır (Windschitl, Thompson ve Braten, 2008). Bu noktadan hareketle konu alan uzmanları tarafından modelleme döngüleri tasarlanmıştır. Bu modelleme döngüleri aşağıdaki gibi özetlenmiştir.

Clement'in (1989) modelleme döngüsü, öğrencilerin açıklayıcı modelleri öğrenme sürecinde laboratuvar çalışmaları ve nicel prensiplerin temel alındığı yöntemler yerine, analogilerden yola çıkarak "hipotez kurma – değerlendirme – uyarlama" yollarını izlemeleri gerektiğini vurgulamaktadır. Döngünün ilk adımı olan hipotez kurma, gözlem yapma ve model elemanlarını harekete geçirme aşamalarını içerir. Bu süreçte, ilgili aşamalar arasındaki karşılıklı oklar, gözlem yaparak model oluşturmaya başlayanın her zaman doğru bir yaklaşım olmayabileceğini, başlangıç modellerinin de gözlemleri etkileyebileceğini ifade etmektedir.

Döngünün ikinci adımı, rasyonel ve deneysel olmak üzere iki aşamalı bir değerlendirme sürecidir. Rasyonel değerlendirme, oluşturulan modelin daha önce geliştirilmiş modellerle tutarlılığını analiz eder. Deneysel değerlendirme ise, modelin kabul ya da reddi için deneylerin tasarlandığı aşamadır. Her iki değerlendirme aşamasında da model reddedilebilir veya düzeltilebilir. Eğer model, önceki modellerle tutarlıysa, süreç uyarlama aşamasına geçer. Uyarlama aşamasında, deneysel tasarımlar geliştirilerek model test edilir ve bu aşamada modelin kabul edilme ve reddedilme olasılığı eşittir.

Clement (1989) tarafından geliştirilen ve üç ana basamak ile beş alt basamaktan oluşan modelleme döngüsü, Ünal-Çoban (2009) tarafından Şekil 2.7'de detaylı bir şekilde sunulmuştur.



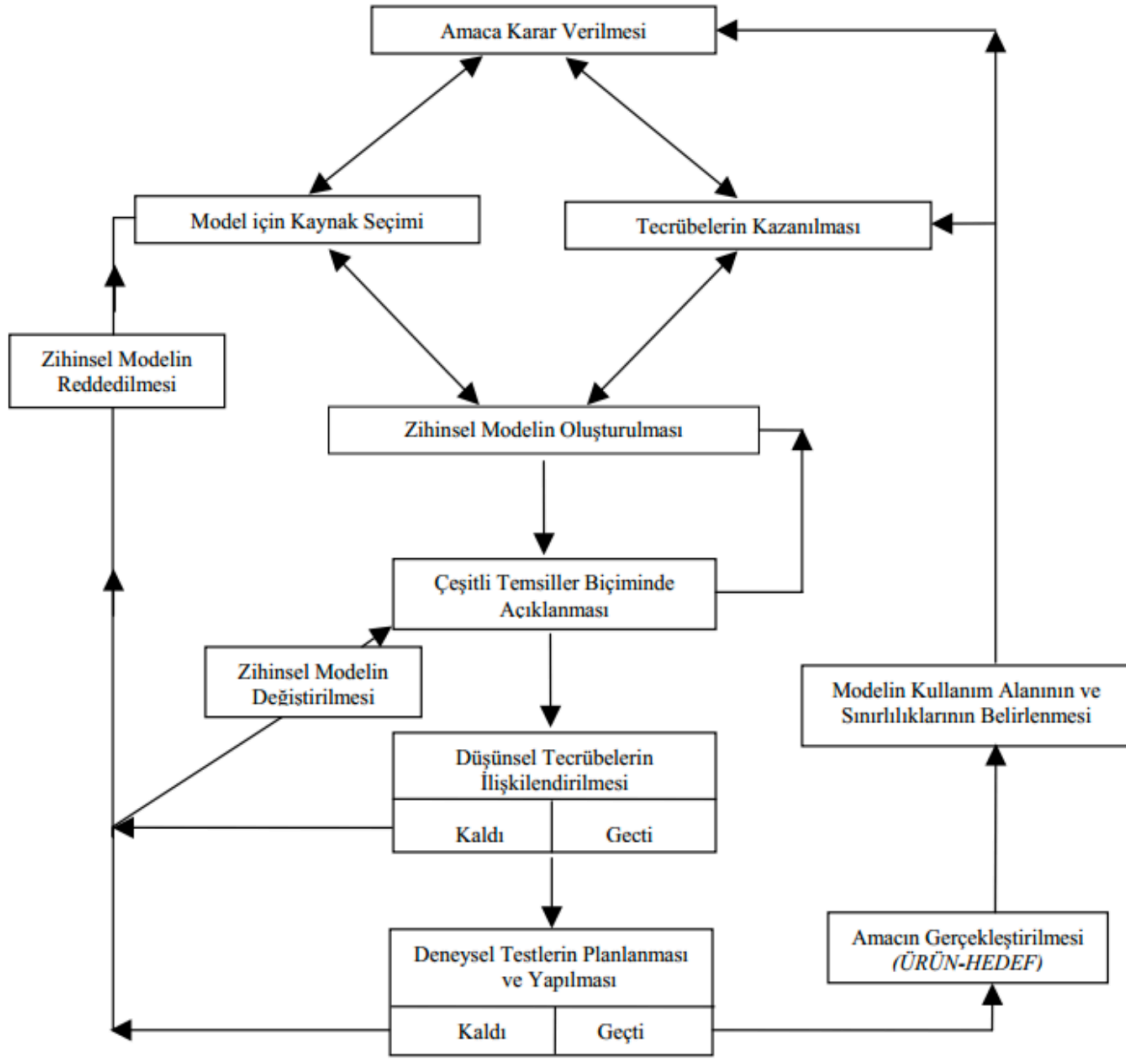


Şekil 2.7. Clement'in (1989) modelleme döngüsü (Akt.Ünal Çoban, 2009)

Justi ve Gilbert (2002), modelleme sürecinin, belirli epistemolojik kararlara dayandığını ve bu süreci etkili bir şekilde yürütebilmek için gerekli yeterliliklere sahip olunması gerektiğini vurgulamışlardır. Bu bağlamda, modellerle ilgili öğrenme sürecini beş temel alanda tanımlamışlardır:

1. **Modelleri öğreterek modelleri öğrenmek:** Öğrencilerin, modellerin doğasını ve işlevlerini anlamalarına yardımcı olmak.
2. **Modelleri kullanmayı öğrenmek:** Modelleri bir problem çözme aracı olarak kullanmayı öğrenmek.
3. **Modelleri düzeltmeyi öğrenmek:** Mevcut modellerdeki eksiklikleri ya da hataları tespit ederek onları iyileştirmek.
4. **Modelin yeniden yapılandırılmasını öğrenmek:** Modelleri, yeni durumlara veya bağlamlara uygun hale getirmek için yeniden düzenlemek.
5. **Yeni model oluşturmayı öğrenmek:** Daha önce var olmayan bir modeli, belirli bir problem veya durumu açıklamak amacıyla tasarlamak ve geliştirmek.

Bu öğrenme alanları, öğrencilerin yalnızca modelleri anlamasını değil, aynı zamanda onları geliştirme, değerlendirme ve uygulama süreçlerinde aktif olarak yer almasını sağlayarak modelleme sürecine bütüncül bir yaklaşım sunmaktadır (Justi ve Gilbert, 2002).



Şekil 2.8. Justi ve Gilbert'in (2002) modelleme döngüsü

Justi ve Gilbert'in modelleme sürecine ilişkin Şekil 2.8'de sunulan yaklaşıma göre, modelin özellikleri ve oluşturulma amacının bir arada değerlendirilmesi, modelleri öğretmek öğrenme sürecinde model ile hedef arasındaki bağlantıların güçlendirilmesine olanak tanımaktadır. Bu modelleme döngüsü, öncelikle bir amaç belirleme adımıyla başlamaktadır. Bu aşamada üzerinde çalışılacak problemin açık bir şekilde tanımlanması oldukça önemlidir. Sahip olunan bilgi birikimi ve deneyim doğrultusunda uygulama sürecine geçilmesi, özellikle modelin doğası ile ilgili kavrayışa katkıda bulunmaktadır. Amaç, bir olayın veya davranışın açıklanması, nedenlerinin anlaşılması ya da belirli koşullarda olası davranışların tahmin edilmesi gibi durumları kapsayabilir. Bu doğrultuda, araştırmacılar sürecin problem çözmeye yönelik devam etmesi gerektiğini ve bu hedefe ulaşmak için yeni bir model mi oluşturulacağı yoksa mevcut bir modelin mi kullanılacağına karar verilmesinin kritik olduğunu ifade etmişlerdir.

Oluşturulacak modelin, doğrudan ya da dolaylı olarak gözlemlere dayanması, bireyin sürece aktif katılımını sağlayarak deneyim kazanmasına yardımcı olur. Bu deneyim, modele yönelik uygun kaynakların seçilmesini daha anlamlı hale getirmektedir. Başka bir ifadeyle, amaç belirleme sürecinde bireyin modelleme yapılacak kaynak üzerinde deneyim kazanması ve olayı gözlemlemesi gerekmektedir. Böylece bireyin bilgi birikimi ve zihinsel modelleri, modelleme sürecine entegre edilebilmektedir. Modelleme süreci, kaynak seçimi ve kaynak ile hedef arasındaki ilişkilerin analogik aktarımı yoluyla ilerler. Sürecin sonunda birey, ilk zihinsel modelini oluşturur.

Zihinsel modellerin modelleme sürecine dahil edilmesinden sonra, bu modellerin ifade edilmesi ve modeldeki örüntülerin keşfedilerek sonuçların çıkarılması süreci başlar. Bu aşamada, zihinsel modelin görsel, matematiksel, sözel veya materyal olarak ifade edilme biçimine karar verilir. Elde edilen sonuçların olumlu ya da olumsuz durumlarına bağlı olarak ya zihinsel model yeniden oluşturulur ya da uygulama sürecine devam edilir. Bu ifade etme ve zihinsel modelin uyarlanması, döngüsel bir süreç içinde yürütülerek sürekli geliştirilebilir.

Model oluşturulduktan sonra, zihinsel modele yönelik düşünce deneyleri gerçekleştirilerek olası durumların keşfedilmesi hedeflenir. Uygulama süreci sırasında, modelin problem durumuna ve belirlenen amaca uygunluğu değerlendirilir ve bu değerlendirme sonucunda modelin başarılı ya da başarısız olduğu belirlenir. Zihinsel model, düşünce deneyinde başarısızlık gösterirse, modelleme döngüsü yeniden başlatılarak önceki aşamalardan geçilir. Eğer başarılı bir sonuç elde edilirse, model gerçek bir senaryoda deneysel olarak test edilir.

Modeli düzeltmeyi ve yeniden yapılandırmayı öğrenmek, hedef, model, amaç, problem ve değerlendirme arasındaki ilişkiyi ayrıntılı bir şekilde analiz etme ve düzenleme imkanı sunar. Yeni bir model oluşturmayı öğrenmek ise makro düzeyden mikro düzeye geçerken ayrıntılı ve spesifik özelliklerin fark edilebilmesinin bir göstergesidir. Justi ve Gilbert (2002) tarafından ortaya konan modelleme döngüsü, Clement'in (1989) modelleme döngüsünden esinlenerek geliştirilmiştir. Bu doğrultuda, Justi ve Gilbert'in (2002) modelleme süreci, zihinsel modellerin deneysel olarak sınanması üzerine odaklanmıştır. Bu bağlamda, araştırmacıların modelleme sürecini teorik model oluşturma süreci olarak yorumladıkları söylenebilir.

Nunez-Oviedo'nun (2004) geliştirdiği modelleme sũreci, Clement'in (1989) modelleme dũngũsũnũ temel alarak oluşturulmuş bir yapıdır. Bu sũreç ũç ana aşamadan oluşur: makro dũngũler, mikro dũngũler ve Ȕđretim yolları.

Makro dũngũler, Ȕđretmen (dış halka) ve Ȕđrenci (iç halka) dũngũleri olmak ũzere iki temel yapıdan oluşur. Ȕđretmen dũngũsũ, modelleme sũrecinde Ȕđretmenin sınıf içindeki davranışlarını tanımlarken, Ȕđrenci dũngũsũ, Ȕđrencilerin modelleme sũrecindeki bilişsel sũreçlerini kapsar. **Mikro dũngũler**, her bir makro dũngũnũn içinde yer alarak bu dũngũlerin temel mekanizmasını oluşturur. Mikro dũngũler; Ȕđretme, dũřũnce ũretme, gȔzden geçirme ve modelde değişiklik yapma sũreçlerine rehberlik eder. **Ȕđretim yolları** ise Ȕđretmenlerin sınıf içinde modelleme etkinliklerini etkili bir şekilde gerçekteştirmek için kullandıkları yȔntemlerdir. Bu yȔntemler, Ȕđrencilerin zihinsel durumları arasında uyurşmazlık yaratan ve mevcut zihinsel durumlarını destekleyen yollar olmak ũzere iki kategoriye ayrılmaktadır.

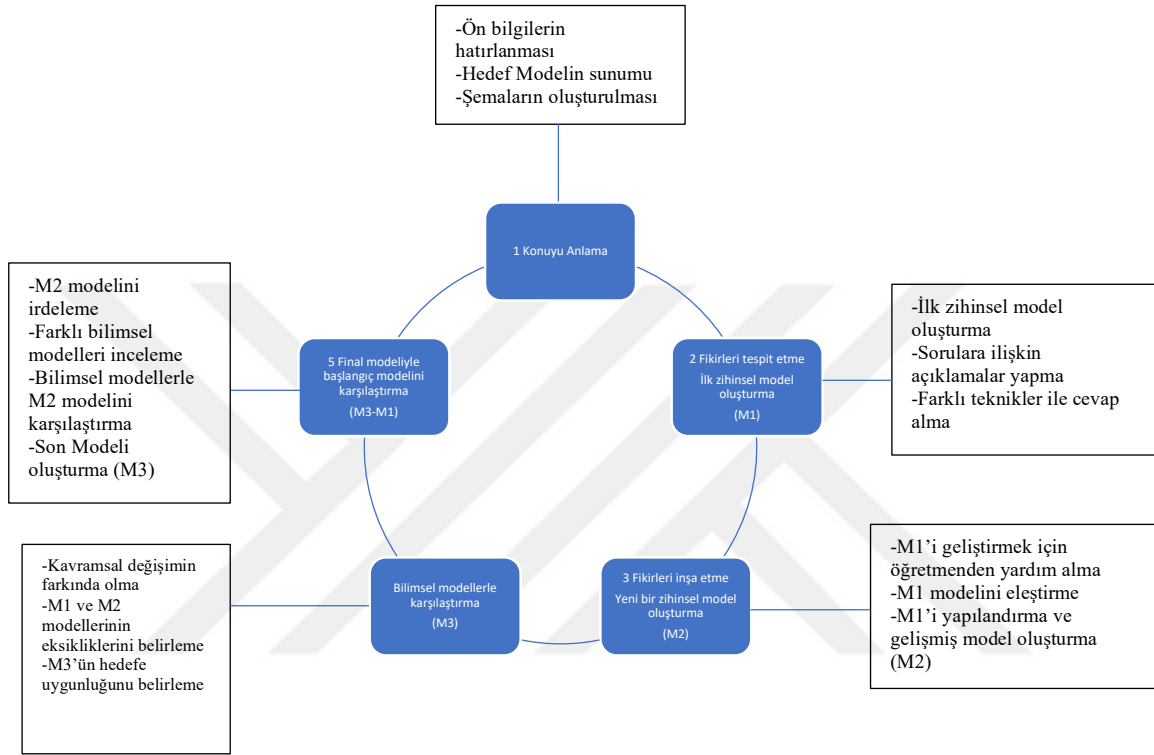
Nunez-Oviedo'nun (2004) geliştirdiği modelleme dũngũsũ, şekil 2.9'da detaylı olarak gȔsterilmiřtir. şekil incelendiğinde, **birinci aşama** olan makro dũngũ, konunun tanıtımıyla başlar. Bu başlangıçta Ȕđretmen, Ȕđrencilerin konuya ilişkin Ȕn bilgilerini ortaya çıkarır ve hedef modelin ne olduğu hakkında bilgi verir. Bu sũreçte, Ȕđretmen gũnlũk hayattaki deneyimlerden faydalananarak Ȕđrencilerin zihinsel bağlamalarını ağığa çıkarmayı amaçlar.

İkinci aşama, fikirleri tespit etme basamağıdır ve şekil 2.9'da 2 numarayla gȔsterilmiřtir. Bu aşamada, Ȕđrencilerin ilk zihinsel modelleri (M1) belirlenir. Ȕđretmen, Ȕđrencilerin sorularını yanıtlayarak rehberlik eder. Bu adım, modelleme sũrecine başlama noktasını oluşturur ve Ȕđrencilerin ilerlemesini değerlendirmek ağığından kritik bir Ȕneme sahiptir.

ũçũncũ aşama, fikirleri inşa etme sũrecidir ve 3 numarayla kodlanmıştır. Bu aşamada Ȕđretmen, Ȕđrencilerin oluşturduğu zihinsel modelleri yȔnlendirir ve sentez modellerin ortaya çıkmasına katkıda bulunur. Ȕđrenciler, bu sũreçte mevcut zihinsel modellerini eleştirir ve hedef modele yȔnelik orta dũzeyde zihinsel modeller (M2) geliştirirler.

Orta dũzeyde geliştirilmiş zihinsel modellerin oluşumunun ardından, **4. aşama** olan modeli karşılaştırma sũrecine geçilir. Bu basamakta, Ȕđrenciler Ȕđretmenin sunduğu bilimsel model ile kendi oluşturdukları modeller arasındaki benzerlikleri ve farkları analiz eder. Ȕđrenciler bu karşılaştırmaların ardından gerçekte hayatta kullanılabilecek modeller (M3) oluşurma fırsatı bulurlar.

Son olarak, **5. aşamada**, öğrencilerden başlangıçta oluşturdıkları ilk zihinsel modelleri (M1) ile son haline getirdikleri uyarlanabilir modelleri (M3) karşılaştırmaları istenir. Bu aşamada, öğretmenler öğrencileri modellerini gözden geçirmeleri, kendi kavramsal değişimlerini görmeleri ve bu değişimleri bilişsel bir perspektiften yorumlamaları konusunda teşvik eder.



Şekil 2.9. Nunez-Oviedo'nun (2004) modelleme döngüsü

Halloun (2004) tarafından Şekil 2.10'da gösterilen modelleme yoluyla öğrenme süreci beş basamaklı döngüden meydana gelmektedir. Bu döngüde ilk basamak keşfetme ile başlamaktadır. Keşfetme basamağında öğrencilerin yeni bir model oluşturmaya motive edildikleri bir aşamadır. Kanıt ve sözde model olmak üzere iki bölümden oluşmaktadır. Öğrenciler kanıt aşamasında bilişsel dengesizlik yaşayacakları bir durumla karşılaşmakta ve ön bilgilerinin ya da varsa daha önceden yapılandıkları modellerinin bu durumu açıklamada yetersiz kaldığını fark ederek durumu açıklayacak model yapılandırma ihtiyacı hissetmektedir. Yardımcı modeller aracılığıyla yeni modelin oluşumu sözde model aşamasında başlar. Bu aşamada öğretmen rehberliğinde öğrenciler kendi sözde modellerini tartışmaktadır ve modellerini iyileştirmeye çalışmaktadır. Genel bir ifadeyle keşfetme basamağında öğrenci sahip olduğu zihinsel modelleri kullanarak problemi çözümlmeye ve

anlamalı hale getirmeye çalışmaktadır. Ancak amaçlanan durum sahip olunan zihinsel modellerin problem çözüm sürecinde yeterli olamayabileceğini göstererek öğrencinin dikkatini durumu açıklayabileceği akla uygun bir modele odaklayarak model oluşturma sürecine geçişi sağlanmaktadır.

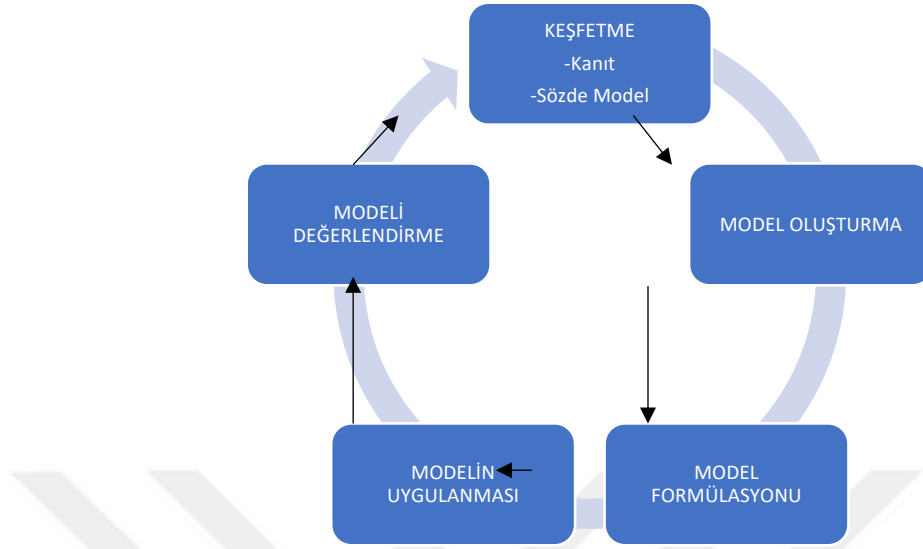
Model oluşturma basamağında Halloun'a (2004) göre modelleme yoluyla öğrenme halkasının etkinliği ve verimliliği büyük ölçüde keşif aşaması ve özellikle model oluşturma aşamasına bağlıdır. Bu aşamada öğretmen bu aşamada düzenleyici olup, öğrenciyi hedef durumla ilgili akla uygun bir modele odaklayarak buradan çıkarımsal edinimler elde etmesini sağlamaktadır. Bu aşamada önceki aşamada oluşturdukları sözde modellerini karşılaştırarak akla uygun tek bir model üzerinde uzlaşırlar. Uzlaştıkları bu model bir çeşit hipotez modeli olur. Bu durumu sınıfta yapılacak deney, gözlem veya öğretmen tarafından yapılmış bir deneyin verilerinin verilmesi yoluyla bir araştırma süreci tasarlanması izler.

Oluşturdukları hipotez modeli ise gerçek dünya ile hedef arasında bağlantı kurmasına ve formülasyon adı verilen deneyimleme sürecine geçişi kolaylaştırır. Formülasyon sürecinde öğrenciler işbirlikçi gruplarda çalışırlar ve tasarladıkları deneyi ya da gözlemi gerçekleştirirler ve bu yolla bir önceki aşamada oluşturdukları aday modellerini deney sonuçlarını kullanarak iyileştirirler. Bu aşamada öğrenci elde ettikleri verilerini kullanarak modelin gerçekleştirilebilir olduğuna karar vermesi gerekmektedir. Bunun için modeli matematiksel olarak gösterirler ve rasyonel olarak inceleyerek eksik kalan noktaları tamamlamaya çalışarak raporlarını hazırlarlar.

Modelin formülasyonu sürecinde karşılaşılan fiziksel olayları açıklamada, kestirmede ve kontrol etmede kullanılarak gerçek hayata uyarlanır. Bu aşama, modelin gerçek öneminin anlaşıldığı kısım olarak tanımlanır. Çünkü öğrenciler bu aşamada modelin kullanımı ile ilgili hazırlanan etkinliklerde yine grup çalışması yaparak model hakkında yeni anlayışlar geliştirirler.

Son aşamada ise öğrencilerin geliştirdikleri modelin farklı durumlarda da uygulanabilir oluşunun değerlendirilmesinin ardından meydana gelebilecek muhtemel sorunlara yanıt aranarak değerlendirme sağlanmaktadır. Kısaca bu aşama öğrencilerin daha önceki aşamalarda başardıkları pragmatik değerlendirmenin bir özetidir. Bu aşamada karşılaşılan herhangi bir değerlendirme probleminde öğrenciler Şekil 2.10'da dairesel çizgilerle

gösterilen yolu takip ederek geri dönerler ve grup çalışmaları, sınıf tartışmaları veya hazırlanan raporlardan yararlanarak problemin kaynağını bulmaya çalışırlar.



Şekil 2.10. Halloun'un (2004) modelleme döngüsü

Bu modelleme süreci açıklamalarına yakından bakıldığında, literatürde modelleme süreci hakkında bir fikir birliği olduğu görülmektedir. Araştırmacıların modelleme sürecinin bir uyarıcı ve dört ayrı adımı içerdiği konusunda hemfikir oldukları açıktır. Uyarıcı genellikle süreci başlatan bir olguyla ilgili bir soru veya problemdir. Dört adım ise şunlardır: (a) incelenen olgu hakkında sistematik gözlemler yapmak ve/veya deneyimler toplamak, (b) bu gözlemlere ve deneyimlere dayalı olarak olgunun bir modelini oluşturmak, (c) modeli yararlılık, tahmin gücü veya açıklayıcı yeterlilik standartlarına göre değerlendirmek ve (d) modeli revize etmek ve yeni durumlarda uygulamaktır (Constantino, 1999; Hestenes, 1992; Lehrer ve Schauble, 2006; Lesh vd., 2000; Metcalf, Krajcik ve Soloway, 2000; Windschitl, Thompson ve Braten, 2008).

2.2.3. Fen eğitiminde modelleme

Önceki bölümlerde ifade edildiği gibi, fiziksel bir model, yapay bir sistemin gerçek fiziksel sistemle ortaklaşa özelliklerinin temsil edildiği bir yapıdır. Bilim, fiziksel gerçekliklere karşılık gelen ve kavramsal sistemlerle ilgilenir. Paradigmalar ve teoriler kavramsal olarak karmaşık sistemlerdir ve fiziksel bir model sade bir formda ayrıntılı bilgi sunabilir. Kavramsal sistemler ve kavramsal anlama fen eğitimi açısından da öğretim programının içeriğini dolduran ağırlıklı bilgi yapısıdır (Ünal Çoban, 2021).

Modellerin doğasını, amaçlarını ve kullanımlarını anlamamanın yanı sıra, öğrencilere modelleri önerme, test etme ve değerlendirme konusunda rehberlik etmek, öğretmenlerin öğrenci fikirlerine dikkat etmesini gerektirir. Çünkü onların kavramları, sınıfta gözlemledikleri fenomenlerin modellerini oluşturmak için destek noktaları sağlar. Bu nedenle, öğrencileri modellemede bilişsel araçlar olarak desteklemek isteyen eğitimcilerin, öğrenci merkezli bir sınıfa yönelik bir yönelime ihtiyaçları olacaktır. Woolridge’e (2000) göre, fen öğretiminde modelleme sürecini kullanmanın sebebi iki düşünce etrafında toplanabilir. İlki fen, fen biliminin yapıldığı gibi öğretilmelidir düşüncesinden yola çıkarak bilim insanlarının modellemeyi ve model tabanlı düşünmeyi soyut düşünceyi somut yapmak, karmaşık olguları basitleştirmek, işleyiş ve süreci ön görmek ve açıklamak olarak ifade etmiştir. Modelleme bilim insanlarının teorilerini yaratma çabalarında önemli bir yöntemdir. Modelleme bilginin oluşturulmasına ve bilginin doğasının öğretilmesine olanak sağlamaktadır. İkincisi ise modelleme kavramsal değişimde önemli bir etken olmasıdır. Çünkü öğrenciler modelleme yaparken kendi öğrenmelerini yönetirler, onlara bilgiyi oluşturma ve öğrenme fırsatı verilmektedir. Bunun için öğrenciler fikirlerini paylaştıkça, öğretmenler öğrencilerin muhakemelerini açıklamaları için teşvik etmeli ve öğrencilerin paylaştıkları fikirleri geliştirmelerine yardımcı olmalıdır (Hammer ve Schifter, 2001). Fikirlerle olan bu dikkat, öğretimi ilerletmek için öğretmenin arabuluculuğunu da gerektirir. Halloun (2007), öğretmenlerin sınıfları modellemedeki rolünü bir rehber ve hakem rolüne benzetir (2007, s.681). Öğretmen, öğrencilerin hem kendi fikirleri hem de sınıftaki diğerlerinin fikirleri üzerinde müzakere etmelerine yardımcı olduğu için bir rehberdir. Öğretmen, öğrencilerin hangi fikirlerin üzerine inşa edileceğine ve hangi fikirlerin bir kenara bırakılacağına karar vermelerine yardımcı olduğu için bir hakemdir. En önemlisi, bu modelleme eylemi aracılığıyla öğretmenler öğrencilere kendi anlayışlarını oluşturma fırsatları sunmalı, sınıfları bilgi aktarımında kullanılan “geleneksel okul bilimi” yaklaşımından uzaklaştırarak öğrenmeye yönelik kavramsal anlayış odaklı bir yaklaşıma doğru yönlendirmelidir (Ünal Çoban, 2021).

Benzer şekilde Duit ve Glynn (2005) ise modellemenin fen eğitiminde kullanılmasının amaçlarını şu şekilde sıralamıştır. Bunlar:

- Modeller, öğrencilerin, fenomenlerin temel özelliklerini anlamalarında kolaylaştırıcı rol oynamaktadır. Bu açıdan bakıldığında öğretmenlerin yeni modeller oluşturma önemli görülmektedir.

- İlgili fenomenler, hedef kitledeki öğrencilerin seviyesinin üzerinde olması durumunda modeller, öğretimin içeriğini oluşturmaktadır.
- Öğretim ve öğrenmede modeller, yardımcı araçlar olarak kullanılmaktadır.
- Modelleme, günlük yaşamda karşılaşılan ve gerçekleşen bir durumdur. Dolayısıyla bilinmeyen bir durumun açıklanmaya çalışılması gerektiğinde açıklanan durumla ilgili benzerlikle aranır ve kendiliğinden modelleme işlemleri gerçekleşmektedir.

Ancak araştırmalar, öğretmenlerin bu bilimsel uygulamaya ilişkin anlayışlarının ve uygulamalarının değişken olduğunu ve bunun modelleme uygulaması için sorunlu olabileceğini göstermektedir. Örneğin, Van Driel ve Verloop (1999), öğretmenlerin genellikle modellerin yüzeysel açıklamalarını sunduğu sonucuna ulaşmıştır. Benzer şekilde, Justi ve Gilbert (2002b), öğretmenlerin sınıflarında modelleri nasıl kullandıklarıyla ilgili yaptıkları çalışmada, anket katılımcılarının, modelleri bilimsel bilginin nasıl oluşturulduğunu öğretmek için araçlar olarak görmektense, içeriklerine daha fazla odaklandıklarını ifade etmiştir. Öğretmenlerin modellemenin bilgi üretmenin bir yolu olduğunu anlasalar ve öğrencilerini modelleme sürecine dahil etmeye çalışsalar bile, modeli bir akıl yürütme aracı olarak kullanmak yerine içerik sunmaya yöneldiği görülmüştür. Ancak, Van Driel ve Verloop (1999) da bazı öğretmenlerin bir modelin açıklayıcı gücünü belirleyebildiğini tespit etmiştir. Williams ve Clement (2015, s.5) "örnek, model tabanlı bilim eğitimcileri" ni araştırmış ve öğretmenlerinin öğrenci tarafından oluşturulan modelleri güncel veya tarihsel modellerle uzlaştırmada zorluk çekmelerine rağmen, katılımcılarının öğrencileri bilişsel araçlar olarak konumlandıklarını belirtmiştir.

Fen eğitimi alan öğrencileri genellikle öğretmenlerin beklediğinden daha zayıf modelleyiciler olup ortaokul öğrencileri genellikle bir modelin yüzeysel benzerliklerinden öteye gidememektedir. Grosslight vd. (1991), öğrenci-uzman modellemesini öğrencilerin modellerin yapısı ve amacı hakkındaki 'inançları' açısından incelemiştir. Birçok alt sınıftaki ortaokul öğrencisini seviye-1 modelleyici olarak sınıflandırmıştır. Çünkü öğrencilerin modeller ve gerçeklik arasında birebir uyum olması gerektiğine inanmaktadır (modeller, oyuncaklar veya gerçek nesnelerin küçük kopyalarıdır). Onlar için modeller 'doğru' olmalıdır ve modelin biçiminde fikir veya amaç aramamıştır. Bazı ortaokul öğrencileri ise modellerin fikirlerin temsilleri olmaktan çok gerçek dünya nesneleri veya olayları olarak kaldığı ve modelin temel amacının fikirleri keşfetmekten çok iletişim olduğu seviye-2'ye ulaşmaktadır. Uzmanlar tek başına modellerin çoklu olması gerektiği; düşünme araçları

olması gerektiği ve modelleyici tarafından epistemolojik ihtiyaçlarına uyacak şekilde kasıtlı olarak değiştirilebileceği seviye-3 kriterlerini karşılamıştır. Bazı öğrenciler karışık seviye 1/2 ve 2/3 seviyelerine düşmüştür. Bu birçok fen eğitimi öğrencisinin modelleri gerçeklik olarak gördüğü ve öğrenci modellemesinin ilişkisel olmaktan çok algoritmik olduğunu göstermektedir. Bu birçok öğrencinin ayrıntılarını, anlamını ve uygulamalarını ezberleyebilmek ve testlerde ‘gerçekleri’ yeniden üretebilmek için en uygun veya ‘doğru’ modeli aradığı anlamına gelmektedir. Araştırma sonucu ise modelleme düzeyleri ve entelektüel konumları etrafında öğretim, öğrencilerin ilgi alanları ve ön bilgileri karşılandığı takdirde modellerle bilimsel düşünmeyi ve çalışmayı öğrenebileceklerini göstermiştir.

Harrison ve Treagust (1998), 8. sınıftan 10. sınıfa kadar 48 öğrenciyle bir çalışma yürüttü. Öğrencilerin modelleri kafalarında nasıl canlandırdıklarının bir resmini çıkarmak için görüşmeler yapıldı. Bu çalışma, öğrencilerin bir atomun zihinsel anlayışının ne olduğuna odaklandı. Bu derste kullanılan modeller, öğrencilerin bilim içeriğini öğrenirken oluşturdukları zihinsel resimler oldukları için geleneksel bilimsel modellerden farklıydı. Bu çalışma, öğrencilerin bilimsel bir süreci hatırlamalarına yardımcı olmak için öğrendikleri şeylerin zihinsel resimlerini doğal olarak geliştirdiklerini ileri sürmektedir. Öğrencilerin zihinsel resimlerinin neye benzediğini keşfetmek için araştırmacılar, öğrencilerden bir atomun neye benzediğini tanımlamalarını isteyen görüşmeler yürütmüştür. Daha sonra, bir atoma benzeyebilecek farklı çizimler veya nesneler gösterilmiş ve hangisinin kafalarında bir atomu nasıl canlandırdıklarını en iyi şekilde temsil ettiğini seçmeleri istenmiştir. Çalışma, zihinsel modellerin her öğrencinin modelinin kendi kavramlarına göre öznel olması nedeniyle en etkili modelleme biçimi olmayabileceğini ortaya koymuştur (Harrison ve Treagust, 1998). Harrison ve Treagust'un (1998) çalışmasından elde edilen bulgu, her öğrencinin modelleri nasıl resmettiklerine dair bir tür açıklama veya bağlantı üretebilmesidir. Hiçbir öğrencinin zihinsel bir model üretmediğine dair bir kanıt bulunamamıştır. Araştırmacılar zihinsel modeller en etkili modeller olmasa da her öğrenci beyninin bilimsel içeriği kavramsallaştırmasına ve hatırlamasına yardımcı olmak için bilimsel fenomenlerin zihinsel bir modelini oluşturmasında önemli olduğunu ifade etmiştir.

Literatür incelendiğinde yapılan araştırmaların çoğunda modelleme uygulamanın fen sınıflarına aktarılabilirliğini ve böylece öğrencilerin çalışmalarının bilim insanlarının çalışmalarına benzer olabileceği savunulmuştur (Passmore vd., 2014; Schwarz ve White, 2005; Windschitl vd., 2008). Araştırmacılar, bilimin epistemik amacının (doğal fenomenleri

açıklamak) bilimsel süreci bilimsel yöntemden daha gerçekçi bir şekilde temsil etmenin bir aracı olarak üretken bir şekilde kullanılabileceğini öne sürmektedir (Gilbert, 1991; Passmore vd., 2014; Windschitl vd., 2008). Özetle model tabanlı akıl yürütme yapan bilişsel araçlar olan öğrenciler modelleme yoluyla hem bilimsel bilgi üretir hem de değerlendirme yapmaktadır (Gouvea ve Passmore, 2017). Bu doğrultuda öğrencinin muhakeme yapması, model ve modelleme arasındaki farkı işaret etmektedir. Bu tür bir anlayışı teşvik etmek için, öğretmenlerin en azından modellerin fen eğitiminde nasıl kullanıldığını anlamaları ve modellerin hem bilimde hem fen sınıflarında (ne için kullandıkları konusunda) faydasını, bir olguyu açıklamak için birden fazla modelin kullanılabileceğini (olgunun hangi yönünün araştırıldığına bağlı olarak) ve modellerin yeni kanıtlar ışığında yeniden düzenlenebileceğini (Oh ve Oh, 2011) anlamaları gerekmektedir. Diğer bir ifadeyle farklı özelliklere sahip modellerin kullanımının aynı olguyu temsil etme, açıklama ve tahmin etmede nasıl farklılık gösterebileceği hakkında çok az şey bilinmekte bunun yanında öğrencilerin hangi konu ve amaçlar için hangi tür modelleri geliştirip kullanmasının daha uygun olabileceği hakkında da pek fazla araştırmaya rastlanmamıştır. Bu durum modellerin sınıftaki uygulayıcısı olan öğretmenler için de zorlayıcı bir durumdur. Birçok bilimsel olgu zaman ve güvenlik kısıtlamaları nedeniyle sınıfta yeniden üretilemese de, bu nesnelerin ve süreçlerin modelleri mevcuttur. Modeller erişilebilirdir ve öğretmenler öğrencilerin modellerle etkileşim halinde olmaktan memnun olduğunu (Harrison, 1996) ve modellemenin önemli bir yapılandırmacı öğretim stratejisi olduğunu bilmektedir. Bu nedenle, öğrencilerin okul fen derslerinde bilimsel modelleri oluşturma, işleme ve yorumlama yollarını keşfetmek önemlidir (Harrison ve Traugust, 2000).

Yukarıda bahsedilen bilgilere paralel olarak modellemeye dayalı öğretimin birçok üstün yönlerinin yanında zayıf yönlerinin de bulunduğu söylenebilir. Bunları kısaca özetlemek gerekirse, modellemenin öğrencilerde yaratıcılığı geliştirmesi, farklı zeka seviyesindeki öğrencilere hitap etmesi yani bireysel öğrenmeyi vurgulaması, derse aktif katılamayan, düşüncelerini ifade etmekte zorlanan öğrencilerin bu yolla kendilerini ifade etme fırsatı yakalaması, öğrencilerin eleştirel bakış açısı sunması, öğrencideki kavram yanlışlarını ortaya çıkarması, süreç içerisinde grup çalışması yapılarak öğrencinin akran değerlendirme yapmasını sağlaması, öğrencilerin kavramsal bilgilerini zihinde canlanmasına yardım etmesi, farklı öğretim ortamları sağlaması, soyut düşünce, kavram ve olayların somutlaştırılması, öğrencileri teşvik etmesi, pratik yapma imkanı vermesi ve modellerin

yapısı, bilimsel çalışmaların ve bilimsel bilgilerin yapısı ile benzerliklerinden bilimin doğası anlayışı kazanmasına yardımcı olur.

Modellerin sınırlılıklarına bakıldığında ise fen eğitiminde modellemenin kompleks bir süreç olması, uygulama ve hazırlık aşamalarının zaman gerektirmesi, yapılacak modellerin sınırları ve amaçları açık ve kesin bir şekilde ortaya konulamaması, bir konu veya kavramla ilgili tam bir modelin olmaması, öğretmenin modelleme ile ilgili yeterli anlayışa sahip olmaması durumunda süreci yönetememesi, modelleme ve bilim doğası bağlamının öğretilmesinde zorluklar yaşanması sıralanabilir. Bu doğrultuda çalışmadaki amaçlardan biri de öğretmenlere çeşitli modelleme etkinlik örneklerini sunarak, öğrencilere çeşitli modelleme etkinlikleri kullanılarak farklı öğrenme ortamlarının öğrenciye katkısını ortaya koyarak ve SBK bağlamını da kullanarak modellemeye dayalı öğretimdeki bu sınırlılıkları en aza indirmektir.

2.2.4. Çoklu model kullanımı

Birden fazla temsil kullanmanın yaygın bir gerekçesi, bunun bir öğrencinin ilgisini çekme olasılığının daha yüksek olması ve bunu yaparken etkili öğrenme koşullarını teşvik etmede önemli bir rol oynamasıdır. Ancak bu çalışmanın temel amacı, çoklu model uygulamalarının öğrencinin öğrenmesinde ve modelleme süreçlerinin desteklenmesinde kullanılan farklı yolları ele almak ve çoklu model kullanımının yalnızca motivasyonel fayda sağlamakla kalmayıp aynı zamanda öğrenciyi öğretilen konu hakkında daha derin bir anlayışa yönlendirdiği görüşünü incelemektir. Birçok bilimsel kavram tanımlanabilmesi ve açıklanabilmesi için birden fazla modele ihtiyaç vardır. Harrison ve Traugust'a (2000) göre bir olgu ne kadar soyut ve gözlemlenemez olursa, birden fazla model kullanma olasılığı o kadar artar (örneğin atomlar ve moleküller, denge ve redoks) çünkü her model hedefin niteliklerinin yalnızca bir kısmını açıklar. Birçok durumda, bir kavramın modellerinin toplamı, iki nedenden dolayı tüm olgudan daha azdır: kavramın kendisi tam olarak anlaşılmamıştır ve modeller örtüşme eğilimindedir. Bu durum her ne kadar sezgisel gibi görünse de bilimsel araştırmalarda birden fazla model formüle etmek artık bir zorunluluk haline gelmiştir (Ke vd., 2021). Sadece bir modelin bir nesneyi veya süreci tam olarak açıklayamamasının sağlam nedenleri vardır, çünkü mümkün olsaydı, o bir model değil bir örnek olurdu (Harrison ve Traugust, 2020). Fen eğitimcileri sıklıkla çeşitli modellere başvururlar çünkü sadece bir model genellikle tüm istenen kriterleri karşılamaz. Örneğin genellik, gerçeklik, kesinlik gibi özellikler aynı anda karşılanamaz. Uzman öğretmenler

çoğunlukla bir kavramın önemli ve zor yönlerini vurgulamak ve keşfetmek için modeller kullanır ve bu durum temel fikirleri vurgulamak için modeli aşırı basitleştirerek en iyi şekilde elde edilir (Harrison ve Traugust, 2000). Weisberg, (2007) bu fikri daha da geliştirerek birden fazla model tasarlamının, bilimsel araştırma ve teori oluşturmada önemli bir rol oynayan kritik bir idealleştirme biçimi olduğunu ileri sürmektedir. Eşzamanlı birden fazla model kullanmanın diğer nedeni ise aynı kavramın oldukça farklı basitleştirilmiş ve/veya abartılı temsillerinin aynı anda kullanılması, öğrencilere hiçbir modelin eksiksiz veya 'doğru' olmadığı sinyali vermesidir. Birlikte ele alındığında ilişkili ancak farklı modellerin bir kümesi, ilgi duyulan fenomenlerin daha eksiksiz bir şekilde anlaşılmasına katkıda bulunur. Ainsworth (1999) çoklu model uygulamalarının işlevlerini tamamlama, sınırlama ve oluşturma olmak üzere üç başlık altında toplamıştır. Ainsworth (1999) bu işlevlerin açıklamasını aşağıdaki gibi detaylandırmıştır.

Çoklu modelleri tamamlayıcı rollerde kullanmak:

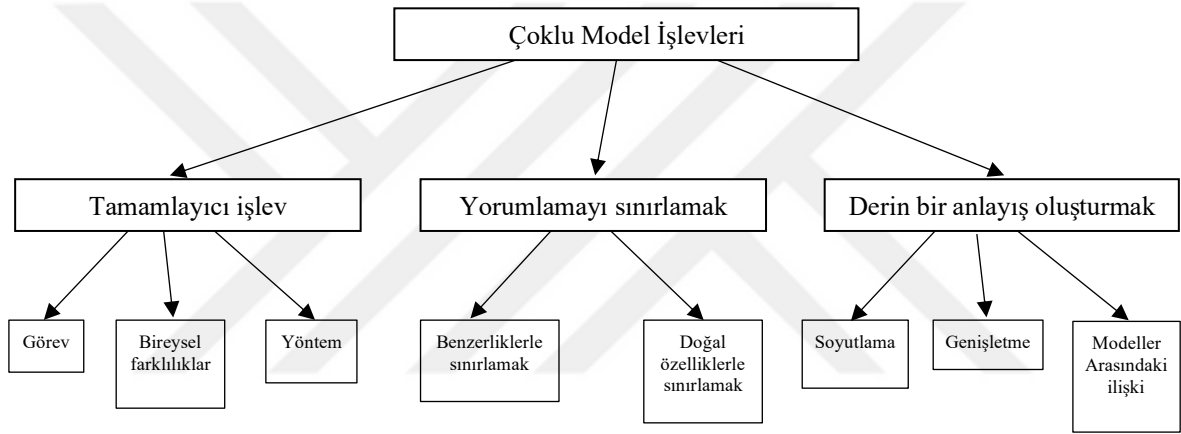
Öğrenme ortamlarında çoklu model uygulamalarını kullanmanın nedenlerinden biri, tamamlayıcı rollere sahip temsillerden yararlanmaktır; modeller arasındaki farklar, her birinin katkıda bulunduğu bilgide veya her birinin desteklediği süreçlerde olabilir. Birbirini bu şekillerde tamamlayan temsilleri birleştirerek, öğrencilerin avantajlarının tamamından yararlanacakları öngörülmektedir. Bir öğrenme ortamı birden fazla temsil seçeneği sunuyorsa, öğrenciler tercih ettikleri seçenekle çalışabilir. Öğrencilerin farklı modellerle ilgili değişen derecelerde deneyimleri ve uzmanlıkları olduğunda, uygun bir kombinasyon her biri en aşina olduklarını seçip kullanma konusunda özgür bırakır. Ayrıca çoklu modeller kullanarak iletilecek fazla karmaşık bilgi olduğunda öğrencilerin bireysel olarak daha basit ve daha kullanışlı temsiller oluşturmaya olanak tanır.

Yorumlamayı sınırlamak için çoklu model kullanma

Çoklu model kullanımının ikinci nedeni öğrencilerin modelin yorumlamasını sınırlamak için bir modeli kullanarak bir alanı daha iyi anlamasına yardımcı olmaktır (Örneğin, grafikler veya denklemler gibi daha soyut modellerin yanında somut çizimler sunan simülasyon ortamı). Diğer bir ifadeyle daha az tanıdık veya daha soyut olanın yorumunu desteklemek ve bir öğrencinin tanıdık olmayana anlamasını genişletirken veya yanlış anlamalarını gözden geçirirken destek sağlamaktır. Çoklu modellerin ilk kullanımının aksine, öğrencilerin model tasarlarlarken modeller arasındaki ilişkiyi kavrayabilmelerini sağlamaları gerekmektedir.

Daha derin bir anlayış oluşturmak için çoklu model kullanma:

Birden fazla temsile maruz kalmanın daha derin bir anlayış sağladığı iddia edilmiştir. Bunun soyutlama, genişletme veya modeller arasındaki ilişkiyi doğrudan öğretmek gerçekleştirileceği öne sürülmüştür. Örneğin Kaput (1989) temsillerin bilişsel olarak birbirine bağlanmasının, parçalarının toplamından daha fazla olan bir bütünü yarattığını, karmaşık fikirleri yeni bir şekilde görmemizi ve bunları daha etkili bir şekilde uygulamamızı sağladığını öne sürmektedir. Öğrencilere zengin bir öğrenme ortamı kaynağı sağlayarak, bu modeller arasında bilgi oluşturacakları düşünülmektedir. Bu tür bilgiler daha sonra modelin altta yatan yapısını ortaya çıkarmak için kullanılmaktadır. Benzer bir çalışmada Shwartz (1995) çoklu modellerin daha soyut bir anlayış üretebileceğine dair kanıtlar sunmuştur.



Şekil 2.11. Çoklu model uygulamalarının işlevsel özellikleri (Ainsworth, 1999)

Şekil 2.13'te de görüldüğü gibi Ainsworth (1999) çoklu modellerin tamamlayıcı, sınırlayıcı ve yapılandırıcı olmak üzere üç ana işlevinin olduğunu öne sürmektedir. Bu özelliklerin öğrenmeyi derinleştirmede önemli rol oynadığını belirtmektedir. İlk işlev olan tamamlayıcı bilgi içeren veya tamamlayıcı bilişsel süreçleri destekleyen temsiller kullanmaktır. İkinci işlev ise bir model, diğerinin kullanımında olası yanlış yorumlamaları sınırlamak için kullanmaktır. Son işlev çoklu model uygulamaları öğrencileri bir durum hakkında daha derin bir anlayış oluşturmaya teşvik etmek için kullanmaktır. Bu durum çoklu model uygulamalarının birbirlerinin eksiklerini tamamlamakta, ilgi çekme ve öğrenmeyi derinleştirme noktasında zorlayıcı bir rol üstlenmekte ve derin bir anlayış oluşturarak bilginin yapılandırılmasına hizmet etmektedir. Bu doğrultuda Harrison (1996) tarafından yapılan araştırma, birden fazla modele sürekli maruz kalmanın, 11. sınıf kimya öğrencilerinin önemli bir kısmının, modellerin gerçeklik değil, düşünme ve açıklama araçları

olduğunu fark etmeye başlamasına yardımcı olduğu iddiasını desteklemektedir. Ancak incelenen her ders kitabı, okuyucularını modellerin bir noktada bozulan insan icatları olduğu konusunda uyarıda bulunmada başarısız olmaktadır. Öğretmenler ayrıca öğrencilerinin sınıftaki analogik modellerin sınırlarını anladıklarını varsayabilirler; ancak Grosslight vd., (1991) bu inancın çoğunlukla asılsız olduğunu göstermektedir. Bu, öğrenciler için büyük bir düşünme ve öğrenme sorunu ortaya çıkarmaktadır. Öğrencilerin, modellerin uydurma ve gerçekliğin sınırlı temsilleri olduğunu fark etmeleri için zamana ve yardıma ihtiyaçları vardır. Benzer şekilde Ke vd., (2021) yürüttükleri çalışmada öğrencilerin farklı modellerin avantajlarını ve sınırlarını tanıyabilmelerinin ve bunları olguları veya sistemleri topluca açıklamak için kullanabilmeleri için kritik öneme sahip olduğunu ifade etmiştir. Grosslight vd., (1991) göre, birden fazla bilimsel modelin gerçekliği epistemolojik uzmanlığın bir işlevidir; ancak ortaokul öğrencileri genellikle bir modelin doğru olduğuna inanan 1. Seviye modelleyicilerdir. Bu nedenle, bu seviyedeki öğretmenler ve ders kitapları açıklama yapmadan bir modelden diğerine geçilmesi durumu öğrencilerde şaşkınlık yaratmaktadır. Deneyimsiz öğrenciler, öğretmenin doğru modeli bildiğine ve onlar için kavram yanılgısı, hangi modelin doğru olduğunu keşfetmek olduğuna inanmasıdır (Perry 1970). Buna karşılık, çoklu, esnek, amaçlı ve ilişkisel modelleme, bilimsel düşünmenin ve bu çalışmanın temelidir (Mayer, 1992; Gilbert, 1993) ve öğrencilerin bu anlayışının geliştirilmesi gerekmektedir.

Diğer bir çalışmada, Lemke (1998) "bilim yapmak, bilim hakkında konuşmak, bilim okumak ve yazmak için, doğal dünyadaki sözel söylemi, matematiksel ifadeyi, grafiksel-görsel temsilleri ve motor işlemlerini kanonik yollarla birleştirmek ve dengelemek gerekir" (s. 90) şeklinde ifade etmiştir. Bunun önemi, bilim insanlarının ilgi çekici nesnelerin grafiksel gösterimlerine, örneğin fotoğraf, çizim, harita, grafik ve tablo gibi modellerin tasarlanması belirtilerek vurgulanmıştır (Roth ve McGinn, 1998). Kozma vd., (2000) kimyagerlerin araştırmalarının kimyasal fenomenlerini anlamak ve bulgularını savunmak, açıklamak ve haklı çıkarmak için çeşitli gösterimler arasında hareket ettiklerini ve bunları kullandıklarını bulmuşlardır. Farklı gösterimlerin özellikleri arasındaki ilişkinin, araştırmaların bulguları hakkında sonuçları doğrulamak veya doğrulamamak için bir temsil görevi gördüğünü belirtmişlerdir.

Araştırmalar, çoklu model gösterimlerinin kullanımı öğrencilerin bilime dair daha derin bir anlayış oluşturmalarına yardımcı olmakta önemli bir rol oynayabileceğini öne sürmektedir (Ainsworth, 2006; Nakhleh ve Postek, 2008; Grosslight vd., 1991). Geçmişte

yapılan araştırmalar, öğretmenler veya bilgisayar tabanlı araçlar yardımıyla verilen veya tanıtılan çoklu model gösterimlerinin öğrencilerin bilimsel kavramları anlamaları üzerindeki etkilerine odaklanmıştır (Kozma ve Russel, 2005; Nakleh vd., 2000). Bunun yanında bazı araştırmalar, öğrencilerin bir olgu için tamamlayıcı olarak birden fazla model düşünmeyi öğrenebileceklerini ve daha önce kabul edilenlerden daha karmaşık şekillerde düşünebileceklerini iddia etmektedir (Harrison ve Treagust 2000). Elde edilen bulgulardan biri, yaratıcı çoklu model tasarlayan 11. sınıf kimya öğrencilerinin hiçbir modelin tamamen doğru olmadığını fark etmeleri ve bilimi nesne açıklamalarından çok süreç düşüncesiyle ilgili olarak görmeye başlamalarıdır. Diğer çalışmalarda ise, öğrencilerin ve bazı öğretmenlerin fen modellerini mekanik terimlerle düşündüklerini ve 'bilim insanlarının cevapları bildiğine' inandıklarını ileri sürmektedir (Gilbert, 1991; Abell ve Roth, 1995). Ancak Harrison ve Traugust, (2000) çalışmasında modellerin 'doğru cevaplar' olmadığını, daha ziyade bilimin yöntemleri ve ürünleri olduğu ve modeller kullanmadan bilimi öğretmek ve öğrenmenin neredeyse imkânsız olduğunu ifade etmiştir. Araştırmacılar, bir veya daha fazla model kullanmadan atomları, genleri, kimyasal reaksiyonları veya kıtaların kaymasını nasıl tanımlayabilir veya açıklayabiliriz? sorusuna cevaben öğretmenlerin denge (örneğin dengeli bir tahterevalli) gibi maddi olmayan süreçleri ve bir telde akan elektronlar (örneğin su devresi) gibi gözlemlenemeyen varlıkları açıklamak için sürekli olarak modeller kullandıklarını vurgulamıştır. Öğrenciler sistem modelleri olmadan karbon döngüsünü, kan dolaşımını anlayabilir mi? Ve öğretmenler öğrencilerinin gözlerindeki anlamadıklarına dair bakışları, soyut bir açıklamanın ortasında gördüklerinde ne yaparlar? Sorular içinse bir benzetme veya modele baş vurdukları ve bu durumu fen derslerinde benzetme modellerinin sık kullanılmasının açıklaması olarak ele almıştır (Harrison ve Traugust, 2000). Gerçek yaşam yapılarının temsilleri olarak tanımlanan modeller, bilimde farklı biçimlerde ve amaçlarla kullanılmıştır. Ke vd.'nin (2021) belirttiği gibi farklı modeller farklı epistemik hedeflere hizmet eder. Bu nedenle modelleme sürecinin öğrencilere kavramsal ve işlemsel anlayış ve akıl yürütme becerilerini geliştirmelerine yardımcı olması nedeniyle eğitimde model kullanımı ön plana çıkmıştır (Harrison ve Treagust, 1998; Louca ve Zacharia, 2012).

Prain, Tytler ve Peterson, (2009) tarafından yapılan çalışmada Avusturalya'da bir ilkokulda üç tane 11 yaşında 5. Sınıf öğrencisi ile buharlaşma konusu üzerine bir öğretim modülü tasarlanmıştır. Üçü vaka çalışması olarak seçilen dokuz öğrenciyle yapılan görüşmeleri içeren nitel bir araştırmadır. Çocukların fikirlerinin araştırıldığı ve sorgulandığı bir öğretim bağlamı sağlamak için bir dizi sınıf etkinliği tasarlanmıştır. Bu dizinin bir parçası

olarak, potansiyel bir temsili kaynak ve açıklayıcı çerçeve olarak bir moleküler model tanıtılmış ve sınıf tartışması, kaynar su, yoğunlaşma ve okaliptüs yağı kokusunun bir odadaki dağılımı gibi olguların yönlerini yorumlamak için çoklu model kullanılmasına odaklanmıştır. Öğrencilerden bu olguları diyagram gösterimi, sözlü açıklama, jestler ve altyazılı çizimler kullanarak yorumlamaları ve bunları birbiriyle ilişkilendirmeleri istenmiştir. Yapılan görüşmelerde öğretmen rehberliği ve yönlendirmeleriyle öğrencilerden konu hakkında anlayışlarını temsil eden çizimler oluşturulması istenmiştir. Sonraki süreçlerde öğrencilere bu modellerin farklı çeşitleri sunulmuştur ve bu modelleri farklı biçimlerde ve kavramsal anlamlarda ayrıntılı olarak açıklamaları istenmiştir. Öğrencilerle yapılan görüşmeler ve model hakkındaki muhakeme süreci analiz edilerek elde edilen bulgularda model oluşturmadaki zorluklara odaklanmanın, bilim öğrenmede yer alan kavramsal göreve dair yeni bakış açıları sağladığını bulunmuştur. Ayrıca araştırmacılar, öğrencilerin farklı model açıklamaları oluştururken temsili konuları öğretmen rehberliğinde tartışmanın, öğrenciler tarafından daha zengin kavramsal anlayış ve öğretmenlerin öğrencilerin düşüncelerine ilişkin gelişmiş içgörülerini sağlayarak zenginleştirilmiş öğrenmeyi destekleyebileceğini ifade etmektedir.

Yukarıda verilen araştırmalardan da anlaşılacağı üzere çoklu model uygulaması, fen öğreniminin, fen kavramları ve süreçlerinin farklı temsillerini anlamayı, bunları birbirine dönüştürebilmeyi ve bilimsel bilgiyi temsil etmede bunların koordineli kullanımını anlamayı gerektirir. Lise düzeyinde, öğrencilerin biyoloji kavramlarının çoklu modelleriyle tanıştırılması ve bilimsel bilginin, sorgulamanın ve raporlamanın doğasını öğrenmenin bir parçası olan bu modelleri anlayabilme ve ilişkilendirebilmeleri gerekmektedir. Çoklu model uygulaması biyoloji bağlamında ‘virüs’ kavramının farklı modellerle temsil etme kapasitesini sunarken, çoklu model, bilimsel süreçleri, bulguları, tahminleri temsil etmek için farklı modellerin bütünleştirilmesi düşünülmektedir. Özetle, fen öğreniminin doğasına ve öğrenmeyi etkileyen faktörlere ilişkin bu açıklamalar, öğretmenlerin virüs konusunu öğretirken öğrencilerin muhtemel akıl yürütme uygulamaları gibi bilişsel faktörlerden daha fazlasına odaklanması gerektiğini ele almıştır.

2.2.5. Modelleme ve argümantasyon

Modelleme ve model geliştirme, bilimin temel uygulamaları arasında yer alır. Bilim insanları modelleri ya da olayları anlamalarını temsil etmek ve açıklamak, kanıt üretmek ve iddialar oluşturmak, soruları yanıtlamak, tahminler yapmak ve diğerleriyle tartışmalar

yürütmek için kullanılmaktadır (Lehrer ve Schauble, 2006; Schwarz vd., 2009). Bu doğrultuda bilimin temel amaçlarından biri, araştırmacılar tarafından ortaya konan sorular doğrultusunda elde edilen verileri yorumlamaya yönelik açıklamalar geliştirmektedir. Bu tür bilimsel açıklamalar, olayların nedenlerini anlamaya odaklanır; neden sonuç ilişkisi kurar ve bu ilişkileri kanıtlara ve mantıksal akıl yürütmelere dayandırma eğilimindedir. Model ve modelleme süreci de bu açıklamaların yapılandırılmasında önemli bir araç olarak işlev görür (Mendonça ve Justi, 2013; Berland ve Reiser, 2009; Braaten ve Windschitl, 2011). K-12 Fen Eğitimi için bir çerçeve (National Research Council, 2012), modellerin bilim ve mühendislikteki merkezi rolünü şu şekilde vurgular:

“Hem bilim insanları hem de mühendisleri sistemin muhtemel davranışı hakkında tahminlerde bulunmak için çizimler, diyagramlar, matematiksel ilişkiler, simülasyonlar ve fiziksel modeller dahil olmak üzere modellerini kullanırlar. Daha sonra bu tahminleri değerlendirmek ve gerekirse modelleri revize etmek amacıyla veri toplar” (S. 46)

Bu bağlamda modeller, bilimsel argümanlar geliştirmek (veri toplama, kanıt üretme ve iddia oluşturma) için değerli araçlardır. Argümanlar, geçici modellerin eleştirisi, değerlendirilmesi ve revizyonu etrafında şekillenmektedir. Son yıllarda modeller, özellikle bireyleri ikilemde bırakan sosyobilimsel konuların öğretimi üzerine yapılan çalışmalarda kullanılmaya başlanmıştır (Campell vd., 2012; Demir, 2017). Modelleme, aktif öğrenme için gerçek bir bağlam sağlamanın yanı sıra öğrencilerin kavramsal anlayışlarını, eleştirel düşüncelerini ve sorgulama becerilerini geliştirir. Bunun yanında bilimsel uygulamalara katılımı teşvik eder (Nersessian, 2008; Penner vd., 1998). Modelleme sürecinde öğrencilerin yapabileceği çeşitli görevlerin gerçekleştirilmesine dayanır. Bunlar: (1) seçimler yapmak ve bunları desteklemek, (2) modeller önermek, (3) bunları akranlarına iletmek, (4) önerileri değerlendirmek için veri toplamak amacıyla plan ve araştırma yapmak, (5) kendi modellerinin ve arkadaşlarının modellerini değerlendirmek, (6) bazı ölçütlere ve kanıtlara göre modelleri yeniden düzenlemek. Bu doğrultuda modelleme süreci doğası gereği argümantasyon içerir (argumentative) (Bottcher ve Meisert, 2010; Clement, 2008; Giere, 2001; Passmore ve Svoboda, 2011; Windschitl, Thompson ve Braten, 2008). Modelleme süreci, öğretimi zor, karmaşık yapıya sahip ve gözlemlenmesi uzun zaman alabilecek konuların öğretiminde, özellikle de teknoloji destekli öğrenme ortamlarında kullanılmaktadır. Alan yazında, bu sürecin önemine dikkat çeken bazı yeni çalışmalar

bulunmaktadır (Campell vd, 2012; Hestness vd, 2011; Passmore vd, 2009; Pallant ve Lee, 2015; Passmore ve Svoboda, 2012; Svihla ve Linn, 2012; Mendonça ve Justi, 2013).

Örneğin Pallant ve Lee (2015), öğrencilerin kanıt olarak kullandıkları argümantasyona dayalı bir öğrenme ortamı tasarlamıştır. Bu öğrenme ortamı SBK'yı model kullanarak argümantasyon tabanlı bir modül şeklindedir. Elde edilen nitel ve nicel verilerden elde edilen bulgulara göre bazı gruptaki öğrencilerin model ve grafikleri argüman üretmek yerine olayları anlatmak için kullandığı tespit edilmiştir. Diğer kısımdaki öğrenciler ise modelden elde ettikleri sonuçlardan yola çıkarak argümanlarına kanıt aramaya çalıştığı ifade edilmiştir. Visintainer ve Linn (2015), model tabanlı teknoloji destekli bir sorgulama modülünün ortaokul öğrencilerinin iklim değişikliği hakkındaki argümanları üzerindeki etkisini araştırmıştır. Araştırma sonucunda öğrencilerin modelleme sürecinde kanıta dayalı muhakeme kullandığını ve fikirler arasındaki farklılıkları ayırt ettiği bulunmuştur. Benzer şekilde Hestenes vd., (2011) öğretmen adaylarının katılımıyla gerçekleştirilen çalışmada modellerin küresel iklim değişikliği konusundaki kavramsal anlama becerileri üzerindeki etkilerini incelemiştir. Katılımcıların modelleme sürecinde oluşturdukları modeller, açık uçlu sorulardan oluşan anketler ve gözlem notları veri olarak toplanmıştır. Bulgular öğretmen adaylarının küresel iklim değişimi ile ilgili kavramsal anlayışını güçlendirdiğini, öğretme için özgüvenini arttırdığını ve öğretim için gerekli kaynaklar hakkında farkındalık geliştirdiğini göstermiştir. Svihla ve Linn (2012), ortaokul öğrencilerinin bilgisayar modeller aracılığıyla iklim değişikliğini incelerken bilgi bütünleştirmesini ve kanıta dayalı karar alma kullanımını arttırmayı hedeflemiştir. Uygulama sonrası öğrencilerin kavramsal anlayışında gelişme görüldüğü belirtilmiştir.

Argümantasyon, öğrencilerin bilim insanlarının uygulamalarıyla tutarlı olan modellerin geçerliğini test etmelerine olanak tanır (Demir, 2017). Bilimsel bilgi geliştikçe, bilim insanları modellerini değiştirerek ve yeniden düzenler (Kozma, 2003). Diğer bir ifadeyle öğrenciler modellerini sınıf ortamında yapılan argümantasyon sürecinde elde edilen verilere paralel olarak gözden geçirmektedir. Mandonça ve Justi (2013) tarafından yürütülen çalışmada ise modellere dayalı fen eğitiminde modelleme ve argümantasyonun ilişkisi tartışılmıştır. Bu çalışma Modelleme Diyagramı Modeli'ne (MMD) dayalı modelleme tabanlı öğretim etkinliklerinin kullanıldığı bir kimya dersinde yürütülmüştür. Araştırma soruları arasında, argümantasyon durumlarının gözlemlendiği modelleme aşamalarının tanımlanması ve bu tür argümantasyon durumlarının öğrencilerin belirli aşamalardaki

rolünün incelenmesi bulunmaktadır. Veriler gözlem notları ve öğrencilerin modelleme etkinlikleri sürecindeki yazılı etkinlikler ile toplanmıştır. Sonuç olarak argümantasyon durumlarının modellemenin tüm aşamalarında meydana geldiği görülmüştür. Bu süreçte öğretmen bazı tartışmaları teşvik etmeseydi, öğrenciler etkinliklere katılmasaydı veya öğrenciler konuşkan olmasaydı, bu sonuçlar ortaya çıkar mıydı? gibi sorular tartışılmıştır. Ayrıca araştırmacılar modellerin öğrenciler bir şeyi görselleştirmeyi ve açıklamalar oluşturmayı amaçladıklarında argümantasyon sürecinin önemli kaynaklar olduğunu öne sürmüştür.

Yukarıdaki çalışmada tartışılan sorular Clement ve Rea-Ramirez (2008) ve Justi ve Paganini (2013) yürüttükleri çalışmada cevap bulmaya çalışılmıştır. Clement ve Rea-Ramirez (2008), çalışmasında öğretmenin öğrencilerin bilgilerinin değerlendirmeye, gözden geçirmeye, genellemeye ve kullanıma teşvik etmesi için destekleyici ve tutarsız iki tür soru sorması gerektiğini vurgulamıştır. Bu soruların amacı ise öğrencilerin önceki bilgilerini harekete geçirmek ve bu bilgileri modelleme etkinlikleri tarafından sağlanan verilerle ilişkilendirmek ve sırasıyla öğrencilerin zihinsel modellerinden memnuniyetsizlik yaratmaktır. Diğer yandan Justi ve Paganini (2013) Modelleme Diyagram Modeli yaklaşımıyla yürüttükleri modelleme tabanlı bir öğretim analizinde, öğretmenlerin öğrencilerin bilgilerinin ortak yapılandırmasını destekleyen en sık eylemlerinin, öğrencileri tartışmalara dahil etmek; öğrencilerin modellerin üretimini veya değiştirilmesini temel alabilecek bilgiler üzerinde tartışmalarını teşvik etmek; ve deneysel gözlemlerinin yeterli bir şekilde anlaşılmasını ve fikir ve modellerinin açık bir şekilde gerekçelendirilmesini desteklemek amacıyla onlara soru sormak olduğunu vurgulamıştır. Benzer bir araştırma da Hogan ve Thomas (2001), öğrencilerin ekolojideki sistem modelleme uygulamalarını incelemesi şeklindedir. Araştırmacılar modelleme sürecinde öğrencilerin modellerini argümantasyona ve model yorumlama/test etme uygulamasına dayanarak yeniden düzenlediğini tespit etmiştir.

Passmore ve Svada (2011), modelleme ve argümantasyonu açıkça ilişkilendiren bir çalışma yapmıştır. Modelleme sürecinin temel unsurları olarak, modelin inşası, kullanımı, değerlendirilmesi ve revizyonu olarak ele almıştır. Çalışma, Berland ve Reise (2009) tarafından da önerilen modelleme bağlamında argümantasyonun farklı amaçlarını ele almaktadır. Bunlar; Öğrencilerin iddialarını kanıtlarla bir araya getirmeye çalıştıkları ‘anlam çıkarma’; öğrencilerin başkalarına iletebilecek bir şekilde bir argüman oluşturdukları ‘açıkça

ifade etme' ve öğrencilerin birisini fikirlerinin geçerliliğini ikna etmek istedikleri 'ikna etme' şeklindedir. Çalışmada elde edilen bulgulara göre argümantasyonun, öğrencilerin modellerin inşası, kullanımı, değerlendirilmesi ve revizyonu olarak adlandırılan aşamalardan geçmesiyle gerçekleştiğini ortaya koymaktadır. Bu aşamaları ise şöyle özetlemektedir. (1) olguları yorumlamak, onları sorgulamak ve modellenen olgunun bir kısmının bir probleminin veya sınırlamasının kapsamını tanımlamak; (2) ortaya atılan konularla ilgili kanıt aramak; (3) veriler ve model arasındaki ilişkileri aramak, yani belirli bir modelin açıklamayı amaçladığı verilerle tutarlı olduğunu gösteren gerekçeler aramak; ve (4) modeli değerlendirmek, yani hem mevcut verileri açıklamak için daha uygun hem de alanın teorik perspektiflerine bağlı bir model olup olmadığını değerlendirmek.

Yukarıda bahsedilen literatür çalışmalarındaki ortak nokta, öğretmenlerin modelleme etkinliklerdeki rolünün, doğru cevaplar vermeyi bırakıp öğrenmeyi yönlendirmeye ve kolaylaştırmaya başladığında, öğrencileri öğrenmelerinde aktif katılımcılar haline geldikleri, modellerini haklı çıkardıkları ve eleştirel bir şekilde yeniden formüle ettikleri bir araştırma sürecine dahil ettiklerinde önemli ölçüde değiştiğini vurgulamasıdır. Sonuç olarak öğrencilerin modellerin öğrenme sürecinde oynadığı rolü anlamaları gerekli olmasa da, modellerin bilimsel süreçte oynadığı rolü tanımlamaları ve tanımlamaları önemlidir çünkü bu, argümantasyon becerilerini, içerik anlayışını ve bilimin doğasını anlama becerisini geliştirir (Treagust vd., 2002; Manz, 2012; Yarker, 2013; Liu vd., 2014).

Bu tez çalışmasında Lin ve Mintzes (2010) tarafından geliştirilmiş argümantasyon değerlendirme rubriği kullanılarak modelleme etkinlikleriyle zenginleştirilmiş SBK öğretimin argümantasyon becerisine etkisi incelenmeye çalışılmıştır. Modelleme ve SBK'nın entegre edildiği bir öğretimin öğrencinin argüman kalitesine ilişkin etkisinin öneminin daha çok öne çıkarılması için üç grupta çalışılmıştır. Bunun yanında diğer gruplarda literatürden farklı olarak hem normal öğretimin hem de SBK tabanlı argümantasyon sürecinin gerçekleştirildiği bir süreç yürütülmüştür. Amaç modellemenin SBK ile argümantasyon süreci üzerindeki sinerjisini daha net ortaya koymaktır.

2.3. Sosyobilimsel konular ile Modelleme Entegrasyonu

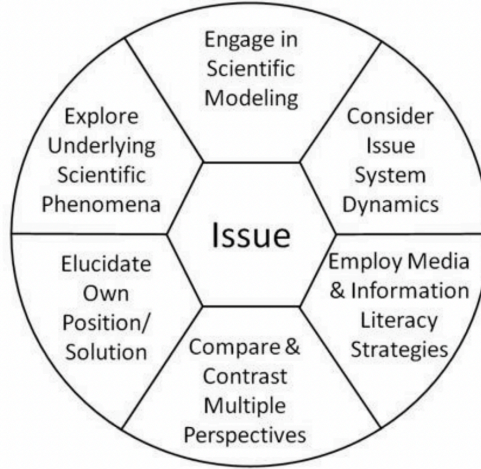
Bugüne kadar yapılan SBK araştırmaları SBK öğretim yönteminin öğrencinin daha çok içerik bilgisi, muhakeme becerisi ve bilimin doğası açısından etkisini incelemeye odaklanmıştır (Zeidler, 2014; Schwarz vd., 2009; Zangori vd., 2017). Zeidler (2014)

tarafından yapılan araştırmada, öğrencilerin SBK öğretimine ilişkin öğrenme çıktılarını incelenirken, öğrencilerin öğrenme süreçleri veya SBK aracılığıyla öğrenme deneyimlerine ilişkin düşünceleri ve bunların SBK tabanlı öğrenme ortamlarından nasıl etkilendiğine dair çok az şey bilindiği ortaya çıkmıştır. Ayrıca SBK tabanlı öğretime aktif katılım, öğrencilerin sürekli fikir alışverişi yapan ve akranlarıyla bilgi oluşturan epistemik araçlar olarak hareket ettiği bir sınıf uygulama topluluğunun kurulmasına bağlıdır (Stroupe, 2014). SBK ve model tabanlı öğrenme çerçevesi, öğrencilerin aktif katılımını sağlayan öğrenme etkinliklerinin türlerini açıklar ve bu öğrenme etkinlikleri için önerilen bir sıra sunar (Ke vd., 2020). Bu öğrenme çerçevesinde öğrenme deneyimini başlatmak için, öğrencilere hem bilimsel hem de sosyal boyutlar dahil olmak üzere odak konuyu keşfetme fırsatı sunulmaktadır. Sonraki süreçte öğrenciler konuyla ilgili bilimsel fikirler hakkında anlayışlar oluşturarak bilimsel modelleme uygulamasına katılmaktadır. Modelleme bu çalışmada da olduğu gibi fenomenleri (virüsleri) açıklamak ve tahmin etmek için anlam oluşturma araçları olarak hizmet eden bilimsel modelleri geliştirme, gözden geçirme ve kullanmanın epistemik uygulaması durumu olarak ele alınmıştır (Schwarz vd., 2009). Fenomenler ile ilişkili bilimsel olgular hakkında model tasarlamak, öğrencilere hedef bilimsel fikirler hakkında derin anlayışlar geliştirmeleri için olanak sağlar (Zangori vd., 2017). Bu öğretim sürecinde öğrenciler bilimsel anlayış ve yeterlilikleri geliştirirken, daha geniş sorunlar hakkında sistemsel düşünme fırsatına sahip olmaktadır (Ke vd., 2020). Sürecin son aşamasında, öğrencilerin oluşturdukları bilimsel anlayışları ve modelleme yeterliliklerini sentezleyerek ilgili SBK hakkında harekete geçmeleri veya çözüm geliştirmeleri ve savunmaları için fırsat yaratılır. Çoklu modelleme etkinlikleriyle öğrencilere ünitenin odak noktası olarak hizmet eden fikirleri ve uygulamaları kullanma ve kendi kişisel bakış açısını ve önceliklerini bütünleştirme ve bunlar üzerinde düşünmesi sağlanır.

Sadler (2019), Sosyobilimsel Konular ve Model Tabanlı öğrenmenin temelini Şekil 10'da gösterilen birbiriyle ilişkili altı özellikten bahsetmektedir. Bu gösterimde, öğretim yöntemindeki SBK'nın merkezde olduğunu ve süreç boyunca SBK ile devam eden bağlantılar kurulması gerektiğini vurgulamıştır. Bu özellikler şunlardır:

- 1) Temel bilimsel olguları keşfetmek,
- 2) Bilimsel modellemeye katılmak,
- 3) Sorun sistemi dinamiklerini göz önünde bulundurmak,
- 4) Bilgi ve medya okuryazarlığı stratejilerini kullanmak,

- 5) Birden fazla bakış açısını karşılaştırmak ve zıtlastırmak ve
- 6) Kendi pozisyonunu/çözümünü açıklamak.



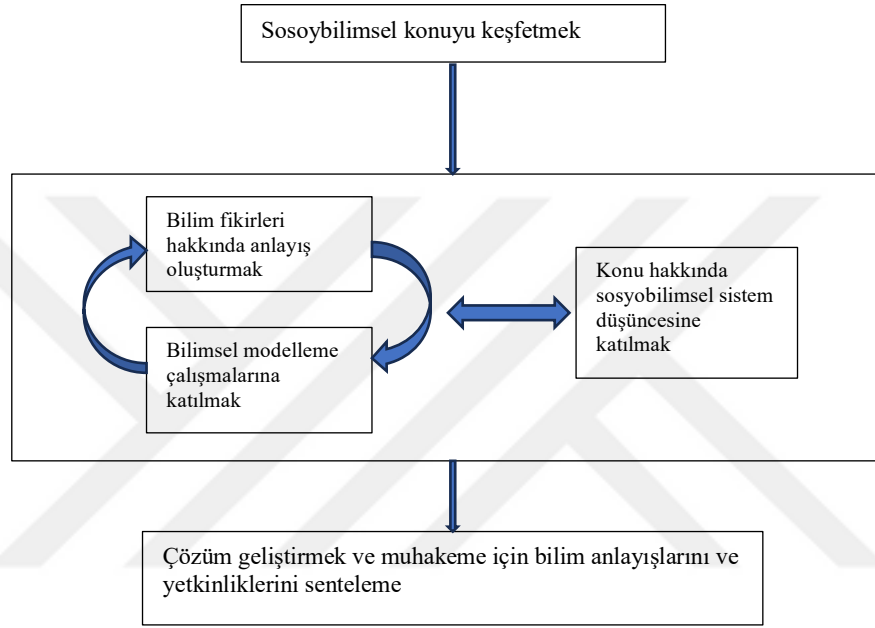
Şekil 2.12. Sadler'in (2019) Sosyobilimsel konular ve model tabanlı öğretim çerçevesi

Özelliklerin sıralaması, bir sınıf topluluğunun özel ihtiyaçlarına veya sorunun özelliklerine bağlı olarak değişkenlik gösterebilir. Sadler (2019), çalışmasında öğretmenleri SBK öğretimlerine tüm temel unsurları dahil etmeye teşvik etmek için bu aracı kullanmıştır ancak bu özellikler için belirli bir sıra belirlememiştir. Öğretmenler bu aracı kullanarak temel bir özelliği ne zaman tanıtacakları, birimdeki temel özelliklerin sıralaması ve her bir özelliğe ayrılan zaman miktarı konusunda esnekliğe sahiptir. Sadler (2019), bu özellikleri araştırma sürecinde öğretmenlerle birlikte geliştirdiğini ve sınıflarda uygulanan iki SBK örneği olan iklim değişikliği ve karbon döngüsü ve ekolojik etkileşimleri kullandığını ifade etmiştir.

Daha önce de belirtildiği gibi birden fazla model kullanımı ve geliştirmek SBK öğrenimi için güçlü bir strateji olabilir (Ke vd., 2021). SBK gerçek yaşam bağlantılarının önemine rağmen, bu konuların bağlamından koparılmış ve soyut öğrenme deneyimleri ile öğretimi sıklıkla karşımıza çıkan bir durumdur. SBK ile ilişkin kavram ve süreçlerin gerçek yaşam pratiklerinden soyutlanmış bir şekilde sunulması öğrencilerin bu konuların doğasını öğrenmelerini zorlaştırmaktadır (Sadler, 2009). Dolayısıyla bu konuların bağlamsal zenginliğinden ve toplumsal bağlantılarından faydalanmamak SBK'nın vaat ettiği pedagojik potansiyeli sağlayamama riskini ortaya çıkarmaktadır (Karahan, 2021).

Bu riskleri en aza indirmek için Sadler vd.'nin (2019) öne sürdüğü gibi bilimsel modelleme ile, öğrencilerin SBK'nın bilimsel alt yapısını anlamalarını ve gerçek bağlamlardan izole bir şekilde erişilemeyen bilimsel uygulamaları deneyimlemeleri

sağlanmaktadır. Çünkü bilimsel modeller, bilimsel bir fenomeni tahmin etmeyi, hipotez kurmayı, test etmeyi, gözlemlemeyi, çıkarım yapmayı ve bir açıklama üretmeyi mümkün kılar (Stratford, Krajick ve Soloway, 1998). Fien ve Fien-Williamson (1996) ile Kolstø (2001) SBK hakkında artan bilginin öğrencilerin eyleme yol açan daha bilinçli sosyal ve politik kararlar almasını sağlayabileceğini öne sürmüştür. Bu durum, bir eylem bileşeninin meta biliş ve yansıtıcı düşünce fırsatının yanı sıra modele entegre edilebileceği fikrini teşvik etmiştir.



Şekil 2.13. Sadler vd.'nin (2019) SBK ve model tabanlı öğrenme çerçevesi

Şekil 2.13'te de görüldüğü üzere Sadler vd., (2019) tarafından oluşturulan SBK ve modelleme tabanlı öğrenme çerçevesi, öğrencilerin katılması gereken öğrenme etkinliklerinin türlerini açıklar ve bu öğrenme etkinlikleri için önerilen sırayı sunmaktadır. Bu öğretim sürecini başlatmak için, öğrencilerin hem bilimsel hem de sosyal boyutlar dahil olmak üzere odak sorunu keşfetme fırsatları yaratmaktadır. Sonraki aşamada, öğrencilerin sorunla ilgili bilimsel fikirlere dayalı anlayışlar oluşturması ve bilimsel modelleme uygulamasına katılması beklenmektedir.

Zangori vd., (2017) ortaöğretim biyoloji dersinde karbon döngüsünü öğretmek amacıyla modelleme odaklı, SBK temelli bir öğretim süreci tasarlamıştır. Araştırmacılar, bu çalışmada öğrencilerin karbon döngüsüne ilişkin oluşturdukları modeller üzerinden iklim değişikliğine yönelik akıl yürütme süreçlerini incelemiştir. Öğrencilerden kendi karbon döngüsü modellerini oluşturmaları istenmiş ve bu modeller bir rubrik yardımıyla

değerlendirilmiştir. Çalışmanın sonuçları, öğrencilerin karbon döngüsü ile iklim değişikliği arasındaki nedensel bağlantıları kurabilmek için yeterli bir anlayış geliştirmelerinin önemli olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca araştırma, öğrencilerin model oluşturarak akıl yürütme becerilerinde ve model tabanlı açıklamalarındaki karmaşıklık düzeyinde kademeli bir gelişim olduğunu göstermiştir. Bunun yanı sıra, modelleme çalışmalarının SBK'nın öğretiminde kullanılmasının, öğrencilerin konuya yönelik anlayışlarını geliştirme açısından etkili olduğu vurgulanmıştır.

Benzer şekilde Peel vd., (2019) öğrencilerin doğal seçim ve antibiyotik direnci (ABR) anlayışlarını incelemek için SBK tabanlı yaklaşım ve model tabanlı muhakemeyi birleştiren bir öğretim çerçevesi tasarlamış ve uygulamıştır. Karma araştırma yöntemi kullanarak öğrencilerin doğal seçilime ilişkin açıklamalarını incelemiştir. Öğrenciler antibiyotik direnci hakkında model tabanlı açıklamalar oluşturmuş ve yarı yapılandırılmış görüşmelerle genelleştirilmiş doğal seçilimi açıklamıştır. Öğrencilerin model tabanlı açıklama gelişimlerinde önemli ölçüde artışın meydana geldiğini ve doğal seçim ile antibiyotik direnci hakkındaki kavram yanlışlarının öğretim sürecinden sonra yüksek oranda azalma gerçekleştiği görülmüştür. SBK öğretim ve öğrenme literatürü ayrıca öğrencilerin SBK konularını ve ilgili karar vermeyi anlamalarını desteklemek için modelleme etkinlikleri sağlamaktadır. Friedrichsen vd., (2016) doğal seçim bağlamında bir SBK konusu olarak antibiyotiğe dirençli bakterileri öğretirken bir öğretim modeli geliştirmiş ve kullanmıştır. Problemi sunduktan sonra lise öğrencilerini web tabanlı modelleme ve laboratuvar etkinliklerine dahil etmiş ve öğrencilerin SBK hakkındaki açıklamalarını değerlendirmiştir.

Demir ve Namdar (2021), ortaokul 5. Sınıf öğrencilerinin heyelanlar ile ilgili modeller oluşturmadan önce ve sonra konu hakkında informal muhakeme yeteneklerindeki gelişimlerini belirlemiştir. Araştırmacılar, yarı yapılandırılmış görüşmeler ve öğrenci çalışma kağıtları aracılığıyla toplanan veriler ışığında, modelleme etkinliğinin kanıta dayalı muhakeme kalıplarını artırdığını ve öğrencilerin hedeflenen SBK hakkında daha rasyonel kararlar almalarına yardımcı olduğunu ifade etmiştir. Ancak modelleme etkinliklerinden sonra bile öğrencilerin yüksek kaliteli argümanlar oluşturamadıklarını ifade etmiştir. Araştırmacılar, bunun için öğretmenlerin zorlu ikilemlerle ilgili argümanlar oluşturan öğrencilerin duygusal ve etik değerlerini desteklemesi gerektiği önerisinde bulunmuştur. Ek olarak öğrencilerin sezgisel, duygusal ve rasyonalist muhakeme süreçlerinde fikirlerini

özgürce ifade edebilecekleri güvenli bir öğrenme ortamı yaratılması gerektiğini ifade etmiştir.

Bu çalışmanın odak noktası, model tabanlı düşünmenin fen eğitiminin özellikle SBK öğretiminin önemli bir parçası olması gereken karmaşık bir süreci içermektedir. Bilimsel olarak düşünme ve çalışmadaki çoklu model uygulamalarının kapsamı ve uygulanması yalnızca öğretmenin amacı ve yaratıcılığıyla sınırlı olmakta olup bu çalışmada literatürdeki her model çeşidini ve uygulamayı inceleyemese de çoklu model uygulamalarıyla SBK öğretimi önermektedir. Okulda fen eğitiminin modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretimi için sistematik bir strateji sunmaktadır.

2.3.1. Yazılı argümantasyon becerisi

Argümantasyon, bilim insanlarının çalışmalarında iddiaları destekleyicilerle nasıl şekillendirdiklerini gösteren bir süreçtir (Toulmin, 1958; 2003). Bu süreç, açıklama yapma, model oluşturma ve teori geliştirme gibi bilimsel etkinliklerde önemli bir yere sahiptir (Erduran vd., 2004; Siegel, 1995). Bilimsel bilginin öğreniminde argümantasyonun iki temel işlevi bulunmaktadır. İlk işlevi, öğrencilerin sezgisel olarak kavramsal ve epistemik hedeflerin uyumunu öğrenmelerini desteklemektir. İkinci işlevi ise, bilimsel düşünme ve muhakeme yeteneklerini geliştirmeleri açısından öğretmenlerin öğrencileri değerlendirmesine olanak tanımadır (Erduran vd., 2004). Sosyal boyutta ise argümantasyon, bireylerin günlük yaşamlarında karşılaştıkları pandemi, genetik mühendisliği, gıda güvenliği ve geri dönüşüm teknolojileri gibi durumlarda kişisel ve etik kararlar almalarına yardımcı olması açısından önemli bir rol oynamaktadır (Ratcliffe ve Grace, 2003). Bu doğrultuda Evagorou, Nicolaou ve Lymbouridou (2020) yaptıkları nitel araştırmada 6. Sınıf öğrencilerinin çok sayıdaki sivrilineklerle başa çıkmada neler yapabilecekleri konusundaki argümantasyon süreçlerinde model kullanımlarını ve modellemenin argümantasyon ile bağlantısını incelemiştir. Öğrenciler argümanlarını iddia, kanıt, muhakeme, çürütücü çerçevesi kullanarak yapmıştır. Araştırmanın sonuçları incelendiğinde öğrencilerin argümanlarında kullandıkları kanıtları modellerinden elde ettikleri ancak muhakeme ve çürütücü kullanımlarında ise modellerden zaman zaman yararlandıklarını tespit etmiştir. Ayrıca araştırmacılar çalışma kapsamında modelleme süreçlerindeki farklı bilişsel süreçleri tespit ederek bu süreçlerdeki argümantasyon yapısını incelemiştir. Modelleri analiz ederken öğrenciler genellikle iddialarını tekrar etmekte ya da daha fazla bilgi istemekte, modelleri değerlendirirken iddialarını sunmakta veya bilgilerine

dayalı olarak iddialarını desteklemekte, modelleri açıklarken iddiaları savunmakta, bir gerçeği açıklamakta veya tahmin etmekte, tümevarımlı muhakemeye dahil olduklarında ise bilgiye dayalı olarak bir iddiayı savunmakta ya da gerçeği açıklamakta veya tahmin etmektedir.

Modelleme, aktif öğrenme için gerçek bir bağlam sunmanın yanında öğrencilerin kavramsal anlayışlarını, eleştirel düşüncelerini ve sorgulama becerilerini geliştirir (Demir ve Namdar, 2021). Ek olarak modelleme, öğrencilerin bilimsel uygulamalara katılımını teşvik edici bir bağlam da sunmaktadır (Nersessian, 2008). Özellikle SBK, argüman oluşturma ve argümana derin bir şekilde dahil olabilmek konusunda hem sınıf içi hem de sınıf dışı uygulamalarda ciddi fırsatlar doğurabilir. SBK'nın günlük yaşam bağlantıları göz önüne alındığında mantıksal düşünmenin bir parçası olarak sürekli kullanılan model temelli muhakeme süreçleri, anlamakta zorlanılan birçok olayı daha önceden zihinde yapılandırılan modeller aracılığıyla öğrencilerin anlamasını kolaylaştırmaya yardımcı olmaktadır. Örneğin Visintainer ve Linn (2015) model tabanlı ve teknoloji destekli bir sorgulama sürecinin, ortaokul öğrencilerinin iklim değişikliği konusunda oluşturdukları argümanları üzerindeki etkisini incelemiştir. Sonuç olarak bu sürecin öğrencilerin modellerine kanıta dayalı muhakeme kullandıkları ve fikirler arasındaki farklılıkları ayırt ettiklerini ifade etmiştir. Benzer şekilde Pallant ve Lee (2015) çalışmasında öğrencilerin kanıt olarak modelleri kullandıkları argümantasyona dayalı bir öğrenme ortamı sunmuştur. Svihla ve Linn'in (2012) çalışması ise iklim değişikliğini bilgisayar tabanlı modeller aracılığıyla incelemiş ve ortaokul öğrencilerinin bilgi bütünleştirme ve kanıta dayalı karar alma kullanımının arttığı ve konu hakkındaki anlayışlarında iyileşme olduğunu tespit etmiştir.

Argümantasyon, öğrencilerin bilim insanlarının uygulamalarıyla tutarlı olan modellerin geçerliliğini test etmelerine de olanak tanır (Demir ve Namdar, 2021). Bilimsel bilgi değiştikçe, bilim insanları modelleri değiştirerek ve düzelterek yeniden düzenler (Kozma, 2003). Benzer bir süreçte, öğrenciler sınıf içinde tartışarak ve argüman oluşturarak elde edilen verilere dayanarak modellerini gözden geçirme fırsatını yakalamaktadır. Hogan ve Thomas (2001), öğrencilerin ekolojideki sistem modelleme uygulamalarını araştırarak öğrencilerin modellerini argümantasyona ve model yorumlama/testine dayanarak gözden geçirdiğini bulmuştur. Bu ifadeyi güçlendiren Kozma ve Russell (2005), temsili yeterliliğe sahip öğrencilerin, olguları açıklamak, iddiaları desteklemek, sorunları çözmek veya bulgularından tahminlerde bulunmak ve sonuçlarını savunmak için birden fazla model

kullandığını savunmuştur. Gilbert'in (2005) görselleştirme kavramı, öğrencilerin birden fazla model içinde ve arasında gezinme becerilerinin geliştirilmesini vurgular. Görselleştirmeyle ilgili olarak "meta-görselleştirmenin", yani meta bilişin, fen öğrenme sürecinde merkezi bir rol oynadığını savunmuştur. Örnek verilen araştırmalarda olduğu gibi hem toplumu hem bilimi ilgilendiren konular bazen öyle bir hale gelir ki ortaya çıkan ikilemleri en ihtiyatlı şekilde çözüme kavuşturmanın, çözüme kavuşturamasa da müzakere edebilmenin yolu sosyobilimsel argümantasyondan geçebilir (Sadler ve Donnelly, 2006). SBK yaklaşımları da argümantasyon (Dawson ve Venville, 2010) gibi bilim uygulamaları, fen eğitiminde öğrencinin akademik bilgisini artırmada (Klosterman ve Sadler, 2010), epistemik anlayışların genişletilmesinde (Eastwood vd., 2012) başarılı olmuştur.

Modelleme ve argümantasyonun ele alındığı diğer bir araştırma, Pallant ve Lee (2014) tarafından yürütülen, ortaokul ve lise öğrencilerinin katılımıyla gerçekleşen bir SBK olan iklim değişikliği konusuna ilişkin süreçtir. Araştırmacılar bu çalışmada, öğrencilerin iklim değişikliğine ilişkin modelleme sürecinden elde edilen kanıtlara dayalı bilimsel bir argümanı nasıl oluşturduklarını incelemiştir. 512 öğrencinin katılımıyla gerçekleşen bu süreçte öğrencilerin iklimle ilgili sorular hakkında iddialarda bulunmaları, modellerden kanıt üretmeleri ve iddialarını desteklemek için bilim insanlarının gerçek dünya verilerini yorumlamaları ve iddiaların ve kanıtların belirsizliğini değerlendirmeleri ve ayrıntılı olarak açıklamaları için bilim insanları tarafından toplanan dinamik iklim modelleri ve gerçek dünya verilerini kullanmıştır. Bu çalışmada, öğrencilerin dinamik iklim modellerini önemli bir kanıt kaynağı olarak kullandıkları ve giderek karmaşıklaşan üç dinamik iklim modeliyle bilimsel argümantasyon görevleri tasarlanmıştır. Her bilimsel argümantasyon görevi, çoktan seçmeli iddia, açık uçlu açıklama, beşli likert tipi derecelendirme ölçeği ve gerekçeler olmak üzere dört bölümden oluşmaktadır. 1294 bilimsel argüman, bir iddianın mevcut bilimsel fikirlerle tutarlılığı ve kaynakların bilimsel olup olmadığı açısından kodlanmış ve kategorilere ayrılmıştır. Ki-kare ve ANOVA tesleriyle analiz edilmiştir. Çalışma sonucunda, öğrencilerin çoğu iddialarını desteklemek ve açıklamak için kanıt olarak modelleri, grafikleri kullanmıştır. Bazı öğrencilerin kavram yanılgıları, model sonuçlarını veya simüle edilmiş süreçleri gözlemleme ve yorumlama ile ortaya çıkmıştır. Bu bulgular sonucunda araştırmacılar, karmaşık dünya sistemlerini ele almak için bilimsel argümantasyon ve modelleme uygulamalarının bütünleştirilmesi, yol gösterici çıkarımları ortaya çıkarabileceğini ifade etmiştir. SBK bağlamında argümantasyon ve çoklu model uygulamalarının ele alındığı benzer bir çalışmayı Namdar ve Shen (2016) fen bilgisi

öğretmen adaylarıyla gerçekleştirmiştir. Öğretmen adayları web tabanlı platform aracılığıyla metinsel, kavram haritası ve görsel temsil modu olmak üzere üç model kullanarak nükleer enerji hakkında bilgileri araştırmasını ve çeşitli argümanlarla tartışmasını incelemiştir. Sonuç olarak çoklu temsillerin ve argümantasyonun kullanımının birbirleriyle karmaşık bir şekilde etkileşime girdiğini tespit etmiştir. Bulgulara dayanarak, karmaşıklığın iki açıdan ortaya çıkabileceğini sunmuştur: (1) çoklu temsillerin kullanımı, argümantasyonu farklı biçimlerde ve farklı amaçlarla aracılık eder; (2) çoklu temsillerin kullanımının iyileştirilmesine yol açan argümantasyon türü genellikle aracılık edilmez ve kişisel deneyimden çıkarılır.

Hand ve Choi (2010) tarafından yapılan çalışmada organik kimya laboratuvar dersinde yazılı argümanlar ile çoklu model uygulamalarının kullanımına ilişkin incelemelerde bulunmuştur. 111 üniversite öğrencisinin katılımıyla gerçekleşen çalışmada laboratuvar araştırmaları hakkında yazılı argümanları tamamlarken soru, iddia, kanıt ve karşı iddia yapısını kullanarak çoklu model uygulamalarının da yer aldığı bilimsel yazma sezgisi yaklaşımını kullanmıştır. Araştırmacılar sonuç olarak öğrencilerin kanıt olarak çoklu model gösterimlerini yüksek oranda kullandıkları ve yüksek kalitede argüman oluşturduğunu ifade etmiştir. Diğer bir ifadeyle kanıtlara çoklu model gösterimlerini yerleştirebilen öğrenciler, iddialarını desteklemek ve tutarlı bir argüman oluşturmak için güçlü gerekçeli bağlantılar kurmuştur. Ayrıca laboratuvar sınav puanı ile argümanın bütünsel kalitesi arasında güçlü bir korelasyonun varlığını tespit etmiştir. Ayrıca bu çalışmada, öğrencilerin fen eğitiminde çoklu model temsillerinin rolünü ve işlevini anlamalarına yardımcı olmak için bireye yönelik pedagojik destek sağlanması gerektiğini öne sürülmektedir.

Araştırmalar, modellemenin öğrencilerin gerçek yaşam sorunlarının altında yatan bilimsel kavramları anlamalarını arttırabileceğini gösterse de modellemenin özellikle SBK tabanlı modelleme uygulamalarının öğrencinin argümantasyon yeteneğine olan etkisine dair çok az kanıt bulunmaktadır. Bu çalışmada SBK olarak ele alınan COVID-19 pandemisiyle beraber birçok kişinin hayatına giren virüslere odaklanılmıştır. Öğrencilerin, virüsler hakkında okudukları ya da çeşitli platformlarda duydukları bilgileri daha önceden sahip oldukları modeller aracılığıyla anlamlandırmaya çalışmıştır.

2.3.2. Ahlaki muhakeme

İki veya daha fazla alternatif arasında bir seçim söz konusu olduğunda çoğunlukla bir ikilemin ortaya çıkma olasılığı vardır (Figar ve Dordeviç, 2016). İkilem, bir seçim yapmak zorunda kalındığında olası seçeneklerin eşit derecede tatsız olduğu (Günay, 2020) ve kesin bir şekilde kabul veya reddedilemeyen iki olasılıklı çelişki durumu ve belirsizliği ifade etmektedir (Yapıcıoğlu, 2021). Etik ikilemler ise çok çeşitli alanlarda ortaya çıkmakla birlikte, genetik araştırmalar için insan embriyosunun kullanılmasına izin verilmeli mi? Verilmemeli mi?’ şeklinde olabilirken sosyobilimsel kapsamındaki ahlaki ve etik ikilemler, nükleer enerji kullanımı, genetik testler, aşılar, küresel ısınma gibi konuların olumlu/olumsuz, fayda/zarar, sağlayan ve olasılık ve risk değerlendirmesi gerektiren yönlerini değerlendirirken ortaya çıkmaktadır (Yapıcıoğlu, 2021).

Geleceğin bireyleri olarak öğrencilerin, toplumun ortak yararı için neyin iyi olduğuna karar vermelerinde veya diğer bir ifadeyle kamu yararını gözetmelerinde, ahlaki gelişimleri ve etik muhakeme becerileri önemli rol oynamaktadır (Zeidler ve Lewis, 2003). Ahlaki muhakeme ise bireyin çatışma durumunda sosyal kuralları, ilkeleri yorumlamasını, davranışına veya eylem durumlarına yansıtacağı fikrin ‘doğru mu? ‘yoksa ‘Yanlış mı’ olduğunu belirlemesini içeren dinamik bir düşünme sürecidir (Littledyke, 2004; Zeidler ve Keefer, 2003). SBK doğası gereği tartışmalı olmakla beraber bu konuların çözümüne ilişkin karar verme sürecinde bireyin ahlaki açıdan muhakemelerini ve etik kaygıların değerlendirilmesini de kapsamaktadır (Zeidler, 2001). Birçok araştırmada Zeidler vd. (2004), SBK’yı bilimin etik boyutları ve öğrencilerin ahlaki gelişimiyle ilgili söylem yoluyla öğrencileri bilim tabanlı sorunların karar alma sürecine etkili bir şekilde dahil eden ‘gelişmiş bir pedagojik strateji’ olarak tanımlamıştır. SBK’lar hakkında karar almak, sorulara ilişkin içeriği ve süreci anlamak (Lewis ve Leach, 2006), ahlaki ve etik hususlara dikkat etmek (Sadler ve Zeidler, 2005a) ve sorunlara ilişkin bilgilerin güvenilirliği hakkındaki inanç ve değerleri içerir (Levinson, 2006). Doğası gereği SBK karmaşık ve tartışmalıdır; iyi yapılandırılmamış sorunları, bilimsel kanıtlardaki belirsizliği ve çok sayıda bakış açısını içerir (Colucci-Gray vd., 2006). Bu nedenle SBK’nın öğretiminde, öğrencilerin herhangi bir bilimsel/teknoloji tartışmalarının altında yatan politik ve sosyal boyutları algılamaya teşvik edilmelidir (Aikenhead, 1990; Pedretti, 1999).

Sadler ve Zeidler (2002), sosyobilimsel sorunları müzakere etme ve çözme yeteneği, bilimsel okuryazarlığın ayrılmaz bileşenleri olarak öne sürdüğü çalışmada üniversite

öğrencilerinin genetik mühendisliği sorunlarını ahlaki sorunlar olarak yorumlama derecesini araştırmıştır. Bu çalışmanın temel odağı, genetik mühendisliği bağlamında sosyobilimsel sorun yorumlama ve çözümünün incelenmesi olmuştur. 20 üniversite öğrencisi, bir dizi gen terapisi ve klonlama senaryosuyla ilgili fikirlerini, tepkilerini ve duygularını ortaya çıkarmak için tasarlanmış görüşmelere katılmıştır. Nitel analizler, ahlaki düşüncelerin karar alma üzerinde önemli etkilere sahip olduğunu ve öğrencilerin genetik mühendisliği sorunlarını ahlaki sorunlar olarak yorumlama eğiliminde olduklarını ortaya koymuştur. Öğrenciler, sonuçların faydacı analizlerine ve ilkelerin uygulanmasına dayalı ahlaki muhakemede bulunmuştur. Sorun yorumlaması, duygu ve sezgi gibi duygusal özelliklerden de etkilenmiştir. Ahlaki değerlendirmelere ek olarak, bir dizi başka faktör de sosyobilimsel karar almanın önemli boyutları olarak ortaya çıkmıştır. Bu faktörler arasında kişisel deneyimler, aile önyargıları, geçmiş bilgi ve popüler kültürün etkisi yer almıştır.

Karar alma süreci, bilginin değerlendirilmesini ve muhakemeyi içerir (Kortland, 1996; Kolsto, 2001a). Öğrencilerin başarılı bir şekilde muhakeme becerilerini kullanmaları onların SBK'ya daha mantıklı ve farklı açılardan bakabilmelerini kolaylaştırmaktadır (Namdar ve Yüksel, 2021). Bunu yaparken modellerden, bazı kurallardan ve durumlar arasındaki neden-sonuç ilişkilerinden yararlanabilmektedir (İncebacak ve Ersoy, 2018). Modelleme etkinliklerinin öğrencilerin gerçek yaşam sorunlarına yönelik ahlaki muhakeme becerileri üzerindeki etkisini inceleyen Demir ve Namdar'ın (2019) çalışmasına 5. sınıf düzeyinde olmak üzere 17 öğrenci katılmıştır. Verileri yarı yapılandırılmış görüşme ve öğrenci çalışma kağıtları aracılığıyla toplamıştır. Elde edilen bulgular, öğrencilerin görüşme sonrasında duygusal muhakeme kalıplarını kullanmadıkları, yüksek kalitede ahlaki muhakeme oluşturmada başarısız olduğu ve muhakemelerin farklı bileşenlerinde modelleme etkinliklerine başvurduklarını göstermektedir. Goldfarb ve Pritchard, (2000) fen derslerinde etik düşünceyi öğretmenin önemine dair yaptığı çalışmada birçok argüman ortaya koymuştur. Bu tür bir öğretimin öğrencilerin ahlaki hayal gücünü harekete geçirdiğini, öğrencilerin ahlaki sorunları tanımasına yardımcı olduğunu, öğrencilerin temel ahlak kavram ve ilkeleri analiz etmelerine yardımcı olduğunu, öğrencilerin sorumluluk duygusunu geliştirdiğini ve ahlaki belirsizlik ve anlaşmazlıklarla etkili bir şekilde başa çıkmalarına yardımcı olduğunu savunmuştur.

2.3.3. Epistemolojik inançlar

Fen eğitimcileri ve araştırmacıları, modellerin fen eğitiminde önemli bir rol oynadığını ve modellemenin fen öğretimi ve öğreniminde önemli bir süreç olarak oynadığı rolü kabul etmiştir (Gilbert ve Boulter, 2000; Halloun, 2006; Justi ve Gilbert, 2003). Modeller değiştirilebilen bir nesnenin, olayın, sürecin veya fikrin benzersiz olmayan kısmi bir temsili olarak kabul edilir; görselleştirmeyi geliştirmek, yaratıcılığı desteklemek ve anlayışı geliştirmek için bir araç olarak ve bilimsel teorileri tahmin ve açıklama gibi amaçlar için kullanılabilecek bir biçimde ifade etmek için bir araç olarak kullanılır (Justi ve Gilbert, 2003). Model tabanlı öğretim süreci öğrencilerin modeller ve modelleme hakkındaki epistemolojik anlayışlarını ve kavramsal bilimsel bilgilerinin gelişimini geliştirmeyi amaçlamaktadır (Schwarz vd., 2009; Windschitl vd., 2008). Öğrencilerin fen eğitiminde model kullanımına ilişkin modelleme uygulamalarını etkin katılımı, bilimsel modellerin doğası ve amacına ilişkin epistemolojik farkındalıklarını arttırabilmektedir (Petridou, Psillos, Hatzikraniotis ve Viiri, 2009).

Epistemolojik inançların genellikle SBK üzerindeki karar verme süreçlerine etkileri araştırılmış olsa da (Liu, Lin ve Tsai, 2011), sınırlı sayıdaki çalışma, SBK öğretiminin sonunda öğrencilerin bilimle ilgili epistemolojik inançlarında bir gelişme olduğunu ortaya koymaktadır (Zeidler, Sadler, Applebaum ve Callahan, 2009). Wu ve Tsai (2010) yürüttükleri çalışmada 68 lise öğrencisinin bilimsel epistemolojik inançları, nükleer güç kullanımına ilişkin bilişsel yapıları ve bu konudaki ahlaki muhakeme becerileri arasındaki ilişki araştırılmıştır. Öğrencilerin bilişsel epistemolojik inançlarının yanı sıra bilişsel yapılarının bu konudaki sosyobilimsel muhakemelerini tahmin etme yeteneği de incelenmiştir. Katılımcıların bilimsel epistemolojik inançları nicel ölçme aracıyla değerlendirilmiş; bilişsel yapıları yapılan görüşmelerin kayıtları aracılığıyla değerlendirilmiş ve daha sonra ‘akış haritası yöntemi’ ile analiz edilmiştir. Nükleer güç kullanımına ilişkin muhakemeleri açık uçlu bir anketle değerlendirilmiştir. Öğrencilerin bilimsel bilginin gerekçelendirilmesine ilişkin inançlarının (bilimi bilme doğasına ilişkin inançların bir yönü) muhakeme kaliteleriyle pozitif bir şekilde ilişkili olduğu; öğrencilerin bilişsel yapılarının kapsamı ve zenginliği ile bilgi işleme modu olan ‘karşılaştırma’yı kullanmalarının muhakeme kaliteleriyle pozitif bir şekilde ilişkili olduğu ortaya çıkmıştır. Yapılan regresyon analizi sonucu elde edilen bulgulara göre öğrencilerin bilgi işleme modu olan ‘karşılaştırma’yı kullanmalarının, muhakeme kalitesini tahmin etmede en önemli faktör

olduğunu, bilimsel bilginin gerekçelendirilmesine ilişkin inançlarının ise diğer önemli tahmin edici olduğu doğrulanmıştır.

Schommer-Aikins ve Hutter'ın (2002) 174 yetişkinin epistemolojik inançlarını ve düşünce eğilimlerini iki farklı anketle incelediği çalışması, karmaşık ve geçici bilgiye inanan katılımcıların tartışmalı konularda karar alırken birden fazla bakış açısı benimseme ve düşüncelerini değiştirme olasılıklarının daha yüksek olduğuna dair kanıtlar ortaya koydu. Ancak, epistemolojik inançlar ve bilgi için içerik-özgü varsayımlar çalışmalarında dikkate alınmamıştır. İnsanların SBK hakkındaki karar alma süreçlerinde bilimsel epistemolojik görüşlerinin etkisini değerlendirmeye özel olarak odaklanan Bell ve Lederman (2003) iki ayrı anket ve takip görüşmeleriyle toplanan nitel verileri analiz etti. Şaşırtıcı bir şekilde, bulgular bilimin doğası anlayışının SBK ile ilgili karar alma süreciyle ilişkili olduğuna dair açık bir gösterge ortaya çıkmamıştır. Zeidler vd., (2002) de bu iki alan arasındaki ilişkiyi araştırmış ve bilimin doğasının birçok yönü arasında sosyal/kültürel yerleşikliğe olan inancın öğrencilerin hayvan hakları konusu hakkındaki akıl yürütmelerinde önemli bir rol oynadığı sonucuna varmıştır. Öğrencilerin bilimin doğası anlayışını incelemek için küresel ısınma sorununu bir bağlam olarak kullanan daha sonraki bir çalışmada, Sadler vd., (2004) öğrencilerin bilimsel bilgiyi ifade etme biçimlerinin, sosyobilimsel bir konuyla ilgili çelişkili kanıtların yorumlanması ve değerlendirilmesini etkileyen bir faktör daha olduğunu ele almıştır.

Zeidler vd., (2009) tarafından yapılan araştırmada SBK öğretiminin ve öğrencinin yansıtıcı sorgulama becerisindeki gelişim arasındaki ilişkiyi incelemek amaçlanmıştır. Florida'da anatomi ve fizyoloji dersi alan 11 ve 12. sınıf öğrencilerinin katıldığı bu çalışmada bir eğitim-öğretim yılı içerisinde gerçekleşen SBK öğretimi ile öğrencilerin bilimsel, sosyal ve ahlaki açıdan farklı bakış açıları ile karşılaşmaları sağlanmıştır. Tasarlanan bu öğretim modelinde tartışabilme, muhakeme becerisini gösteren kaynakları kullanabilme, farklı bakış açıları analiz edebilme bu esnada kendi bakış açılarını geliştirebilme, veri toplama, değerlendirme, yorumlama, bilginin nasıl elde edildiğine dair varsayımlarda bulunma fırsatlarının bulunduğu etkinlikler yer almaktadır. Bu süreç öğrencilerin bilimsel kavramları ve bunların SBK'ya uygulanmasını daha iyi anlamalarına yönelik oluşturulmuştur. Deney ve kontrol grubu olarak belirlenen sınıflarda bilimin doğası öğretilmiş ve deney grubunda bu eğitim SBK öğretiminin içine entegre edilmiştir. Yapılan nitel ve nicel analizlerden elde edilen bulgularda, SBK öğretimi gerçekleşen deney grubunun

ön test ve son testleri arasında epistemolojik açıdan anlamlı bir fark olduğu ancak kontrol grubunda herhangi bir fark gözlenmediği ortaya çıkmıştır.

Schwarz ve White, (2005) yürüttükleri çalışmada model ve modelleme hakkında açık bir meta-bilişsel yönergeler kullanarak bir sorgulama-modelleme yaklaşımı uygulamıştır. Sonuçlar, öğrencileri yalnızca modeller geliştirmeye dahil etmenin, modeller ve modelleme hakkında epistemolojik farkındalık geliştirmek için yeterli olmadığını ve yalnızca bilimsel modeller değil, aynı zamanda doğaları ve amaçları hakkında epistemolojik farkındalık geliştirmek için modeller ve modelleme hakkında açık yönergeler eklenmesi gerektiğini göstermiştir. Bu doğrultuda yapılan çalışmalarda da görüldüğü üzere öğrencilerin epistemolojik inançlarındaki gelişimin çok kolay ve kısa sürede olamayacağı, farklı faktörlerin de etkili olduğu ancak SBK'nın doğası gereği tartışmalı ve farklı fikirlere açık, delillerin sorgulandığı öğrenme ortamlarının gelişim için uygun olduğu söylenebilir (Han-Tosunoğlu, 2018).

2.3.4. Sosyobilimsel muhakeme becerisi

SBK'lar, sosyal, bilimsel, politik, ekonomik ve etik boyutlarla ilişkili olan güncel bilim ve teknolojinin tartışmalı konularını ortaya koymaktadır. SBK'ların temeli bilim olmasına rağmen, bu konularla başa çıkmak için yalnızca bilimsel değerlendirmelere dayandırılmaz (Eggert, Ostermeyer, Hasselhorn ve Bogeholz, 2013). Doğası gereği bilim temelli herhangi bir sosyal sorun karmaşık ve tartışmalıdır; iyi yapılandırılmamış sorunları, bilimsel kanıtlardaki belirsizliği ve çok sayıda bakış açısını içerir (Colucci-Gray, Camino, Barbiero ve Gray, 2006). Bu konulara yönelik tam veya kesin çözümler yoktur. Birden fazla çözüm mümkündür ve her birinin kendine özgü avantajları ve dezavantajları vardır (Sadler, 2009; Zohar ve Nemet, 2002). SBK'ların karmaşık yapısı, öğrencilerin konuyu birden fazla boyuttan düşünmeleri, ilgili bilgileri araştırmaları, argümantasyona katılmaları, muhakeme becerilerini uygulamaları ve karar alma stratejilerini geliştirmesine çeşitli bakış açılarını entegre etmeleri gerekir. Bu durumda SBK'yı öğretim bağlamı olarak kullanmak, öğrencilerin bilimsel kavramlar, bilimin nasıl çalıştığına dair fikirler, argümantasyon ve modelleme gibi bilim uygulamalarını da geliştirmesine olanak sağlar (Khishfe, Alshaya, Baujaoude, Mosour ve Alrudiyan, 2017). Diğer bir ifadeyle SBK öğretiminde, öğrenciler herhangi bir bilimsel/teknolojik gelişmenin artılarını eksilerini değerlendirme becerilerini kullanmaya ve bilim/teknoloji tartışmalarının altında yatan politik ve sosyal boyutları algılamaya teşvik edilmelidir (Aikenhead, 1990; Pedretti, 1999). Bu bağlamda SBK öğretimi

öğrencilerin bilim ve toplumun kesişimlerinden ortaya çıkan ‘gerçek yaşam’ sorunları ve durumlarıyla etkileşim kurma biçimini olumlu yönde etkileme potansiyeline sahiptir (Romine vd., 2020). Bilinçli sosyobilimsel kararlar alabilmek, aynı zamanda ahlaki muhakeme, yani farklı seçeneklerin artıları ve eksilerini göz önünde bulundurma ve karşılaştırma, problem çözmeye katılmak ve nihai karara ulaşmak için bir karar verme stratejisi ortaya koyma becerileriyle de yakından ilişkilidir. Bu becerileri Roberts ve Bybee’nin (2014) bilimsel okuryazarlık boyutlarından vizyon II’ye karşılık gelmektedir. Ayrıca, SBK’larla çalışmanın devam eden bir sorgulama süreci olduğunu anlamak da önemlidir. Bu, SBK sınıfındaki en belirgin etkinliği tanımlamak için sosyobilimsel muhakemenin kullanılması fikrinin geliştirilmesine yol açmıştır (Sadler vd., 2007). Sosyobilimsel muhakeme her bir SBK’yı anlamlandırmak ve bu konuda bilinçli davranmak için gerekli olan yeterliliği temsil eden dört boyut açısından tanımlanmıştır. Bunlar: (1) SBK’nın içsel karmaşıklığını tanımayı, (2) sorunları birden fazla perspektiften incelemeyi, (3) SBK’nın sürekli araştırmaya tabi olduğunu takdir etmeyi ve (4) potansiyel olarak önyargılı bilgiler sunulduğunda şüphecilik göstermeyi içerir (Romine, Sadler ve Kinslow, 2016). Simonneaux ve Simonneaux (2009) ayrıca riskleri ve belirsizlikleri belirlemeyi ve değerleri ifade etmeyi sosyobilimsel muhakemenin iki önemli yönleri olarak ekleyip genişletmiştir.

Son zamanlarda öğrencilerin SBK ahlaki muhakemelerinin önemi, fen eğitimcileri arasında giderek artan bir ilgi görmektedir. Bu önemli konuya dair daha derin anlayışlar elde etmek için Wu ve Tsai (2007) tarafından yapılan çalışmada bütünsel bir analitik çerçeve geliştirmiştir. Bu çerçeve ile 71 Tayvanlı 10. Sınıf öğrencisinin nükleer enerji kullanımına ilişkin sosyobilimsel muhakeme süreci nitel ve nicel olarak incelenmiştir. İddiaların, karşı iddiaların ve çürütmelerin varlığı ve dört kategori veya akıl yürütme modu (sosyal, ekolojik, ekonomik, bilim/teknoloji) dahil olmak üzere argüman kalitesini ölçmek için birden fazla yöntem kullanmıştır. Bu çalışmadaki öğrencilerin muhakemeyi çoklu perspektiflerden yürütme eğiliminde olduklarını ve çoğunun kanıta dayalı kararlar almaya yatkın olduğu ifade edilmiştir. Bununla birlikte öğrencilerin %40’a yakın kısmı karşı argümanlara karşı çürütmeler oluşturabildiğinin altını çizmiştir. Elde edilen bulgular ışığında öğrencilerin çoklu akıl yürütme perspektiflerini kullanmaları, daha fazla argüman önermelerine ve özellikle daha fazla karşı argüman oluşturmalarına yardımcı olabildiği belirtilmiştir. Bu çalışmada ayrıca öğrencilerin çoğunun okuldaki fen eğitiminden elde edebilecekleri bilimsel bilginin, sosyobilimsel muhakeme yeteneğinin gelişimi ve bu yönde karar verme

mekanizması için önemli bir temel olarak görülebileceğine dair kanıtlar ortaya çıkarılmıştır. Özetle daha fazla akıl yürütme modu sunan öğrencilerin birden fazla bakış açısından daha iyi argüman üretebildiği sonucuna varılmıştır.

Çeşitli SBK araştırmalarında öğrencilerin informal akıl yürütmeleri incelenirken Sadler ve Zeidler (2004) ele alınan konuların bireysel bağlamlarının, gösterilen genel kalıpları ve informal muhakemenin kalitesini şekillendirmede büyük rol oynadığını ileri sürmüştür. Bu düşünceye kanıt sağlayan Topçu, Sadler ve Yılmaz-Tüzün'ün (2010) yürüttüğü çalışmada konu bağlamlarının bireylerin dahil olduğu sosyobilimsel muhakeme süreçlerini ne ölçüde etkilediğini test etmeyi amaçlamıştır. Bu doğrultuda birden fazla sosyobilimsel senaryo ile ilgili muhakemeyi ortaya çıkarmak için tasarlanmış görüşmelere 39 fen bilgisi öğretmeni katılmıştır. Gen terapisi ve insan klonlama ile ilgili üçer senaryo ve küresel ısınma ile ilgili bir senaryo kullanılarak elde edilen veriler yorumlayıcı nitel araştırma yaklaşımı kullanılarak analiz edilmiştir. Bu çalışmada sosyobilimsel muhakeme ile ilgili elde edilen bulgulara göre örneklem düzeyinde, çeşitli sosyobilimsel senaryolar arasında informal muhakeme kalitesinde güçlü tutarlılıkların olduğu görülmüştür. Bireysel olarak incelendiğinde muhakeme uygulamalarında daha yüksek düzeyde bir değişkenlik görüldüğü ifade edilmiştir. Bu sonuçlar SBK ile ilgili informal muhakeme süreçlerinin konuya bağlı olduğunu öne süren önceki sonuçları desteklediği vurgulanmıştır.

Fang, Hsu ve Lin (2019) tarafından yapılan çalışmada ise sosyobilimsel muhakemeyi kavramsallaştırmak için muhakeme alanını formüle etmek, bir muhakeme stratejisi belirlemek ve muhakeme sürecini yansıtmak olmak üzere üç aşamadan oluşan teorik bir çerçeve ortaya konulmuştur. Özellikle sosyobilimsel muhakemeye odaklanan toplam 24 makale incelenmiş ve bunları iki gruba ayırmıştır. İlki öğrencilerin sosyobilimsel muhakeme becerilerini ve bilişsel koşullarıyla ilişkilerini araştırmıştır. İkincisi uygulamaların yani yapılan aktivitelerin etkinliğini incelemiştir. Her iki gruptaki çalışmaların çoğunun birinci aşamaya odaklandığını ve informal muhakeme, kanıta dayalı akıl yürütme ve sosyal etkileşimler olmak üzere üç araştırma temasını incelediğini göstermiştir. Elde edilen bulgular, birinci ve ikinci aşamaların öğrencilere getirdiği zorlukları, örneğin kriterleri önceliklendirme ve uygun bir karar alma stratejisi kullanma zorluklarını göstermiştir. İki bilişsel koşul, bilimsel bilgi ve bilimsel epistemolojik inançlar, informal muhakemeden ziyade kanıta dayalı muhakeme üzerinde daha doğrudan bir etkiye sahip olduğu görülmüştür. İkinci grup çalışmaları çeşitli öğretim etkinlikleri tasarlamıştır ve üç aşama

boyunca farklı sosyobilimsel muhakeme becerisi incelemiştir. Çerçeve, sosyobilimsel muhakemeyi daha yapısal ve bütünsel bir şekilde kavramsallaştırmaya yardımcı olmuştur. Araştırmacılar, içerik incelemesi için sosyobilimsel muhakeme süreci için öğretici bilgiler sağladığı ve gelecekteki birkaç araştırmaya yön verdiğini ifade etmektedir.

Tüm bu sosyobilimsel muhakeme süreçlerindeki etkinlikler, öğrencilerde yüksek oranda istek ve talepler doğurmuştur (Eggert, Ostermeyer, Hasselhorn ve Bögeholz, 2013). Bu nedenle öğrencilerin sosyobilimsel muhakeme becerilerini geliştirmek için iyi tasarlanmış bir öğretim programı, uygun öğretim ve öğrenme materyalleri ve kapsamlı eğitim sağlamak ön koşuldur.

2.3.5. Akademik başarı (alan bilgisi)

Model tabanlı ve SBK öğretiminin öğrencilerin bilim içeriğini anlamalarına yardımcı olduğu gösterilmiştir (Zangori, Peel, Kinslow, Friedrichsen ve Sadler, 2017; Lehrer ve Schauble, 2012; Barab, Sadler, Heiselt, Hickey ve Zuiker, 2007; Dori vd., 2003; Klosterman ve Sadler, 2010). Modelleme etkinlikleri bilimsel konularda içerik bilgisini artırmakta ve öğrencilerin günlük yaşam sorunları hakkında nasıl akıl yürüttüklerini etkilemektedir. Sınırlı araştırmalar, öğrencilerin akıl yürütürken modellerden tutarlı bilimsel fikirler kullandığını göstermektedir (Park, 2016). Örneğin, Sengupta ve Wilensky (2009) ile Wilensky ve Reisman (2006) tarafından yürütülen çalışmalar, öğrencileri bireysel etkenleri vurgulayan ve ortaya çıkan süreçleri görünür kılan modellerle meşgul etmiş ve bu modellerin öğrencilerin genellikle onlar için zor olan kavramları keşfetmelerine ve anlamalarına yardımcı olduğunu göstermiştir.

Araştırmalar, modelleme etkinliklerinin öğrencilerin bilimsel bilgi kullanımıyla akıl yürütme becerilerini desteklediğini ortaya koymaktadır. Örneğin, Bambarger ve Davis (2013) tarafından yapılan bir çalışmada, ortaokul fen bilgisi öğrencilerinin içerik bilgileri ile modelleme becerileri arasındaki ilişki incelenmiştir. Çalışma, 65 altıncı sınıf öğrencisi ve bir fen bilgisi öğretmeni ile gerçekleştirilmiş ve öğretim programında yer alan "maddenin doğası" konusuna yönelik bilimsel modelleme uygulamaları içermiştir. Model tabanlı öğretim uygulanmadan önce öğrencilere ön test, uygulamadan sonra ise son test yapılmıştır. Araştırma sonuçları, öğrencilerin her üç modelde de modelleme performanslarında anlamlı bir gelişim olduğunu göstermiştir. Ayrıca, bu gelişim, model tabanlı öğretimin öğrencilerin içerik bilgilerini de geliştirdiğini ve bu tür öğretimin içerik bilgisiyle bütünleşik bir şekilde

sunulabileceğini ortaya koymuştur. Modellemeler, öğrencilerin kavramsal bağlantılar kurma becerilerini geliştirerek anlamlı öğrenme yaşamlarını ve problem çözme yeteneklerini iyileştirmiştir (Frederiksen, White ve Gutwill, 1998). Bunun yanı sıra, model tabanlı öğretim süreçleri, öğrencilerin modeller aracılığıyla gerçek dünyadaki durumlarla ilişki kurmalarını kolaylaştırmıştır (Barab, Hay, Barnett ve Keating, 2000). Modellemeye dayalı fen eğitimi üzerine yapılan araştırmalardan anlaşılabileceği üzere, bu çalışmaların ortak amacı, öğrencilerin kavramsal düzeyde derinlemesine öğrenmelerini sağlamaktır. Literatürdeki pek çok çalışma, model tabanlı fen eğitimi derslerinin öğrencilerin akademik başarılarını ve fen eğitimiyle ilgili becerilerini önemli ölçüde artırdığını ortaya koymaktadır (Bülbül, 2019). Bunun yanında, öğrenciler yalnızca kavramsal anlayışlar geliştirme potansiyeline değil, aynı zamanda modelleme uygulamasını daha iyi anlama ve bu konuda kolaylık sağlama potansiyeline de sahip olabilmektedir (Ford, 2008; Schwarz ve White, 2005). Modelleme etkinliğine odaklanmak, etkinliğin yer aldığı topluluğa ve uygulama ile kavramsal gelişmelerin sosyal etkileşimde birlikte nasıl inşa edildiğine daha fazla dikkat edilmesini gerektirir (Hall ve Greeno, 2008).

Kolsto (2001) öğrencilerin fen derslerinde edindikleri bilginin, tartışmalı konularda ahlaki muhakeme ve karar alma süreçlerinde araç olarak kullanılabileceğini savunmuştur. Ancak, bu çalışmadaki lise öğrencilerinin nispeten daha az “bilim odaklı veya teknoloji odaklı” argümanlar öne sürdükleri bulunmuştur. Fen derslerinde öğrendikleri ile karşılaştıkları SBK’lar arasında bağlantı kurma konusunda yeterli yeteneğe sahip olmadıkları görülmektedir. Yukarıdaki sonuçlar, öğretmenler öğrencilerin öğrendikleri bilimsel bilgileri gerçek dünya problemlerini çözmek için uygulama becerilerine daha fazla dikkat etmeleri gerektiğini göstermektedir. Özellikle, internet tabanlı fen öğrenme ortamlarında, öğrenciler internet üzerinden ilgili bilimsel bilgiyi edinme ve karşılaştıkları SBK ile başa çıkmak için uygulama konusunda daha fazla fırsata sahip olabilirler. Bu nedenle, aradıkları web tabanlı bilgileri nasıl değerlendirdikleri ve rasyonel bir şekilde muhakeme etmelerine ve SBK ile ilgili düşünceli kararlar almalarına yardımcı olmak için ilgili bilgileri nasıl kullandıkları, fen eğitimi araştırmacıları için önemli konular haline gelebilir.

Fen eğitimi alanında yapılan çalışmalar SBK’nın fen içeriğini öğrenmek için anlamlı bağlamlar sağlamanın bir yolu olarak kullanılma potansiyelinden sıkça bahsetmiştir (Cajas, 1999; Kolsto, 2001; Zeidler, Walker, Ackett ve Simmons, 2002). Diğer bir ifadeyle bu

araştırmacılar SBK'nın fen içeriğini öğrencilerin deneyimlerine bağlayan durumlar sunduğunu ve böylece altta yatan bilimi anlamak için bir hız sağladığını ifade etmiştir. Bazı araştırmalar SBK tabanlı öğretimin fen bilgisi içeriği öğrenimini desteklemede etkili olduğunu göstermektedir. Örneğin Venville ve Dawson, (2010) tarafından yürütülen çalışma genetik teknolojileri ile ilgili bir öğretim modülü bağlamında lise öğrencilerinin SBK tabanlı argümantasyon uygulamasının genetiğe ilişkin kavramsal anlayışlarını geliştirip geliştirmediği ile ilgili sorulara ilişkin bilgiler sunmaktadır. Bu araştırmanın amacı, SBK tabanlı argümantasyonun lise öğrencilerinin argümantasyon becerileri, gayri resmi muhakeme ve genetiğe ilişkin kavramsal anlayışları üzerindeki etkisini incelemektir. SBK öğretiminin uygulandığı bir deney grubu ve geleneksel yaklaşımla öğrenim gören kontrol grubu oluşturulmuştur. Bunlar, iki 10. sınıf sınıfının ($n = 46$) argümantasyon grubunu ve iki 10. sınıf sınıfının ($n = 46$) karşılaştırma grubunu oluşturduğu gömülü yarı deneysel tasarıma sahip bir okulda durum çalışması olarak yürütülmüştür. Argümantasyon grubunun öğretmeni, mesleki öğrenme sürecine katılarak, sınıfında 50 dakikalık bir ders boyunca öğrencilere argümantasyon becerilerini doğrudan öğretmiştir. Sonraki iki ders boyunca ise öğrencileri, SBK hakkında tüm sınıfın katılımıyla gerçekleşen bir argümantasyon etkinliğine dahil etmiştir. Bu uygulamanın öğrencilerin alan bilgisi üzerindeki etkisini değerlendirmek amacıyla, uygulama öncesinde ve sonrasında öğrencilere 18 sorudan oluşan çoktan seçmeli bir test ve üç kısa cevaplı soru yöneltilmiştir. Elde edilen bulgular, argümantasyon grubunun, karşılaştırma grubunun aksine, argümanlarının karmaşıklığı ve kalitesinde anlamlı bir iyileşme gösterdiğini ve rasyonel ahlaki muhakemeye dair daha fazla açıklama yaptığını ortaya koymuştur. Her iki grup da genetik bilgilerinde önemli ölçüde iyileşme sağladı, ancak argümantasyon grubunun gelişimi karşılaştırma grubundan önemli ölçüde daha yüksek çıkmıştır. Bu çalışma SBK tabanlı öğretimin fen içeriğinin öğrenilmesini teşvik ettiği iddiasını desteklemektedir.

Bu alandaki bazı araştırmalar ise öğrencinin sahip olduğu önceki bilgiyi hesaba katmadan son test tasarımlarına dayanmaktadır. Örneğin, Zohar ve Nemet, (2002) yürüttükleri çalışmada iki İsrail okulundan 9. Sınıf öğrencilerini içeren 4 sınıfta 12 haftalık bir SBK öğretim sürecinin etkilerini araştırmıştır. Genetik mühendisliği ünitesinde, argümantasyon yöntemiyle yapılan öğretimin ve geleneksel öğretim yöntemlerinin, genetik konusundaki öğrenme başarısı ile öğrencilerin argümantasyon kalitesi üzerindeki etkilerini incelemek amacıyla bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Beş farklı deney sınıfında öğretim gerçekleştiren beş öğretmenden üçü kontrol grubunda geleneksel yöntemlerle öğretim

yapmıştır. Deney grubunda ise 12 hafta boyunca 10 farklı SBK senaryosundan oluşan bir öğretim süreci uygulanmıştır. Öğrencilerin genetik alanındaki bilgi düzeyindeki değişimi ölçmek için 20 sorudan oluşan bir çoktan seçmeli genetik testi uygulanmış ve öğrencilerin SBK tabanlı argümantasyon sürecinde alan bilgisini ne ölçüde kullandıkları gözlemlenmiştir. Araştırmacılar, öğrencilerin alan bilgisindeki gelişimi değerlendirmek amacıyla her bir SBK ikileminde içerik analizi yapmış, öğrencilerin yazılı dokümanlarını incelemiş, argüman kalitesine alan bilgisinin etkisini analiz etmiş ve genetik bilgi testi sonuçlarını karşılaştırmıştır. Çalışma sonucunda SBK öğretim sürecinin genetik alan bilgisi üzerinde anlamlı bir şekilde diğer gruptan yüksek olduğu ortaya çıkmıştır.

Başka bir çalışma grubu SBK tabanlı öğretim uygulamasının ardından içerik bilgisine dair kazanımları araştırmak için ön test-son test tasarımları kullanmıştır. (Barab, Sadler, Heiselt, Hickey ve Zuiker, 2007; Dori vd, 2003; Klosterman ve Sadler, 2010). Klosterman ve Sadler (2009) tarafından yapılan çalışmada SBK tabanlı bir öğretim modülünün uygulanmasının bilimsel içerik bilgisini geliştirme üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Çok seviyeli bir değerlendirme tasarımı kullanarak, öğrencilerin içerik bilgisi kazanımları, hem ilgili bilimsel içeriği hem de küresel ısınmayı çevreleyen tartışmaları inceleyen üç haftalık SBK odaklı öğretim modülleri uygulanmadan önce ve sonra ölçülmüştür. Öğrenci içerik bilgisinin ölçümleri, standartlara uygun içerik bilgisi sınavı (uzak değerlendirme) ve müfredata uygun sınav (yakın değerlendirme) kullanılarak yapılmıştır. Elde edilen veriler iki okulda öğrenim gören 108 öğrenciden toplanmıştır. Uzak değerlendirmenin nicel analizi öğrencilerin son test puanlarının ön test puanlarından istatistiksel olarak anlamlı derecede farklı olduğunu göstermiştir. Yakınsal değerlendirmeden alınan öğrenci yanıtlarının nite analizleri, öğrencilerin ortalama olarak üç haftalık ünitelerden sonra küresel ısınma, sera etkisi ve bu konularla ilişkili tartışmalar ve zorluklar hakkında daha doğru, daha ayrıntılı ve daha karmaşık anlayışlar oluşturduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmadan elde edilen sonuçları genelleyecek olursak, SBK'nın fen içeriğini öğrenmek için bir bağlam olarak kullanılmasına destek sağlamaktadır.

Dori, Tal ve Tsaushu (2003) tarafından yürütülen çalışmanın amacı, 'Herkes için Bilim' yaklaşımı çerçevesinde geliştirilen biyoteknoloji ve çevre ile ilgili SBK modülünün, ortaöğretim öğrencilerinin kullandıkları çeşitli düşünme becerileri ile alan bilgisi kazanımlarını analiz etmektir. Araştırmanın örneklemi, 10-12. sınıflarda öğrenim gören yaklaşık 200 öğrenciden oluşan sekiz sınıftır. SBK öğretim süreci, biyoteknoloji bağlamında

dört bölümden (ziraat, şaraptan insüline, genetik kimlik ve genetik özelliklerin değişimi) oluşmakta ve etik ile ahlaki ikilemler içeren senaryolar içermektedir. Öğretim sürecinin sonunda öğrencilerin değişimlerini değerlendirmek amacıyla bir test hazırlanmıştır. Bu test, konuya ilişkin bilgi ve anlayış, mevcut bilgilerin yeni durumlara uygulanması, soru sorma ve sistem düşünme gibi bölümlerden oluşmuş ve öğretim sürecinden önce ve sonra uygulanmıştır. Araştırmacılar, öğrencileri içerik bilgisi düzeylerine göre yüksek, orta ve düşük olarak gruplandırmıştır. SBK öğretimi sonucunda, her seviyede ilgili konuya yönelik bilgi ve anlayışın arttığı tespit edilmiştir. Ancak, düşük akademik başarıya sahip öğrencilerin, orta ve yüksek akademik başarıya sahip gruplara kıyasla bilgi ve anlayış açısından daha yüksek puan artışları elde ettiği gözlemlenmiştir. Bu bulgular doğrultusunda araştırmacılar, SBK öğretiminin, farklı akademik başarı düzeylerine sahip öğrenciler arasındaki farkları azaltmada etkili olabileceğini tartışmıştır.

SBK tabanlı öğretiminin fen içeriğini öğrenci tarafından öğrenilmesini desteklediğine dair araştırmalar olsa da kullanılan ölçümlerin geçerliliği ile ilgili eleştirilere maruz kalmıştır (Sadler, Romine ve Topçu, 2016). Örneğin Yager vd., (2006) yerel bir çevre sorunu bağlamında SBK öğretiminin öğrencinin fen içeriğini öğrenmesine etkisini araştırmıştır. Bu çalışmada geleneksel ve SBK tabanlı öğretimin gerçekleştiği iki sınıf arasındaki performansları öğretmen tarafından oluşturulan test sonucuna bağlı olarak karşılaştırmıştır. Ancak Sadler vd. (2016) bu sonuçların daha geçerli olabilmesi için sınıf içinde yapılan uygulamalarla doğrudan bağlantılı olmayan (soru tipi, kullanılan senaryo) ölçme araçlarının kullanılması gerektiğini ileri sürmüştür ve bunun gibi hem değişime duyarlı hem de genelleştirilebilir ölçümler elde edilmesi ihtiyacını vurgulamıştır. Bu doğrultuda değerlendirme yaklaşımının deney ve kontrol grupları arasındaki farkın daha etkili şekilde ortaya konulmasına yardımcı olacağı düşünülmüştür.

Alanın SBK tabanlı öğretimin değerlendirilmesine ilişkin eleştiriler ve çok seviyeli değerlendirme çerçevesinden elde edilen çıkarımlar göz önüne alınarak Sadler vd., (2016) tarafından SBK tabanlı öğretimin öğrencilerin alan bilgisini öğrenmesine ne ölçüde desteklediğine ilişkin bir çalışma yürütülmüştür. Çalışmada Florida’da farklı liselerde bulunan üç fen bilgisi öğretmenin rehberliğinde 69 öğrencinin katılımıyla gerçekleşen genetik ve moleküler biyoloji bağlamında biyoteknoloji konusuna odaklanılmıştır. Üç hafta süren bir öğrenme modülü uygulanmış olup cinsel yolla bulaşan hastalıkların tanımlandığı ve tedavi süreci için kullanılan biyoteknolojik yöntemlerin vurgulandığı SBK öğretim

çerçevesi (Presley vd., 2013) uygulanmıştır. Uygulanan SBK çerçevesinin, ilgi çekici konulara dikkati çekmek, öğrencileri temel alan bilgilerini öğrenmesini sağlamak, öğrencilerin veri toplamasını ve analiz etmesini sağlamak, konunun sosyal boyutunun tartışılmasını sağlamak ve konu ile ilgili bilgi iletişim teknolojisini kullanarak araştırma yapmasını sağlamak gibi özellikleri ön plana çıkarılmıştır. Öğrencilerin genetik ve moleküler biyoloji ile ilgili içerik bilgisine dair kazanımları değerlendirmek için çok seviyeli bir değerlendirme çerçevesi kullanılmıştır (Hickey ve Pellegrino, 2005). Bu değerlendirme sürecinde öğrencilere SBK öğretim çerçevesi uygulanmadan önce ve sonra SBK ile ilgili fen içeriği bağlamında çoktan seçmeli ölçme aracı (proksimal değerlendirme) ve öğretim süreci ile doğrudan bağlantılı olmayan ancak öğretim programı ile ilişkili 18 maddeli çoktan seçmeli ölçme aracı (distal değerlendirme) uygulanmıştır. Değerlendirme sonucunda öğrencilerin proksimal son testteki ortalama puanlarının ön testteki puanlarına göre neredeyse iki katı yüksek çıkmış ve istatistiksel olarak anlamlı çıkmıştır. Distal testteki puanlarda ise ortalama puanlar %38'den %54 seviyelerine yükselmiştir. Özetle araştırma sonucu öğrencilerin SBK öğretim sürecinden sonra alan bilgisinin hem proksimal hem de distal ölçümlere göre anlamlı kazanımlar gösterdiği ortaya çıkmıştır. Bu çalışmada elde edilen bulgular ışığında SBK tabanlı bir öğretimin alan bilgisine ait kavram ve anlayışlarının gelişimini desteklediğini ortaya koymaktadır.

Bu alanda son yıllarda Leung ve Cheng (2020) tarafından yürütülen çalışmada öğrencilerin obeziteyi anlamlandırma farklı bakış açılarına yapılan atıfların sayısındaki değişiklik ve obezitenin farklı nedenlerine kavramsal değişim literatüründeki uyum ve yaygınlıktaki değişim açısından birden fazla bakış açısını öğrenmeleri incelenmiştir. Obezite hakkındaki SBK öğretimi, çeşitli anadallardan toplam 114 lisans öğrencisine uygulanmıştır. Öğrencilerin 12 haftalık kurs boyunca ve sonrasında 6 ay boyunca öğrenmelerini çizelgelemek için anketleri denemeler ve takip görüşmeleri kullanılmıştır. Çalışma sonucunda öğrenciler obeziteyi birden fazla boyuttan bakış açılarını kullanarak açıklama konusunda daha yetenekli hale geldiği görülmüştür.

SBK tabanlı öğretimin öğrencilerin alan bilgisini öğrenmesine ne ölçüde desteklediğine ilişkin yapılan çalışmalar göz önüne alındığında uygulanan SBK çerçevesine bağlı olarak, ilgi çekici konulara dikkati çekmek, öğrencileri temel alan bilgilerini öğrenmesini sağlamak, öğrencilerin veri toplamasını ve analiz etmesini sağlamak, konunun sosyal boyutunun tartışılmasını sağlamak ve konu ile ilgili bilgi iletişim teknolojisini kullanarak araştırma

yapmasını sağlamak gibi özellikleri ön plana çıktığı ve bu özelliklerin gelişimine yardımcı olduğu görülmüştür.

2.4. İlgili Araştırmalar

Bu bölümde tez konumuzdaki SBK öğretimi, modellemeye ilişkin yapılan yurt içi ve yurt dışında yürütülen çalışmalardan bahsedilmektedir. SBK öğretimi ve modelleme ile ilgili çalışmalara önce ayrı ayrı değinilmiş daha sonra SBK öğretimi ve modellemenin bir arada bulunduğu çalışmalar ele alınmıştır.

2.4.1. SBK öğretimi ile ilgili araştırmalar

SBK ile ilgili çalışmalar gerek yurt içi gerekse yurt dışında birçok çalışma yapılmıştır. Bu bölümde SBK öğretiminin öğrencilerin argümantasyon becerisine, ahlaki muhakeme becerisine, epistemolojik inanç gelişimine, alan bilgisi ve sosyobilimsel muhakeme becerisine olan etkisine ilişkin çalışmalara ağırlık verilmiştir.

Liu, Lin ve Tsai (2010) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, üniversite öğrencilerinin sosyobilimsel karar verme süreçlerindeki düşünme kalıpları ile bilimsel bilgiye dair görüşleri arasındaki ilişki ele alınmıştır. 177 üniversite öğrencisiyle yürütülen bu çalışmada hem nicel hem de nitel yöntemler birlikte kullanılmıştır. Çalışmada, istilacı türlerle ilgili çevresel yönetim konularına ilişkin sosyobilimsel senaryolar ve öğrencilerin bilimsel bilgi anlayışları değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular, öğrencilerin bilimsel bilgi konusunda değişken ve net olmayan görüşlere sahip olduklarını, katılımcıların önemli bir kısmının durumları yalnızca tek bir disiplin çerçevesinde ele aldığını ve disiplinler arası bir bakış açısı geliştirmekte zorlandıklarını ortaya koymuştur. Bu doğrultuda, öğrencilerde disiplinlerarası düşünme becerilerini geliştirmeye yönelik eğitimsel uygulamalara ihtiyaç duyulduğu sonucuna varılmıştır.

Yapıcıoğlu ve Kaptan (2018) yürüttükleri çalışmada sosyobilimsel durum temelli öğretim yaklaşımının, fen bilimleri öğretmen adaylarının argümantasyon becerilerinin gelişimine etkisini incelemek hedeflenmiştir. Karma araştırma yönteminin kullandıkları çalışmaya 82 öğretmen adayı katılmıştır. Veri toplama aracı olarak Argümantasyon Becerileri Belirleme Ölçeği(ABB), öğrenci günlükleri, odak grup görüşmesi, sınıf içi gözlem kayıtları kullanılmıştır. Elde edilen bulgulara göre sosyobilimsel durum temelli öğretimin mevcut öğretim yöntemine kıyasla öğretmen adaylarının argümantasyon

becerilerinin gelişiminde daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır. Bunun yanında deney grubundaki katılımcıların argümantasyon bileşenlerine yönelik daha fazla betimlemede bulunduğu ortaya çıkmıştır. Ayrıca araştırmacılar bireylerin sosyobilimsel konulardaki kararlarının dini yargılar, yaş seviyesi, öğretmenin pozisyonu, alan bilgisi yetersizliği, sınırlı çevre, ailenin bakış açısı, duygusal durum ve ekonomik faktörlerden etkilendiğini vurgulamıştır.

Sadler ve Donnelly (2007), fen eğitimi bağlamında SBK ve argümantasyonun müfredata dâhil edilmesine yönelik artan ilgiye yanıt olarak, lise öğrencilerinin SBK temelli argümantasyonlarının kalitesini etkileyen değişkenleri incelemiştir. Araştırmada özellikle öğrencilerin konuya ilişkin bilgi düzeyleri ile ahlaki muhakeme becerilerinin, argümantasyon performansları üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir. Çalışma, nicel ve nitel veri toplama yöntemlerinin bir arada kullanıldığı karma yöntemli bir desene sahiptir. Katılımcılar, hem içerik bilgisi hem de ahlaki muhakemeye yönelik testleri tamamlamış; ardından SBK çerçevesinde argümantasyon becerilerinin değerlendirildiği mülakatlara katılmıştır. Yapılan çoklu regresyon analizleri, içerik bilgisi, ahlaki muhakeme düzeyi ve argümantasyon kalitesi arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olmadığını ortaya koymuştur. Nitel analiz bulguları da bu sonucu destekler niteliktedir: Öğrenciler, SBK senaryolarında içerik bilgilerini uygulamada zorluk yaşamış ve bu bilgiyi argümanlarına nadiren yansıtmıştır. Öte yandan, öğrencilerin büyük bir çoğunluğu SBK'yi ahlaki bir mesele olarak değerlendirmiştir. Araştırmacılar bu durumun, öğrencilerin bilimsel bilgi ile ahlaki değerlendirmeleri bütünleştirmekte zorlandıklarını gösterdiğini belirtmiştir. Araştırmacılar, bu sonuçlardan yola çıkarak SBK öğretiminde konu bilgisi ile muhakeme süreçleri arasındaki geçişin belirli bir eşik düzeyini gerektirdiğini savundukları "Bilgi Transferi Eşik Modeli"ni önermiştir. Uygulanan bu model, öğrencilerin yalnızca bilgi sahibi olmalarının yeterli olmadığını; bu bilgiyi anlamlı ve etkili bir şekilde argümantasyon sürecine entegre edebilmeleri için belirli bir kavramsal olgunluğa erişmeleri gerektiğini vurgulamaktadır. Çalışmada, SBK odaklı bilim öğretimi açısından önemli pedagojik çıkarımlar sunulmuştur.

Sadler ve Fowler (2006), genetik bilgisi düzeyleri farklılık gösteren üç öğrenci grubuyla çalışmıştır. Bunlar; ortaöğretim öğrencileri, sosyal bilimler alanında öğrenim gören üniversite öğrencileri (düşük genetik bilgisi) ve fen bilimleri alanında öğrenim gören üniversite öğrencileridir (yüksek genetik bilgisi). Gerçekleştirdikleri çalışmada, toplam 45

katılımcının üç farklı SBK senaryosuna verdikleri yanıtları incelemişlerdir. Araştırma bulguları, konuya dair bilgisi belirli bir seviyenin altında olan öğrencilerin ahlaki muhakeme becerilerinde zayıf kaldığını göstermiştir. Buna karşılık, fen bilimleri öğrencilerinin sunduğu argümanlar diğer gruplara kıyasla daha nitelikli bulunmuştur. Elde edilen veriler, Sadler ve Donnelly'nin (2006) ortaya koyduğu Bilgi Transferinde Eşik Modeli'nin alan bilgisi ile SBK süreçleri arasındaki ilişkiyi açıklamada etkili olduğunu ve alan bilgisinin bu süreçteki önemini vurguladığını ortaya koymaktadır.

Keefe (2003), lisansüstü öğrencilerle yaptığı iki çalışmada, Heinz ikilemi üzerinden bireylerin ahlaki karar verme süreçlerini incelemiştir. İlk çalışmada öğrencilere, ilacı alamayan Heinz'in ilacı çalıp çalmaması gerektiği sorulmuş, ikinci çalışmada ise benzer bir ikilem senaryosu kullanılmıştır. Her iki çalışmada, bireylerin karar verme süreçlerindeki benzerlik ve farklılıklar analiz edilerek bir ahlaki karar verme modeli geliştirilmiştir. Bu modele göre, SBK öğretimi, öğrencinin etik yönleri belirlemesiyle başlar ve tek bir doğru karardan ziyade alternatif çözüm önerileri sunmasıyla sonlanır. Model, etik konunun belirlenmesi, problemdeki bilinmeyenlerin saptanması, çözüm ve gerekçe sunulması, alternatif senaryoların düşünülmesi ve ahlaki sonuçların değerlendirilmesi gibi aşamalardan oluşur.

Fowler, Zeidler ve Sadler (2009), lise öğrencilerinin ahlaki duyarlılıklarını sosyobilimsel konular çerçevesinde incelemişlerdir. Çalışma, ikisi deney grubu, ikisi kontrol grubu olmak üzere dört sınıf üzerinde gerçekleştirilmiştir. Deney gruplarında sosyobilimsel konulara dayalı uygulamalar yürütülmüş; öğretim süreci boyunca argümantasyon, tartışma, küçük grup çalışmaları, rol yapma ve öğrenci merkezli yaklaşımlar gibi yöntemler kullanılmıştır. Buna karşılık, kontrol gruplarında geleneksel öğretim yöntemleri uygulanmıştır. Araştırmada ön test ve son test aracı olarak Clarkeburn (2002) tarafından geliştirilen Ahlaki/Etik Duyarlılık Testi kullanılmıştır. Elde edilen istatistiksel veriler, deney grubunun toplam test puanlarının kontrol grubuna göre anlamlı düzeyde farklılaştığını göstermiştir. Bu sonuçlar, sosyobilimsel konulara dayalı bilimsel öğrenme süreçlerinin öğrencilerin ahlaki duyarlılıklarını artırmada etkili olduğunu ortaya koymuştur.

Dawson'ın (2001) ortaya koyduğu bioetik karar verme modelinin temelinde karar verme süreci yer almaktadır. Modelin dikkat çeken yönü, öğretmeni bilgi sağlayıcı olarak konumlandırmasıdır; öğretmenden beklenen, öğrencinin ihtiyaç duyduğu alan bilgisini sunmaktır. Modelin ilk aşaması olan gözlemde, öğrenciye SBK ilgili bilgiler verilerek

öğrencinin sürece motive edilmesi amaçlanır. İkinci aşamada, gözlemlere dayalı soru ya da hipotezler öğrenci ya da öğretmen tarafından oluşturulur. Üçüncü aşamada, öğrenci tarafından bilgi toplanır ya da öğretmen video, medya, uzman konuşmacı gibi kaynaklarla bu bilgiyi sağlar. Dördüncü aşamada öğrenci, edindiği bilgileri bioetik ilkeler doğrultusunda değerlendirerek etik muhakeme yapar. Bu bioetik ilkeler Beauchamp ve Childress (1994) tarafından belirlenen özerklik, iyilik, zarar vermeme ve adalet ilkeleridir. Özerklik, bireyin kendi haklarını gözeterek karar vermesini; iyilik ve zarar vermemek, kararın bireye en çok fayda sağlayıp en az zarar vermesini; adalet ise kararın sonuçlarının eşit dağıtılmasını ifade eder. Öğrenciler, elde ettikleri alternatifleri bu ilkelere göre değerlendirip son aşama olan karar ve çözüm bölümüne geçerek bir alternatif üzerinde karar kılarlar.

Öztürk (2011) tarafından yürütülen çalışmada fen bilgisi öğretmen adaylarının nükleer enerji santali inşasına yönelik SBK'ya ilişkin informal muhakeme becerileri, epistemolojik inançları ve üst biliş farkındalıkları arasındaki ilişkiyi incelemek amaçlanmıştır. 674 öğretmen adayının katıldığı çalışmada korelasyon araştırma yaklaşımı kullanılmıştır. Veri toplama aracı olarak Schommer'in Epistemolojik İnanç Anketi, Üst Bilişsel farkındalık Anketi ve Nükleer enerji konusunda informal muhakeme yeteneklerini ölçen ve açık uçlu sorulardan oluşan anket kullanılmıştır. Araştırma sonucunda öğretmen adaylarının epistemolojik inanç ve üst biliş farkındalıklarının informal muhakeme becerileri üzerinde yordayıcı olduğu sonucunda varılmıştır.

Topçu (2008) tarafından gerçekleştirilen çalışma, fen bilgisi öğretmeni adaylarının sosyobilimsel konular bağlamındaki kritik düşünme becerilerini incelemeyi amaçlamaktadır. Araştırma kapsamında, gen terapisi, klonlama ve küresel ısınma gibi yedi farklı sosyobilimsel senaryo üzerinden 39 öğretmen adayı ile çalışma yürütülmüştür. Veriler, ahlaki karar verme ve kritik düşünme görüşme protokolleri aracılığıyla toplanmış ve sürekli karşılaştırma yöntemiyle analiz edilmiştir. Bulgular, öğretmen adaylarının büyük oranda iddia ve bu iddiaları destekleyen argümanlar geliştirebildiklerini; ancak karşıt iddia ve gerekçelendirme konusunda yetersiz kaldıklarını ortaya koymuştur. Ayrıca, katılımcıların kritik düşünme örüntülerinin sosyobilimsel konuya bağlı olarak değişmediği, dolayısıyla bu becerilerin konu içeriğinden bağımsız bir yapı sergileyebileceği sonucuna ulaşılmıştır. Araştırma sonucunda, kritik düşünme becerilerini etkileyen faktörler kişisel deneyimler, toplumsal unsurlar, ahlaki-etik boyutlar ve teknolojiye ilişkin kaygılar olarak

sınıflandırılmış; katılımcıların düşünme yaklaşımlarının ise akılcı, duygusal ve sezgisel örüntüler şeklinde ortaya çıktığı belirlenmiştir.

Zohar ve Nemet (2001) tarafından yapılan çalışma, genel muhakeme kalıplarının açık öğretiminin belirli bir fen içeriğine, özellikle insan genetiğindeki ikilemler bağlamında, nasıl entegre edilebileceğini incelemiştir. Araştırmada, argümantasyon becerilerinin öğretimi ve bunun hem biyoloji bilgi düzeyine hem de muhakeme kalitesine etkileri değerlendirilmiştir. Öğretim öncesinde öğrencilerin yalnızca küçük bir kısmı genetikle ilgili ikilemleri açıklarken doğru biyoloji bilgilere dayalı argümanlar oluşturabilmiştir. Ancak öğretim süreci sonrasında, deney grubundaki öğrenciler hem biyoloji testlerinden anlamlı şekilde daha yüksek puanlar almış hem de daha nitelikli argümanlar geliştirebilmiştir. Ayrıca öğrencilerin öğrendikleri muhakeme stratejilerini günlük yaşamdan alınan farklı ikilemlere de aktarabildikleri gözlemlenmiştir. Çalışma, öğretim sürecine argümantasyonun bilinçli bir şekilde dâhil edilmesinin, yalnızca bilgi kazanımı değil, aynı zamanda üst düzey düşünme becerilerinin gelişiminde de etkili olduğunu ortaya koymaktadır. Araştırmada ayrıca, metabilşsel düşünmenin önemi ve sınıf kültürünün düşünme biçimleri üzerindeki dönüştürücü rolü vurgulanmaktadır.

Wu ve Tsai (2011) tarafından yürütülen çalışmada, 68 lise öğrencisinin bilimsel epistemolojik inançları nükleer enerji kullanımına ilişkin bilişsel yapıları ve bu konuya yönelik ahlaki muhakeme düzeyleri arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Araştırma kapsamında öğrencilerin epistemolojik inançları nicel bir ölçme aracıyla değerlendirilmiş, bilişsel yapıları ses kayıtlarına dayalı görüşmeler aracılığıyla toplanmış ve "akış haritası yöntemi" ile analiz edilmiştir. Ayrıca, öğrencilerin nükleer enerjiye ilişkin muhakemeleri açık uçlu sorular yoluyla elde edilerek hem nitel hem de nicel yöntemlerle analiz edilmiştir. Bulgular, öğrencilerin bilimsel bilginin gerekçelendirilmesine yönelik inançlarının muhakeme kalitesiyle anlamlı düzeyde ilişkili olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, öğrencilerin bilişsel yapılarının genişliği ve zenginliği ile bilgi işleme stratejilerinden "karşılaştırma" modunu kullanmaları da muhakeme performanslarını olumlu yönde etkilemiştir. Regresyon analizleri, "karşılaştırma" stratejisinin muhakeme kalitesini yordamada en güçlü değişken olduğunu, bunu bilimsel bilginin gerekçelendirilmesine yönelik inançların izlediğini ortaya koymuştur.

Kolstø'nun (2001b) çalışması, öğrencilerin sosyobilimsel karar verme sürecine hazırlanırken bilgi ve bilgi iddialarını nasıl değerlendirdiklerini ortaya koymayı amaçlayan

nitel bir araştırmadır. Araştırma kapsamında elde edilen öğrenci yanıtları, değerlendirme sürecinin iki temel boyut etrafında şekillendiğini göstermiştir: bilgi içeriğine odaklanma ve bilgiyi sunan otorite figürlerine güven. Öğrencilerin değerlendirme yaklaşımları ise doğrudan kabul ya da aktif değerlendirme olmak üzere iki ana strateji altında toplanmıştır. Bazı öğrenciler, bilgi iddialarını sorgulamaksızın kabul ederken, diğerleri her bilginin geçerliliğinin değerlendirilmesi gerektiğini savunmuştur. Bu öğrenciler, bilginin güvenilirliğini test etme sürecinde bağımsız kaynaklardan destek arayarak daha derinlemesine analiz gerçekleştirmiştir. Öte yandan, bilgi kaynağına odaklanan öğrenciler, otorite figürlerini uzmanlık alanları veya araştırmalarına duydukları güven doğrultusunda değerlendirmiştir. Değerlendirme süreçlerinde kullanılan kriterler; risk analizi, çıkar çatışması, tarafsızlık ve yeterlilik gibi ölçütlere dayanmaktadır. Her ne kadar öğrenciler çeşitli değerlendirme stratejileri uygulamış olsalar da, çalışmanın genel bulguları, bu analizlerin çoğunlukla yüzeysel kaldığını ve ulaşılan sonuçların eleştirel düşünme açısından yeterince derinlikli olmadığını ortaya koymuştur. Bu durum, öğrencilerin bilgi değerlendirme süreçlerinin desteklenmesi gerektiğini ve eleştirel düşünme becerilerinin sosyobilimsel bağlamlarda daha sistematik biçimde geliştirilmesinin önemini vurgulamaktadır.

2.4.2. Modelleme ile ilgili araştırmalar

Bu kısımda modelleme ile ilgili yurt içinde ve yurt dışında yapılan çalışmalara yer verilmiştir. Model ve modelleme sürecinin öğrencilerin argümantasyon becerisine, ahlaki muhakeme becerisine, epistemolojik inanç gelişimine, alan bilgisi ve sosyobilimsel muhakeme becerisine olan etkisine ilişkin çalışmalara ağırlık verilmiştir.

Demir (2017) tarafından yürütülen çalışmanın amacı, modellemeye dayalı etkinliklerin beşinci sınıf öğrencilerinin heyelan konusundaki informal muhakeme süreçleri ve argümantasyon becerileri üzerindeki etkilerini incelemektir. Çalışma, Rize’de bir devlet okulunda öğrenim gören 17 öğrenciden oluşan bir grupta yürütülmüştür. Nitel araştırma desenlerinden eylem araştırması olarak yapılandırılan çalışmada veriler, yarı yapılandırılmış görüşmeler ve öğrencilerin etkinlikler sırasında tuttukları modelleme defterleri aracılığıyla toplanmıştır. Veri analizi sürecinde informal muhakemeler, informal muhakeme örüntüleri rubriği; argümantasyon kaliteleri, argüman değerlendirme rubriği; modelleme performansı ise model kalite rubriği temel alınarak değerlendirilmiştir. Ayrıca öğrencilerin oluşturdukları argümanlar ile modelleme çalışmaları arasındaki ilişki içerik analizi yoluyla incelenmiştir.

Elde edilen bulgular, öğrencilerin ön görüşmelerde sezgisel, duygusal ve rasyonel muhakeme türlerini kullandıklarını, ancak son görüşmelerde sezgisel muhakemeye yer vermediklerini göstermektedir. Modellemeye dayalı etkinliklerin ardından, öğrencilerin argümantasyon kalitelerinde genel olarak bir artış gözlemlenmiş, ancak bu artış üst düzey argümanlara ulaşmamıştır. Argümanların bazı bileşenlerinde modelleme etkinliklerine referans verildiği belirlenmiştir. Öğrencilerin modelleme kalitelerinin genel olarak gelişmekte olduğu saptanmış, ancak modelleme kalitesi ile argümantasyon kalitesi arasında doğrudan bir ilişki tespit edilmemiştir. Sonuç olarak yine de yüksek kaliteli modelleme içeren etkinliklerden elde edilen bilgiler, argümantasyon sürecinde öğrencilerin büyük bir bölümü tarafından kullanılırken; düşük kaliteli modelleme çalışmalarına öğrencilerin argümanlarında yer verilmediği görülmüştür.

Bilal (2010) tarafından gerçekleştirilen araştırmada, lisans düzeyinde elektrik konularının modelleme temelli öğretimle sunulmasının öğrencilerin akademik başarıları, kavramsal anlamaları ve bilimsel bilginin doğasına ilişkin inançları üzerindeki etkileri incelenmiştir. Ayrıca, akademik başarı, kavramsal anlama ve epistemolojik inançlar arasındaki ilişkiler de analiz edilmiştir. Araştırma, yarı deneysel desenlerden eşitlenmemiş kontrol gruplu ön test-son test modeline göre yapılandırılmış ve çalışma, Genel Fizik II dersini alan üniversite ikinci sınıf öğrencilerinden oluşan 41 kişilik bir örneklem üzerinde yürütülmüştür. Deney grubuna modelleme temelli öğretim uygulanırken, kontrol grubuna geleneksel öğretim yöntemiyle ders verilmiştir. Veriler; başarı testi, yazılı sınav, kavram testi, yarı yapılandırılmış görüşmeler ve bilimsel bilginin doğasına yönelik inanç ölçeğiyle toplanmıştır. Elde edilen veriler parametrik olmayan istatistiksel analiz yöntemleriyle değerlendirilmiştir. Sonuçlar, modelleme destekli öğretimin hem akademik başarı hem de kavramsal anlama üzerinde anlamlı düzeyde olumlu etkiler yarattığını ortaya koymuştur. Ayrıca, deney grubundaki öğrencilerin akademik başarıları, kavramsal anlamaları ve epistemolojik inançları arasında anlamlı ilişkiler saptanmıştır.

Ke ve Schwarz (2020), öğretmenlerin sınıf içindeki öğretimsel yönlendirmelerinin, öğrencilerin bilimsel modelleme süreçlerine nasıl katıldıkları üzerinde belirleyici bir rol oynadığını ortaya koyan bir çalışma gerçekleştirmiştir. Bu araştırmanın temel amacı, öğretmenlerin modelleme sürecinde verdikleri epistemolojik mesajların, öğrencilerin bilimsel uygulamalara yönelik katılım biçimlerine nasıl yansıdığını incelemektir. Araştırma kapsamında, iki üst ilkokul öğretmenin model tabanlı bir öğretim ünitesindeki

uygulamaları ve fikir birliği modeli oluşturma etkinlikleri süresince gerçekleştirdikleri öğretim destekleri analiz edilmiştir. Çalışmanın bulguları, öğretmenlerin modelleme etkinliklerinde yalnızca prosedürel yönleri değil, aynı zamanda modellemenin bilgi üretimi ve gerekçelendirme süreçlerine dair epistemik boyutlarını da öğrencilere aktardıklarını göstermektedir. Her iki öğretmen de modellemenin farklı yönlerine dair karmaşık ve çok katmanlı mesajlar iletmış ve bu mesajların öğrencilerin uygulamalarına doğrudan yansıdığı gözlemlenmiştir. Özellikle, öğretmenlerin epistemolojik mesajları açık biçimde ifade etmeleri, bu mesajları uygulama boyunca tutarlılıkla sürdürmeleri ve öğrencilerin anlayabileceği şekilde detaylandırmaları, öğrencilerin bilimsel modellemeye yönelik anlayışlarını derinleştirmede etkili olmuştur. Araştırmacılar, modelleme etkinliklerinin sınıf ortamında etkili biçimde uygulanabilmesi için öğretmenlerin epistemik yönlendirmelerine özel önem verilmesi gerektiğini vurgulamakta; çalışmanın öğretmen eğitimi bağlamında modelleme uygulamalarının pedagojik olarak nasıl desteklenmesi gerektiğine dair önemli çıkarımlar sunduğunu belirtmiştir.

Bozdemir-Yüzbaşıoğlu ve Sarıkaya (2018) tarafından gerçekleştirilen bu araştırmanın temel amacı, Model Tabanlı Öğretim ve Öğrenme yaklaşımıyla hazırlanan etkinliklerin, ilkokul dördüncü sınıf öğrencilerinin mikroskobik canlılara ilişkin kavramsal anlamaları ve zihinsel model gelişimleri üzerindeki etkilerini incelemektir. Çalışma, gelişmiş karma yöntem desenlerinden biri olan müdahale desenine göre yapılandırılmıştır ve Kastamonu'nun bir köy ilkokulunda öğrenim gören altı öğrenciden oluşan bir örnekleme yürütülmüştür. Araştırmada veriler, uygulama öncesi ve sonrası uygulanan “Mikroskobik Canlılar Kavram Testi” ile yarı yapılandırılmış görüşmeler aracılığıyla toplanmıştır. Elde edilen nicel veriler, öğrencilerin anlama düzeyleri temelinde analiz edilirken; nitel veriler betimsel analiz tekniğiyle analiz edilmiştir. Uygulama sonrasında yapılan analizler, öğrencilerin mikroskobik canlılar konusundaki anlama düzeylerinde genel bir artış olduğunu ve birçoğunun bilimsel modele yakın zihinsel temsiller geliştirdiğini ortaya koymuştur. Bununla birlikte, bazı öğrencilerde konunun belirli boyutlarına dair eksik ya da alternatif kavramların sürdüğü gözlemlenmiştir. Sonuç olarak, model tabanlı öğretim süreci, öğrencilerin mikroskobik canlılara ilişkin bilimsel anlayışlarını geliştirme açısından etkili bulunmuştur.

Sauer (2000) tarafından gerçekleştirilen araştırma, lise düzeyindeki öğrencilerin Fizik dersinde matematiksel modelleme kullanımının ivme konusunu öğrenme süreçlerine etkisini

incelemiştir. Çalışmada, deney grubundaki öğrencilerin (n=24) problem çözme sırasında gerekli formülleri, deneyler sırasında topladıkları verilere dayanarak kendilerinin türetmeleri sağlanmıştır. Buna karşın kontrol grubundaki öğrenciler (n=24), doğrudan verilen formülleri kullanarak problemleri çözmüşlerdir. Bulgular, modelleme temelli çalışan öğrencilerin daha az aşına oldukları ve karmaşıklık düzeyi yüksek olan problemleri, kontrol grubundaki öğrencilere kıyasla daha özgüvenli bir şekilde çözebildiklerini göstermiştir. Ayrıca, yapılan görüşmeler doğrultusunda modelleme grubundaki öğrencilerin kavram yanılgılarının daha az olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, matematiksel modellemenin hem kavramsal anlamayı hem de problem çözme becerilerini desteklediğini ortaya koymaktadır.

Dauer, Momsen, Speth, Makohon-Moore ve Long (2013) tarafından yürütülen çalışmada, çağdaş biyolojideki sistem odaklı düşünmenin öğretim ve değerlendirme süreçlerine entegrasyonuna yönelik bir modelleme yaklaşımının etkileri incelenmiştir. Araştırmacılar, genetik, evrim ve ekoloji temelli bir giriş biyolojisi dersinde, öğrencilerin moleküler düzeydeki biyolojik süreçleri popülasyon düzeyindeki evrimsel sonuçlarla ilişkilendirmelerini desteklemek amacıyla kutu ve ok modelleri (box-and-arrow models) olarak adlandırılan kavram haritalarını pedagojik bir araç olarak kullanmışlardır. Yarıyıl boyunca öğrenciler, "Gen-Evrim" (Gen-to-Evolution, GtE) modellerini geliştirerek, bu modelleri çeşitli vaka çalışmalarına dayalı olarak yapılandırmış, değerlendirmiş ve tekrar gözden geçirmişlerdir. GtE modellemeleri, genetik varyasyonun moleküler düzeyde nasıl oluştuğunu, bu varyasyonların bireyler arasında nasıl farklılaştığını ve çevresel etmenlerin etkisiyle popülasyon düzeyinde evrimsel değişimlerin nasıl gerçekleştiğini açıklama işlevi görmüştür. Çalışmanın bulguları, öğrencilerin dönem boyunca giderek daha doğru ve biyoloji dersine uygun tutarlı modeller geliştirdiklerini ortaya koymuştur. Model karmaşıklığı dönem ortasında en yüksek seviyeye ulaşmış, ardından öğrencilerin gereksiz bilgileri ayıklayarak daha özlü ve anlamlı modeller ürettikleri gözlenmiştir. Bu durum, öğrencilerin kavramlar arası ilişkileri daha etkili şekilde kurduklarını ve uygun biyoloji kavramlarını kullanma becerilerinin geliştiğini göstermektedir. Ayrıca, derse daha düşük akademik başarı düzeyiyle başlayan öğrencilerin model doğruluğunda daha büyük göreceli kazanımlar elde ettikleri ve dönem sonunda başarı farklarını önemli ölçüde azalttıkları belirlenmiştir. Sonuç olarak Dauer vd. (2013), model tabanlı öğretim stratejilerinin yükseköğretim biyoloji derslerinde sistem düşüncesini geliştirme ve bilgiyi yapılandırma süreçlerinde etkili bir araç olduğunu vurgulamaktadır. Bu bulgular, modellemenin özellikle

düşük akademik başarıya sahip öğrenciler için dengeleyici bir öğretim yöntemi olabileceğini ve biyoloji öğretiminde daha geniş çapta uygulanabilirliğini ortaya koymuştur.

Kinfield (1994), çalışmasında lise ve üniversite öğrencilerinin mayoz bölünme konusundaki anlayışlarını değerlendirmeyi amaçlamıştır. Model kullanımını bir muhakeme aracı olarak ele aldığı çalışmasında, bire bir sesli düşünme/klinik görüşme yöntemiyle toplamda 31'i genetik ana dalında, 13'ü ise genetik dışı lisans programlarında öğrenim gören öğrencilerle çalışmıştır. Katılımcılara mayoz bölünmeye ilişkin bir problem durumu sunulmuş ve bu bağlamda geliştirdikleri zihinsel modeller üzerinden yürüttükleri muhakeme süreçleri analiz edilmiştir. Elde edilen veriler, öğrencilerin mayoz bölünme sürecine dair açıklamalarındaki eksikliklerin, onların kromozom ve hücre bölünmesi konularındaki kavramsal yapıları hakkında öğreticilere önemli ipuçları sunduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca araştırma bulguları, öğrencilerin bu süreçle yönelik muhakeme geliştirmelerinin, kavramı daha kapsamlı ve bütünlüklü bir biçimde anlamalarına katkı sağladığını göstermiştir.

Vo, Forbes, Zangori ve Schwarz (2015) tarafından yürütülen araştırma ise ilkökul öğretmenlerinin bilimsel modellemeyi öğretme süreçlerini anlamaya yönelik olarak tasarlanmıştır. Çalışma, özellikle öğrencilerin su döngüsü gibi doğal olayları modelleme yoluyla anlamlandırmalarını desteklemede öğretmenlerin pedagojik rollerine odaklanmıştır. Ancak, öğretmenlerin model merkezli bilim öğrenme ortamlarını nasıl teşvik ettiklerine dair mevcut bilgi birikimi sınırlı olduğu için bu eksikliği gidermek amacıyla araştırmacılar, üçüncü sınıf düzeyinde görev yapan altı öğretmenin modelleme ile ilgili uygulamalarını (model oluşturma, kullanma, değerlendirme ve gözden geçirme) ve bilimsel modellemenin epistemik yönlerine (genellik/soyutlama, kanıt, mekanizma ve hedef kitle) dair pedagojik akıl yürütmelerini incelemek üzere nitel araştırma yöntemlerine dayalı keşfedici bir çoklu durum çalışması gerçekleştirmiştir. Elde edilen bulgular, öğretmenlerin genellikle modelleme süreçlerinin yalnızca bazı boyutlarını (özellikle model oluşturma ve kullanımı) vurguladıklarını ve epistemik boyutlardan en çok genellik/soyutlama kavramına odaklandıklarını göstermektedir. Ayrıca öğretmenlerin modellemeye dair dile getirdikleri anlayışları ile sınıf içi uygulamaları arasında genel bir tutarlılık gözlenmiştir. Bununla birlikte, bazı öğretmenlerin epistemik yönleri daha güçlü bir şekilde vurguladığı ve bu sayede öğrencilerin modelleri yalnızca görsel araçlar olarak değil, aynı zamanda anlam kurma süreçlerinde etkin temsil araçları olarak kullanmalarını daha etkili şekilde

destekledikleri belirlenmiştir. Araştırmacılar bu çalışmanın ilkökul öğretmenlerinin bilimsel modelleme pedagojisine ilişkin bilgi ve uygulamalarını geliştirmek amacıyla profesyonel destek programlarının tasarlanmasına yönelik önemli bulgular sunduğunu vurgulamıştır.

Güneş, Gülçiçek ve Bağcı (2004) tarafından gerçekleştirilen bu araştırma, eğitim fakültelerinde görev yapan fizik, kimya, biyoloji, fen bilgisi ve matematik öğretim elemanlarının, fen bilimlerinde ve fen bilimleri eğitiminde merkezi bir konuma sahip olan modellerle ilgili algı ve görüşlerini ortaya koymayı amaçlamaktadır. Çalışma kapsamında, 2002–2003 öğretim yılında görev yapan fen ve matematik alanı öğretim elemanları örneklem olarak belirlenmiş ve katılımcılara 30 maddesi Likert tipi, 1 maddesi açık uçlu olmak üzere toplam 31 sorudan oluşan bir anket uygulanmıştır. Elde edilen bulgular, öğretim elemanlarının model ve modelleme kavramlarının fen öğretimindeki işlevleri ve kullanım amaçlarının farkında olduklarını ortaya koymakla birlikte, açık uçlu sorulara verilen yanıtlarda sınırlı sayıda model örneği sunulmuş olması, model ve modelleme kavramlarının doğasına ilişkin bilgi eksikliklerinin bulunduğu işaret etmektedir. Bu eksiklikler, özellikle modellerin temsil ettiği gerçeklik düzeyi ve hangi yapı ya da süreçlerin model olarak değerlendirilebileceği konularında yoğunlaşmaktadır. Bu durum, öğretim elemanlarının bilimsel modellerin yapısını daha derinlemesine kavramaya yönelik gereksinim duyduğunu göstermektedir.

Pallant ve Lee (2014) tarafından gerçekleştirilen bu çalışma, modelleme ve argümantasyonun, öğrencilerin öğrenim süreçlerinde geliştirmeleri gereken temel bilimsel beceriler arasında yer aldığını vurgulamaktadır. Araştırmada, toplam 512 ortaokul ve lise öğrencisinin iklim değişikliğini simüle eden hesaplamalı modellere dayalı olarak bilimsel argüman üretme süreçleri incelenmiştir. Çalışma kapsamında üç farklı düzeyde karmaşıklığa sahip dinamik iklim modeline dayalı argümantasyon görevleri tasarlanmış ve her görev dört bölümden oluşmuştur: çoktan seçmeli bir iddia, açık uçlu açıklama, beşli Likert ölçeğiyle belirsizlik derecelendirmesi ve açık uçlu belirsizlik gerekçesi. Toplam 1.294 bilimsel argüman, iddiaların bilimsel uzlaşısı ile tutarlılığı, açıklamaların model temelli ya da bilgi temelli olup olmaması ve belirsizlik kaynaklarının (kişisel veya bilimsel) niteliği bakımından analiz edilmiştir. Verilerin analizinde ki-kare ve ANOVA testleri kullanılarak belirgin örüntüler ortaya konmuştur. Elde edilen bulgular, öğrencilerin büyük çoğunluğunun model verilerini argümanlarını desteklemek amacıyla kullandığını, ancak bu sürecin çoğunlukla grafik verilerinin doğrudan alıntılanmasıyla sınırlı kaldığını, simüle edilen

moleküler süreçlere yönelik açıklamaların daha sınırlı olduğunu göstermektedir. Ayrıca modelin karmaşıklığı arttıkça, öğrencilerin modele dayalı gerekçelendirme ve belirsizlik derecelendirmelerinde azalma gözlemlenmiştir. Bunun yanı sıra bazı öğrenciler, model çıktılarının yorumlanmasında kavramsal hatalar sergilemiş ve belirsizlik gerekçelerinde kişisel yeterliklerine daha fazla atıfta bulunmuşlardır. Araştırmacılar karmaşık doğal sistemlerin öğretiminde modelleme ile bilimsel argümantasyonun entegre edilmesinin eğitim uygulamaları açısından önemli sonuçlar doğurabileceğini öne sürmüşlerdir.

Literatürde yapılan incelemeler, modelleme etkinliklerinin öğrencilerin kavramları daha iyi anlamalarına katkı sağladığını ve alan bilgisinin gelişimini destekleyici bir işlev gördüğünü ortaya koymaktadır. Bunun yanında modelleme yoluyla öğrencilerin argümantasyon becerilerinin geliştiği, epistemolojik inançlarının güçlendiği ve derse yönelik hazır bulunuşluk düzeylerinde belirgin artışlar yaşandığını gösteren bulgulara rastlanmıştır. Ayrıca modelleme etkinliklerinin öğrencinin ahlaki muhakeme ve sosyobilimsel muhakeme becerisine etkisinin incelendiği bir çalışmaya rastlanmamıştır.

2.4.3. SBK ve modellemenin bir arada olduğu araştırmalar

Bu bölümde SBK ve modellemenin bir arada olduğu yurt içi ve yurt dışında yürütülen çalışmalara yer verilmiştir. Mevcut çalışmada çoklu modelleme etkinlikleriyle zenginleştirilmiş SBK öğretiminin lise öğrencisinin etkisi farklı değişkenlerle incelenmesi gerçekleştirilmiştir. Aşağıdaki çalışmalarda hem öğrencilerle hem öğretmenlerle çalışılan araştırmalar da yer almaktadır.

Visintainer ve Linn (2015) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, küresel iklim değişikliği gibi karmaşık bilimsel problemlerin anlaşılması ve bu problemlere yönelik çözüm yollarının geliştirilmesi sürecinde, ilgili mekanizmaların öğrenilmesinin önemi vurgulanmıştır. Araştırma kapsamında, altıncı sınıf düzeyinde uygulanan teknoloji destekli ve modelleme temelli bir öğretim ünitesinin öğrencilerin sera etkisi başta olmak üzere iklim değişikliğini yönlendiren temel süreçlere dair kavramsal anlayışlarına katkısı incelenmiştir. Çalışmada, *Web-based Inquiry Science Environment* (WISE) platformunda geliştirilen “Küresel İklim Değişikliği” başlıklı ünite, öğrenciler NetLogo modelleri aracılığıyla sanal araştırmalar yürütmüş, bu sayede sera etkisinin mekanizmasını ve bu mekanizmanın günlük enerji tüketimiyle ilişkisini sorgulama imkânı bulmuşlardır. Araştırma, ünite öncesi ve sonrası gerçekleştirilen öğrenci görüşmeleri, sanal araştırma etkinliklerine gömülü

değerlendirme verileri ve normatif ve normatif olmayan anlayışa sahip iki öğrencinin karşılaştırmalı durumu olmak üzere üç farklı veri kaynağından elde edilen bilgilerle desteklenmiştir. Elde edilen bulgular, öğrencilerin iklim değişikliğine ilişkin mekanizmalar hakkında oldukça çeşitli ön bilgi ve anlayışlara sahip olduğunu ortaya koymuş; modellerle desteklenen sanal araştırmaların ise öğrencilerin bu fikirlerini ayırt edebilmesine ve kanıta dayalı akıl yürütme geliştirmelerine katkı sağladığını göstermiştir. Özellikle sera etkisinin doğru kavranmasının, öğrencilerin günlük enerji kullanımı ile küresel ısınma arasındaki bağlantıyı kurmalarında temel bir rol oynadığı belirlenmiştir. Bununla birlikte, ozon tabakasıyla ilgili yanlış anlayışların iklim değişikliğini açıklamada alternatif ancak hatalı bir açıklama olarak hâlen etkili olduğu görülmüştür. Araştırma sonucu, sanal modellemeye dayalı sorgulayıcı öğrenme ortamlarının, öğrencilerin iklim değişikliği gibi karmaşık konuları anlamalarında etkili olduğunu ortaya koyarken, öğretim materyallerinin ve müfredatın sınıf içi uygulamalara göre sürekli olarak gözden geçirilmesi gerektiğini de önermektedir.

Namdar ve Shen (2015), çoklu model uygulaması ve argümantasyonun bilimsel düşünmenin temel bileşenleri arasında yer aldığını vurgulayarak, bu iki sürecin öğrenci öğrenmesindeki etkileşimini incelemeye yönelik tasarım tabanlı bir çalışma gerçekleştirmiştir. Araştırmada, nükleer enerji konusunu merkeze alan bir öğretim ünitesi geliştirilmiş ve bu ünite hizmet öncesi ortaokul öğretmenleriyle uygulanmıştır. Katılımcılar, metinsel, kavramsal harita ve görsel gibi üç farklı temsili modu içeren web tabanlı bir bilgi organizasyon aracını kullanarak nükleer enerjiye ilişkin bilgileri araştırmış, sıralamış ve gruplandırarak düzenlemiş; aynı zamanda bu konu hakkında tartışmalar yürütmüşlerdir. Elde edilen bulgular, çoklu temsil ve argümantasyon süreçlerinin birbirleriyle karmaşık bir biçimde etkileşime girdiğini ortaya koymuştur. Araştırmacılar, bu karmaşıklığın iki temel noktada ortaya çıktığını belirtmiştir: (1) farklı temsil biçimleri, argümantasyon sürecine çeşitli şekillerde aracılık etmekte; (2) argümantasyonun biçimi, çoğu zaman temsil araçlarından bağımsız olarak, bireysel deneyimlerden beslenmektedir. Araştırmacılar bu çalışmanın, öğretim tasarımında çoklu temsil ve argümantasyon bütünleşmesine yönelik önemli çıkarımlar sunduğunun altını çizmiştir.

Puig ve Evagorou (2020), fen eğitimi reform belgelerinde (Achieve, 2013; Bybee, 2014) öne çıkan, öğrencilerin bilimsel uygulamalara aktif katılımı yoluyla bilimin doğasını ve süreçlerini daha iyi anlamalarını hedefleyen yaklaşımlar doğrultusunda bir öğretim ünitesi

tasarlamışlardır. Bu ünite, SBK olan arı popülasyonundaki azalma sorunu ele alınmış ve öğrencilerin hem modelleme hem de argümantasyon süreçlerine katılımı teşvik edilmiştir. “Arılarla ilgilenmeli miyiz?” başlıklı öğretim ünitesi, öğrencilerin bu çevresel problem çerçevesinde neden-sonuç ilişkilerini kurarak olası çözüm önerileri geliştirmelerine olanak sağlayacak şekilde yapılandırılmıştır. Farklı ülkelerden iki fen eğitimi uzmanının iş birliğiyle geliştirilen bu öğretim tasarımı, başlangıçta yalnızca argümantasyona odaklanmışken, uygulama sürecinde elde edilen bulgular doğrultusunda modelleme bileşeni de üniteye yer alacak şekilde yeniden düzenlenmiştir. Nihai olarak yedi haftalık bir süreci kapsayan bu öğretim ünitesi, bilim ile toplum arasındaki etkileşimleri ele almanın yanı sıra bilimsel uygulamaları eğitim ortamlarına entegre etmenin yollarını göstermesi bakımından önemlidir. Yazarlar, bu çalışmada SBK’ya dayalı öğretimin tasarım süreçlerine dair karşılaşılan güçlükleri ve alınan kararları ayrıntılı biçimde tartışarak, SBK temelli bilim öğretimi yaklaşımlarının geliştirilmesine katkı sunmaktadır.

Sadler, Friedrichsen ve Zangori (2019) tarafından yürütülen çalışma, SBK temelli öğretimi, Bilim–Teknoloji–Toplum–Çevre (STSE) eğitime özgü bir yaklaşım olarak ele almakta ve bu yaklaşımın, öğrencilerin bilimsel okuryazarlık düzeylerini ilerletme potansiyeline sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Bununla birlikte, SBK öğretiminin uygulamada çeşitli zorluklar barındırdığı belirtilmiş ve bu doğrultuda araştırma ekibi, öğretmenleri bu sürece dâhil edebilecek bir öğretim çerçevesi geliştirme amacıyla çalışmıştır. İlk aşamada SBK temelli bir ünitenin sınıf ortamında nasıl uygulanacağına ilişkin ardışık öğretim basamaklarını içeren bir öğretim dizisi oluşturulmuştur. Devam eden süreçte öğretmenlerle yapılan uygulamalı çalışmalar neticesinde, SBK ve Modelle Tabanlı Öğrenme (SIMBL) yaklaşımına özgü altı temel öğrenme özelliği tanımlanmıştır. Bu temel özellikler şunlardır: (1) konunun dayandığı bilimsel olguları keşfetmek, (2) bilimsel modelleme sürecine katılmak, (3) konuyla ilişkili sistemsel dinamikleri dikkate almak, (4) bilgi ve medya okuryazarlığı stratejilerini kullanmak, (5) farklı bakış açılarını karşılaştırmak ve değerlendirmek, (6) kendi görüş ya da çözüm önerisini açıkça ifade etmek. Çalışmada ayrıca, bu temel özelliklerin sınıf uygulamalarında nasıl somutlaştırılabileceğini göstermek amacıyla iki ayrı öğretim modülünden örnekler sunulmuştur. Bu modüllerden biri lise öğrencilerinin iklim değişikliğini, diğeri ise ilkökul öğrencilerinin kelebek yaşam alanı kaybını keşfetmesini hedeflemektedir. Araştırmacılar söz konusu örneklerin, SBK öğretiminin öğrencilerde bilimsel düşünme, toplumsal sorumluluk ve karar verme becerilerini bütüncül biçimde geliştirme potansiyelini ortaya koyduğunu belirtmiştir.

Zangori, Peel, Kinslow, Friedrichsen ve Sadler (2017) tarafından gerçekleştirilen araştırmada, iklim değişiminin anlaşılmasında kritik rol oynayan karbon döngüsü kavramının öğrenciler tarafından nasıl öğrenilebileceği incelenmiştir. Literatürde öğrencilerin karbonun bitki ve hayvanlar arasındaki hareketini parçalı biçimde kavradıkları ve küresel ölçekteki karbon döngüsünü anlamakta zorlandıkları belirtilmektedir. Ayrıca, öğrencilerin iklim değişimine ilişkin hatalı modeller geliştirdikleri ve bu durumun muhakeme süreçlerini olumsuz etkilediği görülmüştür. Bu çalışmada araştırmacılar, karbon döngüsünü ve iklim değişikliğiyle olan ilişkisini anlamaları için lise öğrencilerine yönelik modelleme temelli ve SBK'ya dayalı bir öğretim ünitesi geliştirmiştir. Aynı öğretmen tarafından üç farklı sınıfa uygulanan iki haftalık öğretim sürecinde, 50 öğrenci üç farklı zamanda kendi karbon döngüsü modellerini geliştirmiş, kullanmış, değerlendirmiş ve revize etmiştir. Ayrıca 16 öğrenciyle bireysel görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Öğrencilerin modelleme temelli akıl yürütme süreçleri bütüncül rubriklerle değerlendirilmiş ve zaman içindeki gelişimleri analiz edilmiştir. Bulgular, öğrencilerin karbon döngüsü ile iklim değişikliği arasındaki ilişkiyi kurabilmeleri için karbonun dönüşüm ve taşınımına ilişkin nedensel mekanizmaları sağlam biçimde kavramaları gerektiğini ortaya koymuştur. Öğrenciler bu nedensel anlayışı edindikten sonra, muhakeme süreçleri daha karmaşık hâle gelerek karbon döngüsü ile iklim değişikliği arasındaki etkileşimleri daha kapsamlı biçimde açıklayabilmiştir. Çalışmanın sonuçları, modelleme uygulamalarının sosyobilimsel içerikli öğretim bağlamında öğrenci öğrenmesini derinleştirmede etkili bir pedagojik strateji sunduğunu göstermektedir.

Ke vd. (2021), bilimsel okuryazarlığın geliştirilmesi amacıyla SBK bağlamında gerçekleştirilen öğretim süreçlerinde çoklu model kullanımının önemine dikkat çektikleri kuramsal bir makale sunmuştur. Araştırmacılar, fen eğitimi ve bilim felsefesi literatürüne dayanarak, öğrencilerin hem bilimsel hem de sosyobilimsel modelleri geliştirme ve kullanma becerilerinin, karmaşık toplumsal sorunları anlamada ve çözüm üretmede kritik rol oynadığını savunmaktadır. Çalışmada ileri sürülen temel argüman, öğrencilerin karmaşık bir toplumsal mesele üzerinde çalışırken yalnızca bilimsel modellerle sınırlı kalmamaları, aynı zamanda sosyobilimsel modellerle de ilişki kurmaları gerektiğidir. Bu yaklaşım iki ana gerekçeyle temellendirilmektedir: (1) Çoklu bilimsel modellerle çalışmak, öğrencilerin konuya ilişkin bilimsel olguları daha derinlemesine anlamalarını sağlar; (2) Sosyobilimsel modellerle etkileşim ise, bu bilimsel bilgilerin daha geniş sosyal bağlamlarda nasıl kullanılabileceğini ve bilim ile toplumsal etkenlerin öğrencilerin tutumları üzerindeki olası

etkilerini değerlendirme becerilerini geliştirir. Ayrıca çalışmada, COVID-19 pandemisi, çoklu modellemeye dayalı öğretim için örnek bir bağlam olarak ele alınmakta ve öğrencilerin salgına ilişkin geliştirebileceği bilimsel ve sosyobilimsel model örneklerine yer verilmektedir. Araştırmacılar, önerilen modelleme yaklaşımının sınıf içinde nasıl uygulanabileceğine ilişkin öğretimsel yönlerini tartışmakta ve ileride gerçekleştirilebilecek araştırmalar için potansiyel çalışma alanlarını da işaret etmektedir.

Literatür incelendiğinde SBK öğretimi ve modelleme entegrasyonunun fen eğitiminde giderek yaygınlaştığı ve öğrencilerin öğrenmesine katkı sağladığı görülmektedir. Özellikle bu entegrasyon sürecinin öğrencinin argümantasyon becerisine olan yansıması çok çalışılan boyutlar arasında yer almaktadır. Küresel iklim değişikliği, karbon döngüsü, su döngüsü, ekoloji konuları SBK bağlamında ele alınarak modelleme etkinlikleriyle öğretime transfer edildiği çalışmalar literatürde yer alırken güncel ve öğrencilerin hem aşına hem de deneyimledikleri COVID-19 pandemisi çok az yer almıştır. Çoklu modelleme etkinlikleriyle zenginleştirilmiş SBK öğretimin öğrencinin ahlaki ve sosyobilimsel muhakeme becerisine yansıması ile epistemolojik inanç gelişimine etkisi çalışılmamıştır. Bu eksikliği kapatmak ve alana katkı sağlamak amacıyla COVID-19 bağlamında çoklu modelleme etkinlikleriyle zenginleştirilmiş SBK öğretiminin öğrencinin alan bilgisi, ahlaki muhakeme, sosyobilimsel muhakeme ve argümantasyon becerisine ve epistemolojik inanç gelişimine geleneksel öğretim ve SBK tabanlı öğretim yöntemine kıyasla etkisi araştırılmıştır.

BÖLÜM III: YÖNTEM

Bu bölümde çalışmada kullanılan araştırma deseni, çalışma grubu, veri toplama araçları, veri toplama süreci, veri analizi konularından bahsedilecektir.

3.1. Araştırmanın Modeli

Bu çalışmanın amacı çoklu model uygulamalarıyla zenginleştirilmiş COVID-19 bağlamında SBK tabanlı öğretimin lise biyoloji öğrencilerinin epistemolojik inanç, ahlaki muhakeme, yazılı argümantasyon becerisi, sosyobilimsel muhakeme ve akademik başarısının geleneksel (normal öğretim süreci) öğretim ve SBK temelli öğretime kıyasla etkisini incelemektir. Bu bağlamda, çalışmanın niteliği gereği çok yöntemli (multi-method) bir araştırma yaklaşımı benimsenmiştir (Pintrich, 2002). Çok yöntemli araştırma, araştırma sorularına cevap bulabilmek için titizlikle hem nicel hem de nitel veri toplanmasını içeren ve elde edilen bulguların daha geniş bir bağlama yerleştirilerek yorumlandığı bir yöntemi ifade eder (Johnson, Onwuegbuzie ve Turner, 2007). Bu yöntem, karma yöntemden farklı olarak, nitel ve nicel verilerin aynı anda sunulması yerine, farklı araştırma sorularına yanıt vermek amacıyla ayrı veri setlerinin kullanılmasına dayanır (Creswell ve Creswell, 2018, s. 294).

Mevcut araştırmada SBK tabanlı çoklu modelleme etkinlikleri kullanılarak öğrencilerin epistemolojik inanç, ahlaki muhakeme, akademik başarı, sosyobilimsel muhakeme ve yazılı argümantasyon becerisindeki gelişimler SBK tabanlı argümantasyon yöntemi ve geleneksel öğretim yöntemi kullanılan sınıflara göre farklılıkları belirlemek için nicel veriler toplanmış ve bu veriler mevcut araştırmanın alt problemlerine cevap vermek amacıyla kullanılmıştır. SBK tabanlı modelleme etkinliklerinin kullanıldığı sınıftaki öğrencilerin uygulanan öğretim yöntemi ile ilgili düşüncelerini incelemek amaçlı nitel veriler toplanmış ve diğer alt probleme cevap vermek amaçlı kullanılmıştır.

Bu araştırmada birden fazla alt araştırma problemi bulunduğu için, her bir alt problem için farklı veri toplama yöntemleri ve çeşitli veri setlerinden faydalanılmıştır. Bu durum, araştırmanın çok yöntemli bir yaklaşımla tasarlanmasını gerekli kılmıştır.

3.2. Araştırma Evreni

Araştırmanın örneklemini 2022-2023 eğitim-öğretim yılının II. döneminde, İstanbul'da bulunan bir resmi orta öğretim kurumunda öğrenim görmekte olan toplam 84 9. sınıf öğrencisi oluşturmuştur.

Tablo 3.1. Araştırma Örnekleminin Dağılımı

Grup	N (Kız)	N (erkek)	N (Toplam)
1. Grup	19	7	26
2. Grup	3	25	28
3. Grup	20	10	30
Toplam	42	42	84

Araştırmada biri modellerle zenginleştirilmiş SBK öğretimi yapılan, diğeri SBK tabanlı argümantasyon ve kontrol grubu olarak mevcut rutin uygulamaların yapılan olmak üzere üç grup ile çalışılmıştır. Uygulama sürecinde 1. Gruba çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretimi, 2. Gruba SBK tabanlı argümantasyon uygulamaları ve 3. Grupta ise mevcut rutin öğretimin gerçekleştiği geleneksel öğretim yapılmıştır. Araştırmanın nitel aşamasında lise 9. Sınıf öğrencilerinin modellerle zenginleştirilmiş SBK öğretiminde uygulamalar ve dersin işlenmesine yönelik görüşleri ve çalışmalarına yansımaları incelenmiştir. Bu aşamada sınıf içi gözlem notları, öğretmen günlükleri ve yarı yapılandırılmış görüşmeden elde edilen veriler doküman analizi yöntemiyle değerlendirilmiştir.

3.3. Araştırmada Kullanılan Veri Toplama Araçları

Bu araştırmada veri toplama aracı olarak Epistemolojik İnanç Ölçeği (Conley, Pintrich, Vekiri ve Harrison, 2004), Sosyobilimsel Muhakeme Yeteneği Ölçeği (Romine, Sadler ve Kinslow (2017), Ahlaki Sorgulama Yeteneği Ölçeği (Rest, 1975, 1984, 1994), Argümantasyon senaryoları, İçerik alan bilgisi (Kavram haritası) (Novak ve Gowin, 1984), Yarı yapılandırılmış görüşme, Öğrenci ve öğretmen günlükleri kullanılmıştır. Araştırmada kullanılan veri toplama araçları ve bu veri toplama araçlarının kullanım araçları ile kaynaklarını gösteren tablo 3.1'de aşağıda verilmiştir.

Tablo 3.2. Veri toplama Araçları ile kaynak, Kullanım Amaçları ve Araştırma Problemi

Veri Toplama Aracı	Kaynak	Kullanım Amacı	Araştırma Problemi
Epistemolojik İnanç Ölçeği	Conley, Pintrich, Vekiri ve Harrison (2004)	Öğrencilerin epistemolojik İnanç düzeyini ölçmek	Çoklu model uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretiminin geleneksel ve SBK temelli öğretime kıyasla öğrencilerin epistemolojik inanç düzeyleri üzerinde anlamlı bir etkisi var mıdır?
Sosyobilimsel Muhakeme Ölçeği	Romine, Sadler ve Kinslow (2017)	Öğrencilerin sosyobilimsel muhakeme becerisini ölçmek	Çoklu model uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretiminin geleneksel ve SBK temelli öğretime kıyasla öğrencilerin sosyobilimsel muhakeme beceri düzeyleri üzerinde anlamlı bir etkisi var mıdır?
Kavram Haritası	Novak ve Gowin (1984)	Öğrencilerin alan bilgisi düzeylerini ölçmek	Çoklu model uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretiminin geleneksel ve SBK temelli öğretime kıyasla öğrencilerin alan bilgisi düzeyleri üzerinde anlamlı bir etkisi var mıdır?
Değerleri Belirleme Testi	Rest (1975, 1984, 1994)	Öğrencilerin ahlaki muhakeme becerisini ölçmek	Çoklu model uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretiminin geleneksel ve SBK temelli öğretime kıyasla öğrencilerin ahlaki muhakeme beceri düzeyleri üzerinde anlamlı bir etkisi var mıdır?
Argümantasyon Senaryoları	Gürkan (2018) ve Güler (2020)	Öğrencilerin yazılı argümantasyon becerisini ölçmek	Çoklu model uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretiminin geleneksel ve SBK temelli öğretime kıyasla öğrencilerin yazılı argümantasyon beceri düzeyleri üzerinde anlamlı bir etkisi var mıdır?
Görüş Formu	Araştırmacı	Öğrencilerin çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretimine ilişkin görüşlerini belirlemek	Öğrencilerin modelle zenginleştirilmiş SBK öğretimine ilişkin görüşleri nelerdir?
Öğrenci-öğretmen günlükleri	Araştırmacı	Öğrencilerin çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretimine ilişkin görüşlerini belirlemek	Öğrencilerin modelle zenginleştirilmiş SBK öğretimine ilişkin görüşleri nelerdir?

3.3.1. Epistemolojik inanç ölçeği

Epistemoloji, bilimsel bilginin oluşum sürecini, bilimsel çalışmaların yürütülme yöntemlerini, bu bilgilere erişim yollarını ve elde edilen bilginin değerlendirilme süreçlerini kapsar (Driver, Newton ve Osborne, 2000). Epistemolojik inanç ise bireyin bilgi ve öğrenmenin doğasına ilişkin sahip olduğu inançları ifade eder (Schommer, 1990). Başka bir deyişle, epistemolojik inanç, bireyin bilginin ne olduğu, bilme ve öğrenme süreçlerinin nasıl işlediği konusundaki düşüncelerini içerir (Deryakulu, 2004).

Epistemolojik inançlarla ilgili araştırmaların ilk adımları 1960'lı yıllarda eğitim psikolojisi alanında atılmış 1970'lerde eğitim konularıyla ilişkisi Perry (1970) tarafından araştırılmaya başlanmıştır (Schraw, 2001). Bireylerin bilginin anlamı ve içeriği, bilgiye nasıl ulaşılabileceği, kesinliği ve bilgi standartlarının ne olduğu konusundaki inançları epistemolojik inanç olarak tanımlanmıştır (Özbay, 2016). Perry'e (1968) göre, kişisel epistemoloji tek boyutlu bir yapıya sahiptir ve sabit aşamalardan geçerek gelişir. Perry (1968) lisans öğrencilerinin dört yıllık eğitim sürecindeki epistemolojik gelişimlerini incelemeye yönelik bir çalışma gerçekleştirmiştir. Öğrencilerle yaptığı görüşmeler sonucunda, birinci sınıf öğrencilerinin bilimsel bilginin değişmez, basit olduğunu ve bir otorite tarafından öğretilmesi gerektiğine inandıklarını, son sınıfa geldiklerinde ise daha gerçekçi düşüncelere ulaştıklarını ifade etmiştir. Perry (1968) epistemolojik inancı tek boyutlu bir yapı olarak değerlendirirken, Schommer (1990) epistemolojik inançların çok boyutlu bir yapıya sahip olduğunu öne sürmüştür. Schommer (1990), epistemolojik inançların yalnızca tek boyutta ele alınamayacak kadar karmaşık olduğunu savunur. Ayrıca bilgiye ilişkin inançlara ek olarak, bilgiyi keşfetme ve işleme sürecini kapsayan öğrenme ve öğrenme yeteneği hakkındaki inançları da epistemolojik inançlara dahil etmiştir. Epistemolojik inanç ayrıca bireysel özellikleri de yansıtmaktadır (Deryakulu, 2004). Bunun yanında bireylerin bilgi kaynağına, kesinliğine, bilme ve öğrenmeye yönelik inançlarını da kapsamaktadır (Derelioğlu, 2005). Bu sebeple, bilimsel epistemolojik inançlar, öğrencilerin bilimsel bilgiyi anlamaları, yorumlamaları, yeniden yapılandırmaları ve değerlendirmeleri sürecinde önemli bir rol oynamaktadır (Yenice ve Özden, 2013). Schommer (1990) epistemolojik inançların kavramayı ve akademik performansı nasıl etkilediği üzerinde durmuş, diğer araştırmacılardan farklı olarak nicel çalışma yaparak inançları oluşturan bileşenlere daha analitik yaklaşımla yaklaşmıştır. Schommer'e (1990) göre epistemolojik

inançların beş boyutu vardır: bilginin yapısı, kaynağı, kesinliği, öğrenmenin hızı ve öğrenme yeteneğidir. Bu boyutlar:

- **Bilginin Yapısı:** Bilgi basit bir yapıda mı ya da bilgi birbiriyle ilişkili karmaşık bir yapıya mı sahiptir.
- **Bilginin Kaynağı:** Bilgi bir otoriter tarafından mı aktarılır ya da bilgi neden ve kanıtlarla mı türetilir.
- **Bilginin Kesinliği:** Bilgi değişmez ve mutlak mıdır ya da bilgi değişen ve gelişen yapıya mı sahiptir.
- **Öğrenmenin Hızı:** Öğrenme çabuk mu gerçekleşir veya hiç mi gerçekleşmez ya da kademeli olarak mı gerçekleşir.
- **Öğrenme Yeteneği:** Öğrenme yeteneği doğuştan mı gelir ya da öğrenme kabiliyeti zamanla değiştirilerek mi gerçekleşir.

Conley vd., (2004) epistemolojik inançları bilginin kaynağı, bilginin kesinliği, bilginin gelişmesi ve bilginin doğrulanması şeklinde dört boyutta sınıflandırmıştır. Bunlar:

- *Bilginin Kaynağı:* Uzmanların söyledikleri her bilginin doğru olduğuna ve onlara inanmak gerekir.
- *Bilginin Kesinliği:* Bilimse tüm soruların tek bir cevabı vardır ve uzmanlar hemen hemen her şeyi bilebilir ve neyin doğru olduğu konusunda hemfikirlerdir.
- *Bilginin Gelişmesi:* Bilgi zamanla değişir ve uzmanların doğru olduğunu düşündüğü şeyler de değişir.
- *Bilginin Doğrulanması:* Bir bilginin doğru olup olmadığını anlamamanın en iyi yolu o bilgiyi test etmek ve kanıtlara dayandırmaktır (Özkan & Tekkaya, 2011).

Bu boyutlar Schommer'in (1990) epistemolojik inanç boyutlarıyla benzerlik göstermiştir. Epistemolojik inanç üzerine yapılan araştırmaların çoğu, kısmen genç öğrenciler arasında epistemolojik inanç düşüncesinin tanımlanmasının zor olduğu varsayıldığı için lise ve üniversite öğrencileri üzerinde odaklanılmıştır (Conley vd., 2004).

Bu araştırmada 9. Sınıf öğrencilerine yönelik uyarlaması yapılan Epistemolojik İnançlar Anketi (EİA), 2004 yılında Conley vd. tarafından 5. Sınıf öğrencileri için geliştirilmiştir. Ölçek 26 madde ve 5'li Likert sistemine göre derecelendirilmiştir. (1= tamamen katılmıyorum, 5= tamamen katılıyorum) ve 4 alt boyuttan oluşmaktadır. Orijinal ölçeğe ait veriler Tablo 3.3'te görülmektedir.

Tablo 3.3. Epistemolojik İnanç Ölçeğine Ait Veriler

Boyutlar	Maddeler	Cra	Total Cra
Bilginin Kaynağı	1,6,10,15,19	.81	
Bilginin gerekçelendirilmesi	3,5,9,11,14,18,22,24,26	.65	.81
Bilginin değişmezliği	2,7,12,16,20,23	.78	
Bilginin gelişimi	4,8,13,17,21,25	.57	

Özkan (2008) Epistemolojik İnançlar Anketini 7. Sınıflar için uyarlamış ve geçerlilik güvenirlik çalışmaları sonrasında ölçeği 3 alt boyut şeklinde düzenlemiştir. (Özkan, 2008; Kurt, 2009; Özkan ve Tekkaya, 2011). Özkan, (2008) çevirdiği ölçeğin toplam güvenirlik değerini $\alpha=.76$ olarak tespit etmiştir. Kurt (2009); Özkan (2008) tarafından uyarlanan ölçeği ilköğretim 6., 8. Ve 10. Sınıflar için uyarlamıştır. Uyarlama sonucu ölçek 21 madde ve 4 alt boyuttan oluşturulmuştur. (Kurt, 2009). Aydemir, Aydemir ve Boz'da (2013), Özkan'ın (2008) Türkçeye çevirdiği ölçeği ortaöğretim 9. Ve 11. Sınıflar için uyarlamıştır. Bu uyarlama sonucu ölçeğin madde sayısı değişmemiş fakat alt boyut sayısı 3 olarak tespit edilmiştir. Epistemolojik İnançlar Anketi'nin farklı sınıf seviyelerindeki öğrencilerle yapılmış uyarlama çalışmaları Tablo 3.4'te gösterilmiştir.

Tablo 3.4. Epistemolojik İnanç Anketinin farklı sınıf seviyelerindeki öğrencilerle yapılmış uyarlama çalışmaları

Araştırmacı	Ölçek	Boyutlar	Cra	Total Cra
Özkan (2008)	Türkçeye uyarlama (26 madde, 3 boyut) 7. sınıf	Bilginin gerekçelendirilmesi Bilginin gelişimi Bilginin kaynağı/Değişmezliği	.77 .59 .70	.76
Kurt (2009)	Türkçeye uyarlama (21 madde, 4 boyut) 6., 8. Ve 10. Sınıflar	Bilginin kaynağı Bilginin gerekçelendirilmesi Bilginin değişmezliği Bilginin gelişimi	.59 .83 .59 .61	.83
Aydemir, Aydemir ve Boz (2013)	Türkçeye uyarlama (26 madde, 3 boyut) 9. Ve 11. Sınıflar için	Bilginin gerekçelendirilmesi Bilginin gelişimi Bilginin kaynağı/değişmezliği	.78 .69 .85	.85

Anketin yapı geçerliliği doğrulayıcı faktör analizi ile tespit edilmiş olup bazı uyum indisi değerleri RMSEA=0.0038, CFI=0.900, NNFI=0.89 ve RMR= 0.062 olarak bulunmuştur (Conley vd., 2004).

3.3.2. Sosyobilimsel muhakeme yeteneği ölçeği

Sosyobilimsel Muhakeme Yeteneği Ölçeği, SBK temelli öğretimin öğrencilerin düşünme becerilerini ve bilimsel okuryazarlıklarını nasıl geliştirdiğini incelemek amacıyla tasarlanmıştır (Romine, Sadler ve Kinslow, 2017). Bu ölçek, karmaşıklık, bakış açısı, sorgulama ve şüphecilik olmak üzere dört alt boyuttan oluşmaktadır. Bu alt boyutların amaçları şu şekilde açıklanmıştır:

- **Karmaşıklık** alt boyutu, sosyobilimsel konuların içsel karmaşıklığını kavramayı hedefler.
- **Bakış açısı** alt boyutu, bireylerin sorunları birden fazla perspektiften değerlendirebilmelerine olanak tanımayı amaçlar.
- **Sorgulama** alt boyutu, sosyobilimsel konuların sürekli sorgulama gerektirdiğini anlamayı teşvik eder.
- **Şüphecilik** alt boyutu, önyargılı bilgilerin eleştirel bir bakış açısıyla değerlendirilmesini sağlamayı hedefler.

Sosyobilimsel Muhakeme Yeteneği Ölçeği, iki aşamalı bir değerlendirme sistemi içermektedir. İlk aşamada, öğrencilere **EVET/HAYIR** seçeneklerinden oluşan sorular sunulmaktadır. Öğrencilerden bu sorulara verdikleri yanıtlara göre ilerlemeleri istenmektedir.

İkinci aşamada ise, verilen **EVET** ya da **HAYIR** yanıtlarının nedenini seçmeleri beklenmektedir. Bu aşamada cevaplar çoktan seçmeli olarak sunulmakta ve her cevap belirli bir puanla değerlendirilmektedir:

- **0 puan:** Düşük düzeyde muhakeme yeteneğini,
- **1 puan:** Orta düzeyde muhakeme yeteneğini,
- **2 puan:** Yüksek düzeyde muhakeme yeteneğini ifade etmektedir.

Ölçek, toplamda 20 iki aşamalı sorudan oluşmakta olup, öğrencilerin sosyobilimsel muhakeme becerilerini ölçmek amacıyla tasarlanmıştır.

Sosyobilimsel Muhakeme Yeteneği Ölçeği'nin Türkçe adaptasyonu, 2021 yılında Tüzüngüç, Doğan ve Han tarafından gerçekleştirilmiştir. Ölçekte yer alan sorular, **karmaşıklık, bakış açısı, sorgulama ve şüphecilik** olmak üzere dört alt boyutu kapsayan iki senaryodan oluşmaktadır.

Her bir senaryoda on soru bulunmakta olup, iki senaryodaki aynı sıradaki sorular aynı alt boyutu ölçmeyi hedeflemektedir. Bu düzenleme, ölçekte yer alan alt boyutların daha tutarlı ve kapsamlı bir şekilde değerlendirilmesini sağlamaktadır.

Tablo 3.5. Soruların Dört Alt Boyuta Göre Dağılımı

Karmaşıklık		Bakış açısı		Sorgulama		Şüphcilik	
Çerkezköy’de termik santral	İstanbul boğazı	Çerkezköy’de termik santral	İstanbul boğazı	Çerkezköy’de termik santral	İstanbul boğazı	Çerkezköy’de termik santral	İstanbul boğazı
T1	B1	T3	B3	T5	B5	T9	B9
T2	B2	T4	B4	T7	B7	T10	B10
				T8	B8	T11	B11

Sosyobilimsel Muhakeme Yeteneği Ölçeği’nde yer alan sorular, sosyobilimsel muhakemenin farklı alt boyutlarını ölçmeyi hedeflemektedir.

- Birinci ve ikinci sorular: **Karmaşıklık** boyutunu,
- Üçüncü ve dördüncü sorular: **Bakış açısı** boyutunu,
- Beşinci, yedinci ve sekizinci sorular: **Sorgulama** boyutunu,
- Dokuzuncu, onuncu ve on birinci sorular: **Şüphcilik** boyutunu temsil etmektedir (Tablo 3.5).

Ölçekte yer alan iki senaryodan biri olan "**Çerkezköy’de Termik Santral**" senaryosunda, altıncı soru termik santrale devam edilip edilmemesi üzerine odaklanırken, diğer senaryo olan "**İstanbul Boğazı**" senaryosunun altıncı sorusu ise İstanbul Boğazı’ndaki deniz trafiğine devam edilip edilmemesi konusuna ilişkindir.

Ancak, her iki senaryonun altıncı sorusu herhangi bir puanlama içermediği için ölçüm kapsamına dahil edilmemiştir.

3.3.3. Kavram haritası

Fen eğitiminin temel hedeflerinden biri, öğrencilere kavramlar ile bu kavramlar arasındaki ilişkileri anlamlı bir şekilde kazandırmaktır (Ünal ve Ergin, 2006). Bu süreçte, kavram haritaları veya kavram ağlarının kullanımı, kavramlar arasındaki ilişkilerin örgüsünü anlamlı bir yapıda öğrenmede önemli bir araçtır. Aynı zamanda, bu araçlar bilişsel yapıdaki değişimleri incelemede etkin bir rol oynar (Adamczyk ve Wilson, 1996).

Bu çalışmada, Novak ve Gowin’in (1984) geliştirdiği stratejiler temel alınarak, öğrenciler kavram haritası oluşturma konusunda eğitilmiştir. Eğitimin ardından

öğrencilerden bireysel olarak kavram haritaları oluşturmaları istenmiştir. Daha sonra, öğrenciler virüslerle ilgili kavram haritaları çizmiş, bu haritalar öğrencilerin bilgi alanındaki temel kavramları ve bu kavramlar arasında kurdukları ilişkileri hiyerarşik bir düzende ortaya koymuştur.

Uygulama öncesi ve sonrası çizilen kavram haritaları karşılaştırılmış ve Markham, Mintzes ve Jones (1994) tarafından basitleştirilmiş Novak ve Gowin'in (1984) değerlendirme yöntemiyle puanlanmıştır.

Kavram haritalarının bilginin yapısını analiz etme ve belgeleme açısından geçerliliği ve güvenilirliği üzerine birçok çalışma yapılmıştır (Liu ve Hinchey, 1996; Markham vd., 1994; Slotte ve Lonka, 1999; Wallace ve Mintzes, 1990). Örneğin, Liu ve Hinchey (1993), Kanada'da bir lisede eriyikler konusuna ilişkin oluşturulan kavram haritalarının geçerliliği ve iç tutarlılığını incelemiştir. Araştırmada, kavram haritası puanları ile geleneksel testlerden alınan puanlar arasındaki Pearson korelasyonu 0.44, Cronbach alfa değeri ise 0,65 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlar, kavram haritalarının diğer ölçüm araçlarıyla karşılaştırıldığında güçlü psikometrik özelliklere sahip olduğunu göstermektedir.

Pek çok araştırmacı, kavram haritalarını farklı kriterlere göre tanımlamıştır. Örneğin, Novak ve Gowin (1984), birkaç kritere dikkat ederek puanlamayı önerir, bunlar: sayı ve anlamlılık olarak kavramlar arası bağlantılar, kavramlar arası hiyerarşik yapı, çapraz bağlantılar ve uygun örneklerin sağlanmasıdır. Bu kriterler sadece hiyerarşik kavram haritalarında uygulanır.

Novak ve Gowin'e göre kavram haritası puanlama yöntemi:

Bağlantı (Önerme): Kavramlar arasındaki ilişkiler, bağlantı sözcükleri ve çizgilerle ifade edilmişse ve bu ilişkiler hem anlamlı hem de tutarlıysa, her bir bağlantı için 1 puan verilir.

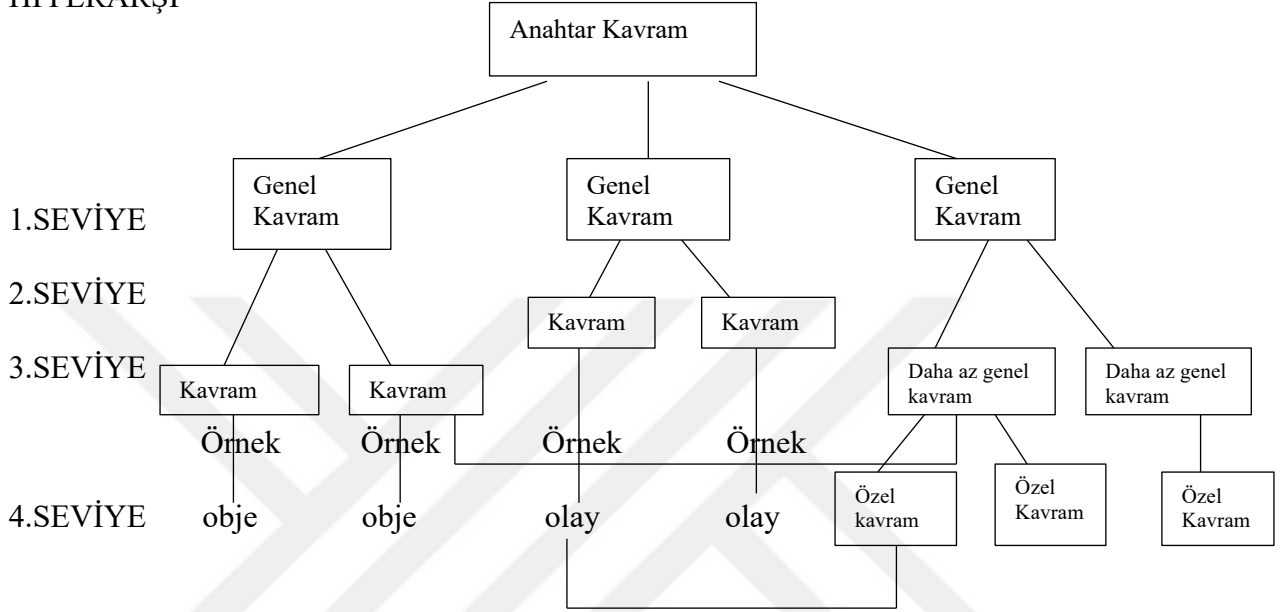
Hiyerarşi: Kavramlar, genelden özele doğru sıralanmış ve aynı düzeydeki kavramlar aynı seviyede gruplanmışsa, oluşturulan her hiyerarşi basamağı için 5 puan alınır. (Bu kriter, yalnızca hiyerarşik düzeni olan kavram haritalarında uygulanır.)

Çapraz Bağlantılar: Kavram haritasında, farklı bölümlerde yer alan kavramlar arasında kurulan bağlantılar geçerli ve aynı zamanda önemli bir ilişkiyi ortaya koyuyorsa, her çapraz bağlantıya 10 puan verilir. Ancak geçerli olmasına rağmen kavramlar veya önerme grupları

arasında bir sentez içermeyen bağlantılar 2 puan alır. Özgün düşünce ve özel ilgi sergileyen çapraz bağlantılar ise ek puanlarla değerlendirilir.

Örnekler: Haritada yer alan kavramlara ait örnekler doğru ve uygun ise, her bir örnek 1 puan ile ödüllendirilir.

HIYERARŞİ



Şekil 3.1. Kavram Haritası Modelinde (Novak ve Gowin, 1984)

14 kavramlar arası ilişki, 4 farklı hiyerarşi, 2 çapraz bağlantı ve 4 örnek yer almaktadır. Buna göre;

Bağlantı sayısı puanı (geçerli ise) = $14 \times 1 = 14$

Hiyerarşi (geçerli ise) = $4 \times 5 = 20$

Çapraz Bağlantılar (geçerli ise) = $2 \times 10 = 20$

Örnekler (geçerli ise) = $4 \times 1 = 4$

Toplam = 58 Puan

3.3.4. Argümantasyon senaryoları

Sosyobilimsel temelli argümantasyon senaryoları, öğrencilerin yazılı argümantasyon becerilerini belirlemek amacıyla veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. Bu senaryolar hazırlanırken, öncelikle SBK ile ilgili alan araştırması yapılmış ve temel başlıklar

belirlenmiştir. İlköğretim fen bilgisi ile ortaöğretim biyoloji dersi programlarının kazanımları incelenerek SBK’la ilişkilendirilen hedef kazanımlar saptanmıştır. Uzman görüşü doğrultusunda, organ nakli ve bağışı, sağlıklı ve dengeli beslenme, sağlıklı gıda ve aşı gibi dört farklı argümantasyon senaryosu geliştirilmiştir. Organ nakli ve bağışı senaryosu, Gürkan’ın (2018) “Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Organ Nakli ve Bağışı Konularındaki Argümantasyon Becerileri, Epistemolojik İnançları, Konu Alan Bilgileri ve Tutumlarının İncelenmesi” adlı doktora tezinden gerekli izinler alınarak kullanılmıştır. Diğer üç senaryo ise, literatürde yer alan benzer çalışmalara uygun olarak, Güler’in (2020) “Öğretmen Adaylarının Epistemolojik İnançları ve Bazı Sosyobilimsel Konulardaki Yazılı Argümantasyon Becerileri Arasındaki İlişkinin İncelenmesi” başlıklı yüksek lisans tezindeki senaryolardan uyarlanarak hazırlanmıştır. Senaryolar SBK bağlamında ikilem yaratacak şekilde, bilimsel temellere dayalı, ilgi çekici ve merak uyandırıcı nitelikte düzenlenmiştir. Senaryoların sonunda, öğrencilerin bu konulara ilişkin iddia, karşıt iddia, veri, destekleyici bilgi ve çürütme gibi Toulmin’in Argüman Modeli’ne ait unsurları kullanmalarını sağlayacak açık uçlu sorular yer almıştır. Araştırmacı, uzman görüşlerinden faydalanan senaryoların yapı ve kapsam geçerliliğini sağlamış ve uzmanların senaryolar ile açık uçlu sorular üzerindeki önerileri doğrultusunda gerekli düzenlemeleri yapmıştır.

Tablo 3.6. Argümantasyon senaryoları konu ve içerikleri

Senaryo No	Senaryonun Konusu	İçerik
1	Beslenme ve Diyet	Senaryoda gluten kavramından ve sağlıklı beslenmedeki öneminden bahsedilmiş, hangi durumlarda doktorların glutensiz diyet önerdiği belirtilmiştir. Senaryo sonunda sağlıklı bireylerin doktor kontrolü olmadan bu diyeti yapıp yapmamaları konusundaki katılımcıların yazdıkları iddia, veri, gerekçe ve çürütmeleri incelenmiştir. Oluşturulan senaryoda bir annenin kızı için sağlıklı gıda arayışındadır. Seçenekler arasında organik tavuk, serbest gezen tavuk, köy tavuğu ve geleneksel yöntemlerle yetiştirilmiş tavuk bulunmaktadır. Öğrencilerden bu annenin kızı için tavuk seçmesi ile ilgili iddia, kanıt, karşı iddi, gerekçe ve çürütücüler kullanarak açıklamalar yapması istenmiştir.
2	Sağlıklı Gıda	

Senaryo No	Senaryonun Konusu	İçerik
3	Organ nakli	Gürkan (2018) tarafından hazırlanan senaryoda iki tür arasındaki organ nakli için öğrencilerin bakış açısını ortaya koyması amaçlanmıştır. Bu süreçte domuz ile insan arasındaki kalp nakli için iddia, karşı iddia, gerekçe ve çürütücüler sunması istenmiştir. Bu senaryo özellikle çalışmanın konusu olan COVID-19 pandemisine de değindiği için öğrencilerden aşı ve aşı karşıtlığı için iddi, karşı iddia, gerekçe ve çürütücüler ortaya koyarak fikirlerini ortaya koyması hedeflenmiştir.
4	Aşı ve aşı karşıtlığı	

3.3.5. Değerleri belirleme testi

Değerleri Belirleme testi, ahlaki yargıyı standart ve objektif bir şekilde ölçmek amacıyla Rest (1986) tarafından geliştirilmiştir. Değerleri Belirleme Testi, genel toplumsal sorunlarda ahlaki muhakemeyi ölçen bir araçtır ve altı ahlaki ikilemi içermektedir. Bu çerçevede, bireylerin ahlaki bağlamlarda akıl yürütme ve karar almaya rehberlik eden gelişimsel aşamalar veya "şemalar" boyunca ilerlediğini varsaymaktadır. En gelişmiş şemalar, adalet, zarar vermeme ve iyilikseverlik gibi genelleştirilebilir ahlaki ilkelere dayanmaktadır. DBT performansının en yaygın kullanılan endeksi olan "P puanları", bir bireyin ahlaki karar alma sürecinde ilkeli ahlaki düşüncelerin göreceli önemine dair bir tahmin sağlar.

Kohlberg'in kuramını açıklamak amacıyla kullandığı "Ahlaki Yargılama Görüşmeleri"nde yer alan öykülerden üçü ahlaki ikilemleri temsil etmektedir (Elm ve Weber, 1994; Akt: İz, 2009). Rest (1979), "Manuel for Defining Issues Test" adlı el kitabında, DBT'nin (Defining Issues Test) özelliklerini ve puanlama yöntemlerini açıklarken, altı ahlaki ikilem içeren orijinal test yerine, daha az sayıda öykü içeren kısa versiyonların da araştırmalarda kullanılabileceğini ifade etmiştir. Bu kısa versiyonlar, araştırmacı tarafından seçilen üç veya dört öyküden oluşmaktadır. Kohlberg'in Ahlaki Gelişim Kuramı temel alınarak geliştirilen test, çoğulcu toplumlarda bireylerin, başkalarının yargılarını da dikkate almak zorunda oldukları düşüncesine dayanır. Ayrıca, farklı gelişim düzeyindeki bireylerin ahlaki ikilemleri farklı biçimlerde algıladıkları varsayılmaktadır (Rest, 1986). Rest (1979), altı öyküden oluşan DBT'deki iki öykünün, kültürel özelliklere

özgü olması nedeniyle farklı kültürlerde kullanılmasının sorun yaratabileceğini de belirtmiştir (Akt: İz, 2009). DBT'nin Türkçe'ye uyarlanması üzerine çalışan Akkoyun, dört öykünün Türk kültürüne uygun olduğunu vurgulamıştır. Bu nedenle, bu araştırmada Türk kültürüne uygun olduğu belirlenen dört ahlaki ikilem öyküsü kullanılmıştır. Her bir öykü, ahlaki düzeyleri temsil eden 12 farklı düşünceyi içermektedir. DBT'nin puanlamasında, Kohlberg'in ahlaki yargı evreleri dikkate alınmakta ve bu evreler 2, 3, 4, 5A, 6 ve A olarak sınıflandırılmakta, akıl yürütme özellikleri bu evrelere göre değerlendirilmektedir (Rest, 1986).

Geleneksel Öncesi Dönem, birinci ve ikinci evreleri kapsamaktadır. Evre 1'de, kurallara uyma veya doğru davranış sergilemenin temel motivasyonu, bir otorite figürünün ya da güçlü bir iktidarın olası cezasından kaçınma isteğidir. Evre 2'de ise birey, başkalarının farklı çıkarlarının olabileceğini anlamaktadır, ancak bu çıkarları bazen kendi menfaatlerini korumak amacıyla dikkate almakta ya da kullanmaktadır (Elm ve Weber, 1994). Geleneksel Öncesi Düzey'de DBT, Evre 1'in varlığını kabul etmekle birlikte, puanlama sistemine bu evreyi dahil etmemektedir.

Geleneksel Dönem, üçüncü ve dördüncü evrelerden oluşmaktadır. Evre 3'te, bireyin karar verme sürecinde başvurduğu dayanaklar ve davranış kalıpları, ait olduğu grubun kurallarına uyma eğilimindedir. Evre 4'te ise, grup kurallarına uygun davranışlardan ziyade toplumsal düzenin geçerli kurallarına ve yasalara uyma öncelik kazanmaktadır.

Geleneksel Sonrası Dönem ise beşinci ve altıncı evreleri içermektedir. Evre 5'te, birey insan haklarını gözetken kurallara öncelik verir. Ancak insan yaşamına veya özgürlüğüne aykırı durumlar söz konusu olduğunda, yazılı yasaların ihlal edilebileceğini kabul eder. Evre 6'da ise birey, yazılı kurallardan ve yasalardan bağımsız olarak, kendi özerk ahlaki ilkelerine göre hareket eder. Bu evrede birey, insana saygı, eşitlik gibi evrensel ve soyut değerleri temel alır. Kendi vicdanına uygun şekilde davranmayı seçtiğinden, kişisel ilkeleriyle çeliştiği durumlarda yasalara aykırı hareket etmekten çekinmez (İz, 2009).

DBT'nin 5. ve 6. evreye karşılık gelen puanlarının toplanmasıyla, gelenek sonrası dönemi ifade eden P puanı hesaplanabilmektedir. P puanı, bireyin ahlaki yargıda bulunurken 5. ve 6. evrelere verdiği önemi ve bu evrelere dayalı ağırlıklı sıralamalarını yansıtmaktadır. 5A puanı, sosyal yapının ahlaki temelleri üzerindeki kaygıların öne çıktığı evreyi; 5B puanı, insancıl sezgilerin ahlaki karar alma sürecinde belirleyici olduğu evreyi temsil eder. 6. evre

puanı ise, ideal sosyal iş birliği ilkelerini ve bireylere karşı tarafsız bir saygı yaklaşımını ifade eden ahlaki tutumu göstermektedir (İz, 2009).

A puanı, mevcut sosyal düzeni, gelenekleri, keyfi uygulamaları ve haksız yollarla elde edilen refahı reddeden bir duruşu tanımlar. Bu evre, dördüncü ve beşinci evrelerin etkileşimiyle ortaya çıkan üç farklı çatışma biçimini içerir. Bu çatışmalar; ahlaki olan ile geleneksel olanın ayrılması, görecelilik ve ahlaki yargı kavramları ile birey ve toplumdan gelen tepkilerdir (Minnameier, 2003). D puanı, tüm evrelere ilişkin yargılardan elde edilen genel bir puanı ifade etmektedir. M puanı ise, bireyin anlamsız veya gösterişli maddelere verdiği değeri yansıtan ve herhangi bir evreyi temsil etmeyen, teste yönelik tutumunu belirleyen bir puan türüdür (Rest, 1986; Akt: İz, 2009).

Ölçek, ahlaki muhakemenin geçerli bir ölçüsü olarak kabul edilmiştir (Rest, 1979; Rest vd., 1999) ve güvenilirlik tahminleri oldukça yüksektir. Davidson ve Robbins, (1978) test-tekrar test güvenilirliklerini .70'lerin veya .80'lerin üstünde ve Cronbach'ın alfa indeksini .70'lerin üstünde olduğu ifade edilmektedir (Sadler ve Donelly, 2006). Güvenilirlik çalışmaları, ölçeğin üç ikileme yarıya indirilmesinin test-tekrar test güvenilirliğini .10'a kadar azaltabileceğini bildirmektedir, ancak bu yine de .60'ların veya .70'lerin üstünde olduğu tahmin edilmektedir (Rest, 1986; Sadler ve Donelly, 2006).

3.3.6. Görüş Formu

Bu çalışmada öğrencilerin uygulama sürecine ilişkin düşüncelerini yazılı olarak ifade etmeleri amacıyla yapılandırılmış açık uçlu sorulardan oluşan görüş formu kullanılmıştır. Görüş formu, öğrencilerin deneyimlerini kendi kelimeleriyle açıklamalarına olanak tanıyarak, nitel verilerin daha doğal ve anlamlı bir şekilde toplanmasına katkı sağlamıştır (Yıldırım & Şimşek, 2018). Bu yöntem, araştırmacının yönlendirmesinden uzak, özgün ifadelerin elde edilmesini mümkün kıldığı için içerik analizinde derinlikli yorumlamalara zemin hazırlamıştır.

Araştırma kapsamında, öğrencilerin modelleme süreciyle ilgili görüşlerini belirlemek amacıyla, 10 açık uçlu sorudan oluşan görüş formu kullanılmıştır. Sorular hazırlandıktan sonra iki alan uzmanının görüşlerine başvurulmuş ve alınan geri bildirimler doğrultusunda düzenlemeler yapılarak Ek-5 açık uçlu sorudan oluşacak şekilde uygulanmıştır.

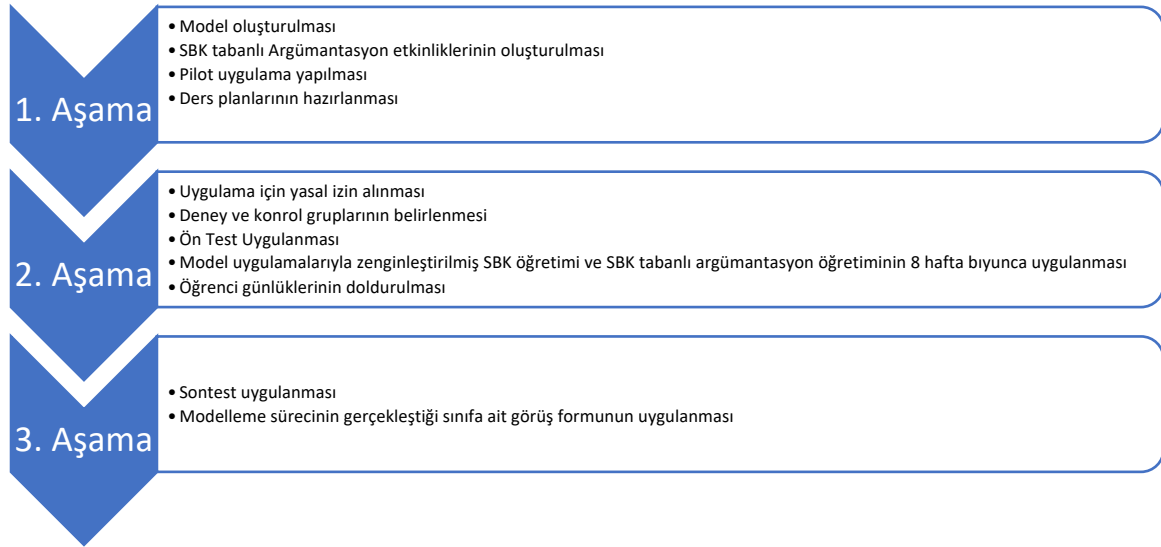
3.3.7. Öğrenci-öğretmen günlükleri ve gözlem notları

Araştırmada doküman olarak öğretmen ve öğrenci günlükleri ile gözlem notları kullanılmıştır. Bu dokümanlar öğrencilerin her hafta yaptığı etkinliklerle ilgili görüşlerinin alınmasının amaçlandığı formlardır. Öğrenci ve öğretmen günlükleri sadece Modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretiminin yapıldığı sınıftaki öğrencilere uygulanmıştır. Her uygulama sonrası öğrencilerin öğrenci günlüklerini doldurması sağlanılmıştır. Günlükler genel olarak tarih, ele alınan konu, derste ilgi çeken olaylar, üretilen argümanlar/çürütmeler, karşılaşılan zorluklar gibi bölümler içermektedir. Günlüklerin örneği Ek 6'da verilmiştir. Bu dokümanlar yarı yapılandırılmış görüşme formlarına ek olarak öğrencilerin nitel araştırma kapsamında modelleme sürecine yönelik görüşlerinin belirlenmesi hedeflenmiştir.

Bu araştırmada, nitel yöntemlerde sıkça kullanılan, daha az yapılandırılmış bir gözlem yaklaşımı tercih edilmiştir. Bu tür bir gözlemde, önceden belirlenmiş kategori veya sınıflandırmalar kullanılmaz; araştırmacı, gözlemi daha doğal ve açık uçlu bir biçimde gerçekleştirir. Bu yaklaşımın temel amacı, gözlem verilerini analiz etmek ve açıklamak için gerekli kategori ve kavramların, önceden belirlenen verilere ya da kavramlara dayanmak yerine, araştırma süreci boyunca kendiliğinden ortaya çıkmasına olanak tanımadır (Punch, 2005). Bu bağlamda, modelleme etkinlikleriyle desteklenen SBK öğretimi sürecine ilişkin sınıf içi gözlemler not edilmiştir.

Uygulama Süreci

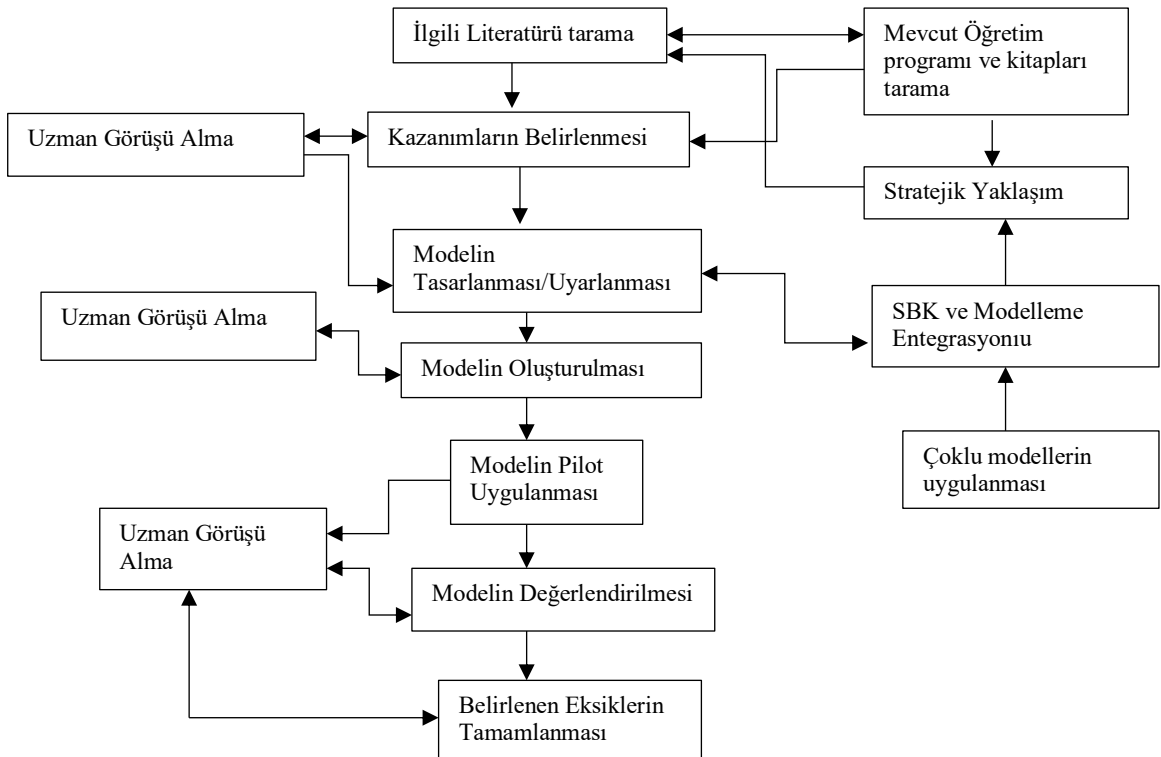
Araştırmanın uygulama süreci 2021-2022 eğitim ve öğretim yılı II. Döneminde, İstanbul'da bulunan bir resmi ortaöğretim kurumunda öğrenim görmekte olan 3 ayrı sınıf olan toplam 84 9. Sınıf öğrenci ile yürütülmüştür. Uygulamanın yürütüldüğü çalışma grubu ile ilgili detaylı bilgiler 3.2 Araştırmanın Evreni bölümünde açıklanmıştır. Uygulama süreci mart ayında başlayıp haziran ayına kadar toplamda 8 hafta süresince (Ön test ve Son Test uygulama süreçleri hariç) 2 ders saati halinde devam etmiştir. Bu bölümde araştırmanın 1. Grubunda ele alınan öğretim yaklaşımı; modellerle zenginleştirilmiş SBK öğretimi uygulamalarına dayandırılarak öğretim planları ve uygulama süreci ile 2. Grupta SBK tabanlı argümantasyon uygulamaları ve 3. Grup kontrol grubu olarak mevcut rutin uygulamalar detaylandırılmıştır.



Şekil 3.2. İş Akışı

3.4. Modelleme etkinlikleriyle zenginleştirilmiş SBK öğretim süreci

Araştırma doğrultusunda Biyoloji dersi konularından biri olan ‘Canlılar Dünyası’ konusuna yönelik SBK tabanlı öğretim yaklaşımı çerçevesinde öğretim ortamında kullanılmak üzere modellerin geliştirilmesi hedeflenmiştir. Hazırlanan modellerin geliştirilme sürecinde izlenen adımlar Şekil 3.3’te sunulmuştur.



Şekil 3.3. Model geliştirme sürecinde izlenen adımlar

3.4.1. Literatür ve öğretim programlarının incelenmesi- kazanımların belirlenmesi

Bu aşamada Biyoloji Öğretim Programında ‘Canlılar Dünyası’ ünitesine yönelik kazanımlara ilişkin modelleme etkinliklerinin geliştirilebilmesi ve uyarlanması hedeflenmektedir. Bu süreçte hedefteki konu ve kazanımların sınıf ortamında modelleme sürecine entegre edilebilmek için Epistemic Practices Embedded in Issues Centered Science Education (Sadler, 2021) ve Biyoloji öğretim programı incelenmiştir. Biyoloji öğretim programında virüsler bağlamında ‘Canlılar Dünyası’ ünitesine ait kazanımlar şunlardır:

- Canlıların biyolojik süreçlere, ekonomiye ve teknolojiye katkılarını örneklerle açıklar.
- Virüslerine genel özelliklerini açıklar.
- Virüslerin insan sağlığı üzerine etkilerinin kuduz, hepatit, grip, uçuk ve AIDS hastalıkları üzerinden tartışılması sağlanır.
- Virütik hastalıklara karşı alınacak önlemler vurgulanır.
- Virüslerin biyolojik sınıflandırma kategorileri içine alınmamasının nedenleri üzerinde durulur.
- Virüslerin genetik mühendisliği alanında yapılan çalışmalar için yeni imkanlar sunduğu vurgulanır.

3.4.2. Modelin tasarlanması, uyarlanması ve oluşturulması

Modelin temel kazanımlara ait içeriği, gerçekleştirilen literatür taraması sonucu belirlenen temel noktalar dikkate alınarak Epistemic Practices Embedded in Issues Centered Science Education’da (Sadler, 2021) yer alan modellerin kazanımlara uygun hale getirilerek ve Biyoloji öğretim programı kapsamında yeni modeller oluşturulmuştur. Modelin tasarlanmasında okulun türü, öğrenci seviyesi göz önünde bulundurularak öğretim programı çerçevesinde SBK olan (COVID-19) virüsler kavramına yönelik sınıf ortamında uygulanabilecek çoklu sunum stratejisinin benimsenmesi ve gerektiğinde konuları farklı ve ilgili disiplinlerle tamamlama temel ölçüt kabul edilmiştir. Bu süreçte öğretim üyelerinin de görüşleri alınarak modelin tasarımı gerçekleştirilmiştir.

Tablo 3.7. Modelin Oluşturulması Sürecindeki Temel Kabuller

Modelin tasarımı için temel kabuller		Kazanımlar
Felsefesi	-öğrencilerin ön bilgilerini dikkate alma -virüslerin yapısını tanıma -Virüslerin canlıların sınıflandırma kategorilerine alınmama nedenlerini açıklama -Viral hastalıkların bulaşma yollarını algılama	Canlıların biyolojik süreçlere, ekonomiye ve teknolojiye katkılarını örneklerle açıklar. Virüslerine genel özelliklerini açıklar.
Vizyonu	-Virüsler kavramını doğru algılayan ve tanımlayan öğrenciler yetiştirme -Öğrencilerin virüsler kavramına yönelik sosyal-toplumsal boyutunu ele alma	Virüslerin insan sağlığı üzerine etkilerinin kuduz, hepatit, grip, uçuk ve AIDS hastalıkları üzerinden tartışılması sağlanır.
Misyonu	- Öğrencilerin belirtilen alternatif fikirleri dikkate alma -Öğrencilerin virüsler kavramı ile ilgili bilimsel ve sosyobilimsel modeller oluşturma	Virütik hastalıklara karşı alınacak önlemler vurgulanır. Virüslerin biyolojik sınıflandırma kategorileri içine alınmamasının nedenleri üzerinde durulur.
Yaklaşımı	-Çoklu modelleme etkinlikleriyle zenginleştirilmiş SBK öğretimi yaklaşımı	Virüslerin genetik mühendisliği alanında yapılan çalışmalar için yeni imkanlar sunduğu vurgulanır.

Tablo 3.7’de özetlenen ve modelin tasarımında temel alınan çerçeveler doğrultusunda belirlenen kazanımlar göz önünde bulundurularak model oluşturulmuştur. Bu süreçte, öğrencilerin ön bilgilerini dikkate alarak virüs kavramını tanımaları, viral hastalıkların bulaşma yollarını anlamaları, virüslerin biyolojik sınıflandırmaya dahil edilmeme nedenlerini açıklayabilmeleri ve virüslerin insan sağlığı üzerindeki etkilerini çeşitli örneklerle algılayabilmeleri gibi temel ilkeler esas alınmıştır. Modelin vizyonu, virüs kavramını doğru anlayıp ifade edebilen öğrenciler yetiştirmek üzerine kurulmuştur. Bu bağlamda, literatürde belirtilen alternatif öğrenci görüşlerini dikkate almak, konunun sosyal ve toplumsal yönlerini ele almak ve virüslerle ilgili bilimsel ve sosyobilimsel modeller geliştirebilmek temel misyon olarak belirlenmiştir. Belirlenen bu hedeflere ulaşmak amacıyla çoklu modelleme etkinlikleriyle SBK öğretim yaklaşımının uygulanması planlanmıştır.

Pilot Uygulama

Geliştirilen modelin ilk taslağı pilot uygulama öncesi iki öğretim üyesiyle incelenerek eksiklikler tamamlanmıştır. Yapılan düzenlemelerin ardından model taslağının pilot uygulaması yapılmıştır. Bu uygulama asıl araştırma örneklemini dışında kalan 17 9. Sınıf

öğrencisiyle yapılmıştır. Pilot uygulama sonrası model etkinliklerinde yer alan anlaşılmayan cümlelerin düzeltilmesi şeklinde revize ihtiyacı doğmuştur.

3.4.3. Oluşturulan modellerin uygulanma süreci

Modelleme etkinliklerinin gerçekleştirildiği bu süreçte bilimsel ve sosyobilimsel modellerin yapılandırılması, eleştirel gözle değerlendirilmesi ve iyileştirilmesi esas alınmıştır. Bununla birlikte modelleme süreçlerinde öğrenciler diyalojik argümantasyon süreçlerine dahil olmaktadır (Justi ve Gilbert, 2002). Son yıllarda yapılan araştırmalar sosyobilimsel konuların öğrencilerin model temelli muhakeme süreçlerinin geliştirilmesi (Ke vd., 2021; Zangori vd., 2017), tasarım temelli araştırma süreçlerinde argümantasyona dahil edilmesi (Puig ve Evagorou, 2020) konuların sosyal boyutuna yönelik görüşlerin geliştirilmesi (Evagorou ve Puig Mauriz, 2017) ve öğrencilerin derse yönelik duygularının tespit edilmesi (Nicolaou, Evagorou ve Lymbouridou, 2015) üzerinde yoğunlaşmaktadır. Araştırmanın bu aşamasında modellemenin dört önemli süreci (Schwarz vd., 2009) ele alınarak uygulanmıştır.

Modellerin Oluşturulması Süreci:

Öğrenciler daha önceki teorileri göstermek, açıklamak ve tahmin etmek için mevcut bileşenler ile modeller yapılandırır (Örneğin, virüsün hücreye girişini gösteren çizim yapmak, sabunun virüsü nasıl etki ettiğini gösteren model oluşturmak)

Modellerin Değerlendirilmesi:

Öğrenciler farklı modellerin bir olguyu temsil etmesini, olgudaki örüntüleri içermesini ve yeni olguları tespit eder. (Örneğin öğrencilerin oluşturduğu iki farklı virüs modelinden hangisinin virüsün yapısını daha iyi yansıttığını virüsün özelliklerinden yola çıkarak değerlendirmesi.)

Modelin Kullanılması:

Öğrenciler modelleri bir olguyu gösterme, açıklama ve tahmin etmede kullanılır. (Öğrenciler bir hapsirlik simülasyonu üzerinden virüslerin hastalık sürecinde hapsirlikle ne kadar uzağa gittiğini gözlemleyerek sosyal mesafeyi açıklar.)

Modelin Revize Edilmesi:

Öğrenciler modellerin yeni kanıtlar ve olguya yönelik yeni taraflarını dikkate alarak açıklayıcı ve tahmin edici gücünü arttırmaya yönelik olarak yeniden düzenler. (Örneğin COVID-19 Sistem haritası oluştururken model üzerinde sürecin ekonomik boyutuna yer vermemiş ise bu boyutu da ekleyerek modellerini geliştirirler.

Tablo 3.8. Modelleme Etkinlikleriyle Zenginleştirilmiş SBK Öğretiminde Kullanılan Modeller ve Kazanımları

Zaman	Model Adı	Model Türü	Kazanım
1. Hafta	Sabun Virüsü Nasıl Öldürür?	Diyagram	Virütik hastalıklara karşı alınacak önlemler vurgulanır.
2. Hafta	Virüs ve Bakteri Farklı mı?	Diyagram	- Virüslerin genel özelliklerini açıklar. - Virüslerin biyolojik sınıflandırma kategorileri içine alınmamasının nedenleri üzerinde durulur.
3. Hafta	Aşı Nedir? Nasıl çalışır?	Mekanik Model	Virütik hastalıklara karşı alınacak önlemler vurgulanır.
4. Hafta	COVID-19 için Sistem haritası	Sosyobilimsel Model	- Canlıların biyolojik süreçlere, ekonomiye ve teknolojiye katkılarını örneklerle açıklar. - Virüslerin insan sağlığı üzerine etkilerinin kuduz, hepatit, grip, uçuk ve AIDS hastalıkları üzerinden tartışılması sağlanır.
5. Hafta	Maskelerin ardındaki matematik	Sosyobilimsel model	Virütik hastalıklara karşı alınacak önlemler vurgulanır.
6. Hafta	Bir Viral salgınının yayılmasını modelleme	Matematiksel model	- Virüslerin genetik mühendisliği alanında yapılan çalışmalar için yeni imkanlar sunduğu vurgulanır. - Virüslerin insan sağlığı üzerine etkilerinin kuduz, hepatit, grip, uçuk ve AIDS hastalıkları üzerinden tartışılması sağlanır.
7. Hafta	COVID-19 mu tehlikeli? Grip mi?	PEL Diyagramı	Virüslerin insan sağlığı üzerine etkilerinin kuduz, hepatit, grip, uçuk ve AIDS hastalıkları üzerinden tartışılması sağlanır.
8. Hafta	Virüslerin hapşırık içindeki yolculuğu	Simülasyon	- Virütik hastalıklara karşı alınacak önlemler vurgulanır. - Virüslerin genetik mühendisliği alanında yapılan çalışmalar için yeni imkanlar sunduğu vurgulanır. - Virüslerin insan sağlığı üzerine etkilerinin kuduz, hepatit, grip, uçuk ve AIDS hastalıkları üzerinden tartışılması sağlanır.

Çalışmaya dair ders planı, öğretmen rehber planları ve etkinlik kağıtları EK-X’de verilmiştir.

Çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretiminde gerçekleştirilen örnek bir uygulama aşağıda verilmiştir.

Etkinlik 8. Mikropların hapsirnk içindeki yolculuğu (Öğretmen için)

KAZANIM:

Virüslerin genel özelliklerini açıklar.

- a. Virüslerin biyolojik sınıflandırma kategorileri içine alınmamasının nedenleri üzerinde durulur.
 - b. Virüslerin insan sağlığı üzerine etkilerinin kuduz, hepatit, grip, uçuk ve AIDS hastalıkları üzerinden tartışılması sağlanır. Virütik hastalıklara karşı alınacak önlemler vurgulanır.
 - c. Virüslerin genetik mühendisliği alanında yapılan çalışmalar için yeni imkânlar sunduğu vurgulanır.
1. Derse zararlı mikropların insandan insana hapsirme ve öksürme yoluyla nasıl bulaşabileceğini anlatarak başlanmıştır. İnsanların birbirlerine ‘bana soğuk algnılığı geçirdin’ ‘gribi senden kaptım’ derken ne demek istediklerine dair sorular sorulmuştur.
 2. Öğrencilere birçok hastalıkların havadaki damlacıklar yoluyla hapsiren ve öksüren insanlardan yayıldığı açıklanmıştır. Bu şekilde yayılan hastalıklar basit bir soğuk algnılığı ve gripten daha seyrek olarak menenjit veya verem gibi daha ciddi enfeksiyonlara kadar değiştiğini ve bunların çok hasta yapabileceği öğrencilere açıklanmıştır. Akıllı tahtadan tubitak web sayfasına girerek mikroorganizmaların resimlerini öğrencilere göstererek öğrencilerin zararlı mikroorganizmaları tanıması sağlanmıştır
 3. COVID-19, Soğuk algnılığı ve Gribi tartışmaya devam ederek, buna neden olan mikroorganizmaların bakteri değil virüs olduklarından bahsedilmiştir. Herkesin sağlığı için insanların öksürürken ve hapsirirken ağız ve burunlarını bir kağıt mendille kapatmalarının çok önemli olduğu tartışılmıştır. Bazen binlerce insanın enfekte oldukları büyük grip salgınları olduğundan bahsedilmiştir.
 4. Öğrencilerden en son ne zaman soğuk algnılığı, grip veya COVID-19 olduklarını hatırlamaları istenmiştir. Aynı zamanda hasta olan kişilerin isimlerini yazmaları istenmiştir. Hatırlıyorlarsa semptomların ilk olarak görüldüğü kişiyi belirlemeleri istenmiştir. Kendilerinin hastalığı bu kişiden alıp almadıkları sorulmuştur.

5. Sınıf 4-5 kişilik öğrenci gruplarına ayrılmıştır.
6. Her gruba bir hapşırma gazetesi, bir hapşırma şişesi, ölçüm bandı veya cetveli, dev bir el (Eldiven şişirilerek yapılabilir) ya da eldiven ve kağıt mendil verilmiştir. Aktiviteye başlamadan önce öğrencilerin kuralları anladıklarından emin olmuştur.
7. Mikropların hapşırık içindeki yolculuğunu ve bir hapşırığın ulaştığı uzaklığı göstermek için, her grup sırayla hapşırma gazetesinin başında ellerinde hapşırma şişesini tutarak hapşırmayı yansıtmak için, kâğıdın üstünde spreye bir kere basmıştır. ‘Hapşırma’ simülasyonundan önce her öğrenci hapşırmanın ne kadar yayılacağını ve enlemesine ne kadar etkili olabileceğini tahmin edip kendi sonuç raporlarına işleyecek, ‘hapşırmadan’ sonra öğrenciler kendi ‘hapşırma’ simülasyonunun ne kadar uzağa gittiğini kendi sonuç kağıdına işlemiştir.
8. Aşamada amaç, hapşırırken elimizle ağızımızı kapatırsak ne olacağını gözlemektir; bu durumda mikroplar elimizde kalacak ve dokunduğumuz herkese transfer olacaktır. Her gruptan bir öğrenci, ‘hapşıran’ olmuş diğer öğrenci ya dev eli veya eldiveni ile spreya şişesinden 2 –5 cm uzakta tutmuştur. Öğrenciler kendi etkinlik kağıtlarında yer alan hem tahmin edilen hem de gerçekleşen kısımlarını doldurmuştur.
9. Son olarak, hapşırdığımız zaman ağızımızı bir kağıt mendil ile kapattığımız takdirde neler olacağını gözlemlenmiştir. Her gruptan farklı bir öğrenciden ‘hapşıran’ olması istenmiş başka bir öğrenciye de spreya şişesinin önünde bu kağıt mendili tutması sağlanmıştır. Öğrenciler kendi sonuç kâğıtlarının hem tahmin edilen hem de gerçekleşen kısımlarını doldurmuştur. Ve sonuçların bir grafiğini çizmesi sağlanmıştır.

Ders sonunda;

1. Sonuçlar öğrencilerle tartışılmıştır. Öğrencilere ele veya eldivene bakmaları ve spreya ‘mikroplarının’ hala el üzerindeki durumlarını incelemeleri istenmiştir.
2. Onlara elin spreya gelen kısmını kağıda gelecek şekilde ters koyarak mikropların elden nasıl kağıda yayıldığı gösterilmiştir. Elimize hapşırdığımız zaman mikroplar dokunduğumuz şeylere yaydığımızı, bu nedenle bir kağıt mendile hapşırp onu

atmanın daha iyi olduğunu ve en kısa zamanda ellerin yıkanması gerektiği anlatılmıştır.

3. Öğrencilerle, niçin bazı ülkelerde ve ülkemizde ‘kolunuza hapşırın’ mesajının verildiği tartışılmıştır.
4. Aktiviteden, ellerimizle hapşırırken ve öksürürken ağzımızı kapatsak bile mikropların insanlardan diğerlerine dokunma yoluyla yayıldığını gözlemlemekteyiz. DSÖ kağıt mendil yokluğunda kendi kolumuza hapşırmamızı ve böylece zararlı mikropların yayılmasını engelleyebileceğimizi belirtmektedir.

Etkinlik 8. Mikropların hapşırık içindeki yolculuğu (**Etkinlik uygulama kâğıdı**)

Öksürük ve hapşırıklarda ağzınızı kapatır mısınız? *Kapatmazsanız, damlacıkların ne kadar uzağa gidebileceğini düşünüyorsunuz?* COVID-19 gibi viral ve bakteriyel hastalıkların yayılmasını önlemeye yardımcı olmak için bu neden önemlidir? Ayrıca bir virüsün bulaşmasını azaltmak için kullanılan önlemler neler olmalıdır?

Malzemeler: Sprey şişesi, Su, Gazete

- A. Sprey şişesini suyla doldurun.
- B. Zeminini gazete ile örtün.
- C. Sprey şişesini gazetenin üzerinde tutun.



Püskürttüğünüzde su damlacıklarının ne kadar uzağa gideceğini düşünüyorsunuz?

- D. Kolu birkaç kez sıkın.



Damlacıkların ne kadar uzağa gittiğini görebiliyor musunuz?

E. Gazete gözle görülür şekilde nemli olana kadar su püskürtmeye devam edin.



"Hapşırmanız" beklediğiniz kadar ileri gidiyor mu?

F. Hapşırmanın yayılmasını durdurmaya çalışın.



Şişenin ağzını bir mendil veya dirseğinizle kapatırsanız ne olur?

Elle Hapşırma Kapatma (2-5cm)

1. Eli hapşırma ağzın önüne koyduğunuz zaman ne olacağını düşündünüz?
2. Gerçekte ne oldu? (Hapşırığınız ne kadar uzağa ve nereye kadar gitti?)

Kağıt Mendil ile Hapşırma Kapatma

1. Kağıt mendili hapşırma ağzın önüne koyduğunuz zaman ne olacağını düşündünüz?
2. Gerçekte ne oldu? (Hapşırığınız ne kadar uzağa ve nereye kadar gitti?)

Etkinlik sırası	Etkinlik adı	Tahmini sonuç (cm)	Gerçek sonuç (cm)
1.	Hapşırma		
2.	Elle kapatarak hapşırma		
3.	Kağıt mendille kapatarak hapşırma		

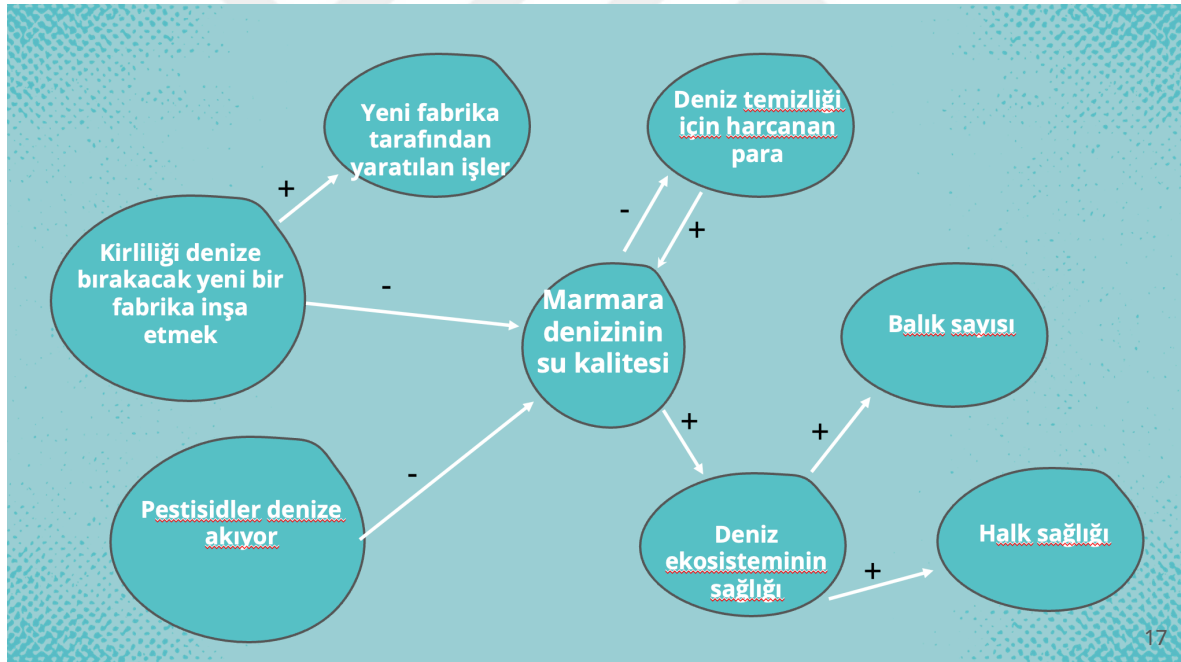
G. Sonuç ve tartışma.



DSÖ' nün neden öksüren veya hapşırma birinden en az 1,5 m uzakta durmayı önerdiğini düşünüyorsunuz?

Yukarıda verilen etkinlik öğrencilerin simülasyon, diyagram ve grafik gibi bilimsel modeller kullanarak gerçekleştirdiği bir uygulama örneğidir. Çalışmada özellikle sosyobilimsel modellerin sınıf ortamına aktarılması sürecine de yer verilmiştir. Bu süreçte Ke vd. (2021) tarafından yürütüldüğü çalışmada kullanılan sosyobilimsel modellerin öğrencilerin düzeyine ve kazanımlara uygun olarak uyarlanmasıyla gerçekleştirilmiştir. Ke vd. (2021) tarafından oluşturulan model aşağıdaki gibi uyarlanmıştır.

Sosyobilimsel modeller oluşturulurken sisteme ilişkin temel faktörlerin belirlenmesi ve bu faktörler arasındaki ilişkilerin kurulması olmak üzere iki adım izlenmiştir. Temel faktörler belirlenirken, öğrencileri hem bilimsel hem de sosyal bileşenleri dikkate almaları gerektiği konusunda yönlendirmeler yapılmıştır. Bu süreçte öğrencilere sosyobilimsel modellerin nasıl oluşturulması gerektiği konusunda ön bilgi slayt şeklinde verilmiştir. Şekil 3.4’de verilen slaytın bir bölümünde öğrencilere sosyobilimsel modellemenin adım adım gerçekleştirildiğinde elde edilecek sosyobilimsel model örneği verilmiştir.



Şekil 3.4. Sosyobilimsel model örneği

Şekil 3.4’te Marmara Denizine karışan pestisidlerin su kalitesini etkileyebilecek bilimsel bileşen olduğu verilmiştir. Bunun yanında su kalitesi de denizin temizliği için harcanan parayı, yani konuyla ilgili ekonomik bir bileşeni etkilediği gösterilmiştir. Sonraki süreçte nedensel ilişkileri göstermek için okların nasıl kullanılacağı ve ‘+’ ile ‘-’ işaretlerinin kullanımı gösterilmiştir. Bu işaretler ile öğrencilerin konunun altında yatan sistem dinamiklerini düşünmeleri teşvik edilmiştir. Oklar ise her faktör arasında açık nedensel ilişki

olmayabileceği, bazı faktörler arasında daha güçlü ilişki olabileceğini göstermektedir. Örneğin denize karışan pestisidler ile su kalitesi arasına konan ‘-’ işareti pestisid kullanımındaki artışın su kalitesinde azalmaya yol açacağını göstermektedir. Bu yaklaşım öğrencilerin nedensel ya da ilişkisel bağları yarı nicel bir biçimde düşünmelerini sağlamaktadır. Öğrenciler örnek sosyobilimsel model aşamalarını öğrendikten sonra denizin su kalitesi hakkında önemli olduğunu düşündükleri faktörleri ve bu faktörler arasındaki ilişkileri bireysel olarak yapmaları sağlanmıştır.

Daha sonra COVID-19 sosyobilimsel modeli için öğrencilere “COVID-19 hayatınızı nasıl etkiledi?” sorusu sorulmuştur. Daha detaylı olarak yönlendirerek sizi, ailenizi, ekonomiyi ve toplumu nasıl etkiledi şeklinde yönlendirilmiştir. Öğrencilere verilen kağıdı çizgiyle 4 ayrı bölüme ayırmaları istenmiştir. 1. Bölüme; COVID-19’dan etkilendiğini düşündüğünüz şeyler nedir? ilişkileri tanımlayarak 5 önemli şeyi listelemeleri istenmiştir. Kağıdın 2. Bölümüne; COVID-19’un enfeksiyon oranını etkileyeceğini düşündüğünüz şeyler nelerdir? şeklinde soru yönelterek 5 önemli şeyi listelemeleri sağlanmıştır. 3. Bölüme 1 ve 2. Bölümde tanımladığınız faktörlerden daha fazla etkilenecek şeyler nelerdir? 4. Bölüme ise 1 ve 2. Bölümde tanımladığınız faktörleri etkileyecek şeyler nelerdir? sorusu yöneltilerek cevaplamaları istenmiştir. Bütün öğrencilerin soruları yanıtlamasının ardından sınıf tahtasını ikiye ayırarak 1. Kısma COVID-19’dan etkilendiğini düşündüğünüz şeyler nelerdir? 2. Kısma COVID-19’un artmasına neden olduğunu düşündüğünüz şeyler nelerdir? sorularının altına sınıf ortamında tartışma ortamı oluşturulmuştur. Süreç sonunda öğrencilerin verdikleri yanıtları kullanarak kendi sistem haritalarını oluşturmaları sağlanmıştır. Sonraki süreçte sistem haritasını oluşturan öğrenciler aşağıda verilen sorular doğrultusunda modelinin revizyonunu gerçekleştirme sürecini tamamlayıp değerlendirme sürecine geçmesi sağlanmıştır.

1. Şimdiye kadar öğrendiklerinize dayanarak, ilk sistem haritanızda ne gibi değişiklikler yapmak istiyorsunuz? Lütfen en önemli 3 değişikliği tanımlayın ve nedenini açıklayın.
2. Bu kağıdın arka tarafına, ilişkileri belirtmek için okları ve “+” ve “-” kullanarak revize edilmiş sistem haritanızı çizin.
3. Sistem haritanızdaki ilişkileri desteklemek için hangi kanıtları kullanabilirsiniz? Lütfen sistem haritanızı doğrulamak için 3 tane kanıt belirleyin.

4. Gözden geçirilmiş sistem haritanızın ilk haritanızdan daha iyi olduğunu nereden biliyorsunuz?
5. Sistem haritanızda doğrudan birbirleriyle bağlantılı olmayan (bir okla bağlı olmayan iki faktör) iki faktör seçin. Bir faktördeki artışın (veya azalışın) diğer faktörü nasıl etkileyeceğini açıklayın.

3.5. Argümantasyon tabanlı SBK Öğretimi Uygulama Süreci

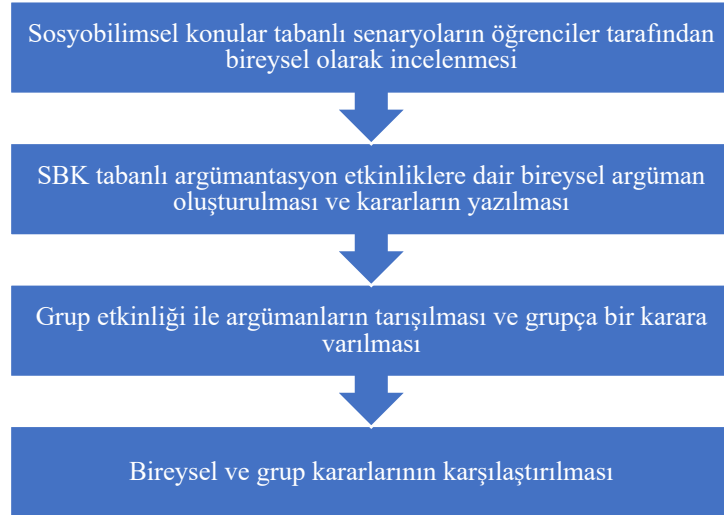
Çalışma öncesinde SBK tabanlı argümantasyon yönteminin uygulanacağı sınıfa sosyobilimsel muhakeme ölçeği, epistemolojik inanç anketi, yazılı argümantasyon senaryoları, kavram haritası ve değerleri belirleme testi uygulanmıştır. Ön test uygulamasından sonra öğrencilere argümantasyon yöntemi ile ilgili bilgilendirme yapılmıştır. Sonrasında sekiz hafta boyunca SBK tabanlı argümantasyon etkinlikleri oluşturularak sınıf ortamında uygulanmıştır.

Tablo 3.9. SBK tabanlı argümantasyon sürecinde uygulanan etkinlikler

Hafta	Konular	Yöntem/Model	Teknik
1. Hafta	COVID-19	Argümantasyon	Hikâye ile yarışan teoriler
2. Hafta	Maske takma	Argümantasyon	İkilem kartı etkinliği
3. Hafta	Grip mi daha tehlikeli? COVID-19 mu?	Argümantasyon	Karikatürle yarışan teoriler
4. Hafta	Maske çeşidi	Argümantasyon	Fikirler ve deliller ile yarışan teoriler
5. Hafta	Canlılar dünyası	Argümantasyon	Delil kartı
6. Hafta	Aşı	Argümantasyon	İkilem kartı

Uygulanan etkinlikler ve uygulandığı hafta Tablo 3.9’da gösterilmiştir. Tablo 3.9’da göre etkinlikler öğretim programına uygunluk gözetilerek öğrencilerin bilişsel düzeyleri, ilgi alanları ve güncellik göz önüne alınarak belirlenmiştir. Bu konuların belirlenmesinde, seçilen konuların bilimsel ilerlemelerle şekillenmiş, kesin bir doğru cevaba sahip olmayan, açık uçlu, bilim çevrelerinde üzerinde tam bir uzlaşmaya varılamamış ikilemler içermesi ve ele alınışlarının bireylerin sahip olduğu ahlaki, duygusal ve etik değerlere göre farklılık göstermesi kriterlerine özen gösterilmiştir. Belirlenen konular ile ilgili olarak altı hafta süre ile uygulamaya geçilmiştir. Ayrıca hazırlanan etkinlikler günlük yaşam problemlerini içeren

ikilemli yapıda olmasına, bireysel ve grup olarak argüman oluşturmaya, tartışarak karar verme sürecine uygun olmasına dikkat edilmiştir. SBK tabanlı argümantasyon yöntemine uygun olarak hazırlanan etkinlikler alanında çalışan iki uzmana sunulmuş ve gerekli düzeltmeler yapılmıştır. Süreç Şekil 3.4'te görüldüğü gibi ilerlemiştir. SBK tabanlı argümantasyon süreci için hazırlanan etkinlikler dört farklı bölümden oluşmaktadır. İlk aşamada sosyobilimsel konu öğrenci seviyesinde senaryolaştırılmış, anlatım görsellerle desteklenerek açık ve anlaşılır bir dilde etkinlik kâğıdı aracılığıyla sunulmuştur. İkinci aşamada sosyobilimsel konuya yönelik öğrencilerden bireysel argüman oluşturmaları beklenmiştir. Üçüncü aşamada her öğrencinin bireysel argümanlarını grup tartışması şeklinde savunmaları ve grup tartışması sonunda bir karar almaları istenmiştir. Gruplar önce kendi aralarında küçük grup tartışması yapmışlar sonrasında etkinliğin doğasına uygun olarak 'Evet' diyenler ve 'Hayır' diyenler arasında büyük grup tartışması yapılmıştır. Bu aşamada, öğrencilerden bireysel olarak oluşturdukları argümanları grup tartışmaları sonucunda ortaya çıkan grup kararlarıyla karşılaştırmaları ve bu kararlarına eleştirel bir gözle bakmaları istenmiştir. Eğer argümanlarında bir değişiklik olduysa, bu değişikliğin nedenini açıklamaları talep edilmiştir. Başka bir deyişle, öğrencilerin büyük grup tartışmaları sırasında argüman üretmeleri, karşı iddiaları çürütmeleri ve gerekçelerini yazmaları beklenmiştir. Bu süreçte, küçük grup tartışmaları aracılığıyla etkinlik kağıtları kullanarak fikir alışverişinde bulunmaları sağlanmıştır. Ayrıca, öğrencilerin rahatça hareket edebilmeleri ve yüz yüze iletişim kurabilmeleri için sınıf ortamı, küme çalışmalarına uygun şekilde düzenlenmiştir. Her grup etkinliği için yeterli süre tanınmış ve örnek senaryolar derse entegre edilerek öğrencilerin yansıtıcı düşüncelerini ortaya koymaları hedeflenmiştir. Gruplar, 4 veya 5 kişilik olacak şekilde düzenlenmiş ve yüz yüze çalışmaya uygun bir oturma düzeni oluşturulmuştur. Etkinlikler literatür taraması sonrası SBK ya ve öğrenci seviyesine uygun hale getirilerek oluşturulmuştur. Öğrencilerin yapmış olduğu etkinliklere ait örnekler EK X'te sunulmuştur. Tüm konular tamamlandıktan sonra son testler yapılarak uygulama tamamlanmıştır.



Şekil 3.5. SBK tabanlı argümantasyon uygulama süreci aşamaları

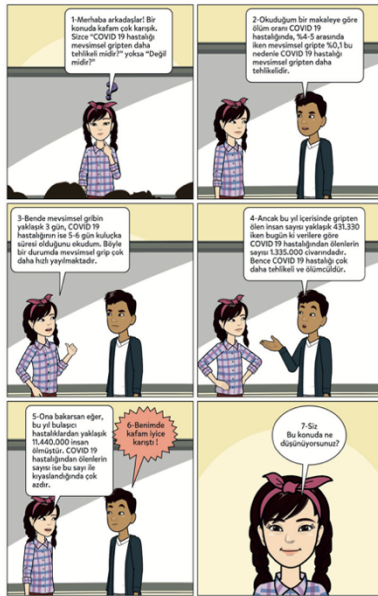
SBK tabanlı argümantasyon etkinliğinin uygulandığı örnek bir uygulama aşağıda verilmiştir.

ETKİNLİK: Karikatürlerle Yarışan Teoriler
KONU: Canlılar Dünyası
KAZANIM:

YÖNERGE:

Bu etkinlik öğrencilerin virüslerle ilgili ön bilgilerinin daha detaylı bir şekilde ortaya çıkarmak için uygulanabilir. Öğretmen sınıf içerisinde bu etkinliği öğrencileri 3 kişilik gruplar halinde uygulayabilir. Grup içerisinde öğrencilerden biri konuşmacı, biri soru sorucu ve diğeri ise kaydedici olarak görev dağılımı oluşturmalar.* Etkinlik sürecinde öğrencilere iddialarını güçlendirmeleri için kaynaklardan yararlanmaları için süre tanınmalıdır. Sürenin sonunda iddialar sınıf içerisinde değerlendirilmelidir. Değerlendirme yaptıktan sonra öğrencilere konu ile ilgili teoriler hakkında bilgi verilmelidir. Öğretmenlerin özellikle öğrencilerin iddialarındaki değişme olduğu süreçleri yakından takip etmesi ve öğrencilerin bu süreçte dersteki konsantrasyonlarının bozulmamasını sağlama konusunda özen göstermesi gerekir.

*Sonraki etkinliklerde grup içerisinde görev dağılımları değiştirilmelidir.



ETKİNLİK: İkilem kartı

KONU: Canlılar Dünyası

KAZANIM: Virüslerin genel özellikleri, virüslerin insan sağlığı üzerine etkilerinin kuduz, hepatit, grip, uçuk ve AIDS hastalıkları üzerinden tartışılması sağlanır, yitürlük hastalıklara karşı alınacak önlemler vurgulanır, virüslerin biyolojik sınıflandırma kategorileri içine alınmamasının nedenleri üzerinde durulur, virüslerin genetik mühendisliği alanında yapılan çalışmalar için yeni imkânlar sunduğu vurgulanır.



Yukarıdaki ikilem kartında verilen durum **karşısında** siz olsaydınız ne yapardınız, hangi yolu **seçerdiniz?**

..... numaralı cevabı **seçtim**.

Çünkü.....

.....

.....

.....

.....

3.6. Normal (Geleneksel) Öğretim Süreci

Araştırma sürecinde kontrol grubunda öğretim programı doğrultusunda her hafta iki ders saati konu anlatımı yapılmıştır. Bu süreçte düz anlatım, tartışma, soru-cevap, EBA

platformunda yer alan video ve görsel dökümanlar kullanılmıştır. Deney gruplarında ele alınan konular kontrol grubunda da ele alınmıştır. Geleneksel öğretimin uygulandığı sınıfa ait örnek ders planı aşağıda sunulmuştur.

Normal (Geleneksel) öğretimin uygulandığı sınıf için örnek ders planı

ÜNİTE: Canlılar Dünyası

KONU: Canlı Âlemleri ve Özellikleri

KAZANIM:

9.3.2.2. Canlıların biyolojik süreçlere, ekonomiye ve teknolojiye katkılarını örneklerle açıklar. Canlılardan esinlenilerek geliştirilen teknolojilere örnekler verilir.

9.3.2.3. Virüslerin genel özelliklerini açıklar.

a. Virüslerin biyolojik sınıflandırma kategorileri içine alınmamasının nedenleri üzerinde durulur.

b. Virüslerin insan sağlığı üzerine etkilerinin kuduz, hepatit, grip, uçuk ve AIDS hastalıkları üzerinden tartışılması sağlanır. Virütik hastalıklara karşı alınacak önlemler vurgulanır.

c. Virüslerin genetik mühendisliği alanında yapılan çalışmalar için yeni imkânlar sunduğu vurgulanır.

AY/HAFTA/DERS SAATİ: Haziran-1. hafta- 2 ders saati

UYGULAMA

- a) **Öğrenme- öğretme yöntem ve teknikleri:** Anlatım, soru cevap, tartışma, beyin fırtınası,
- b) **Kullanılan Eğitim Teknolojileri-Araç, Gereçler ve Kaynakça:** Biyoloji 9. Sınıf ders kitabı, eba görselleri
- c) **Vurgulanan/Tartışılan Konular:** Virüslerin biyolojik sınıflandırma kategorileri içine alınmamasının nedenleri üzerinde durulur. Virüslerin insan sağlığı üzerine etkilerinin kuduz, hepatit, grip, uçuk, AIDS ve Coronavirüs hastalıkları üzerinden tartışılması sağlanır. Virütik hastalıklara karşı alınacak önlemler vurgulanır.

d) Öğretme-Öğrenme Etkinlikleri:

1. Basamak: Öğrencilerin konu hakkında ilk düşüncelerinin gelişmesi ve yapılacak derse yönelik başlangıç düşüncelerinin oluşması için soru cevap ve sınıf içi tartışmalar eşliğinde konuya yönelik düşüncelerini paylaşması sağlanır.
2. Basamak: Derste virüsler konusunun özellikle günümüzde çok önemli ve hayatımızın bir parçası haline gelen salgınla yaşamak vurgulanarak öğrencilerin deneyimleri ve fikirlerini söylemesi teşvik edilir.
3. Basamak: Öğrencilerin fikirleri baz alınarak bu durumla baş edebilmek için virüslerin yapısını, özellikleri anlatılır.
4. Basamak: Covid-19 örneği ile öğrencilerin virüslerle ilgili neleri bildikleri ve kavram yanılgıları ortaya çıkarılır.
5. Basamak: Virüslerin genel özellikleri ve yapısı tahtaya çizilir ve anlatılır.
6. Basamak: Eba platformunda yer alan ‘virüsler’ videosu izlettirilir.
7. Basamak: Virüslerin yapısı ve neden olduğu hastalıklar tartışılır.

e) Ölçme ve Değerlendirme

Ders sonunda virüslerin yapısını ve canlı ve cansız kategorisinde yer alıp almadığı nedenleriyle sorulur ve bir sonraki ders için araştırılması istenir.

3.7. Araştırmacının Rolü

Bu çalışmada, araştırmacı hem deney gruplarının hem de kontrol grubunun öğretmenliğini üstlenmiştir. Araştırmacı, 11 yıllık öğretmenlik tecrübesine sahip olup biyoloji öğretmenliği alanında yüksek lisans derecesine sahiptir. Araştırma sürecinde, deney gruplarında uygulanacak öğretim süreçleri planlanırken, kontrol grubuna yönelik olumsuz etkilerden kaçınılması ve kişisel önyargıların önüne geçilmesi amacıyla çeşitli tedbirler alınmıştır. Tüm gruplarda, araştırmacı tarafından önceden hazırlanmış günlük ders planları doğrultusunda dersler işlenmiştir. Ayrıca öğretim sürecinin Millî Eğitim Bakanlığı öğretim programına uygun şekilde yürütülmesine dikkat edilmiş, ders kitabı ve EBA platformu çerçevesinde öğretim sürecinin tasarlanmasına özen gösterilmiştir.

Ölçekler kontrol ve deney gruplarına aynı gün içinde uygulanmış ve yeterli süre sağlanmıştır. Gözetmenlik için diğer öğretmenlerden yardım alınmış ve araştırmacı test süresi boyunca araştırmaya dahil olan sınıfları gezmiştir. Ölçek uygulandığı sürede öğrencilerin sorularına gerekli cevap verilmiş olup ölçekte sorulan soruların cevaplarına yönelik sorulara cevap verilmemiştir ve bu konuda soru sormalarına izin verilmemiştir.

3.8. Verilerin Analizi

Veri analizi, bilimsel araştırmaların temel süreçlerinden biridir ve bu süreçte araştırmacının rolü, toplanan verileri amaca uygun yöntemler kullanarak analiz etmek ve yorumlamaktır (Ural ve Kılıç, 2013). Bu çalışmada hem nicel hem de nitel veriler birlikte kullanıldığından, her iki veri türüne uygun analiz yöntemleri uygulanmıştır.

Araştırmanın nicel veri analizi üç aşamadan oluşmaktadır. İlk aşamada, kayıp verilerin varlığı, uç değerlerin tespiti ve verilerin normallik dağılımı kontrol edilmiştir. İkinci aşamada, tanımlayıcı istatistiklerin yanı sıra, sınıf düzeyi ve öğretim yöntemi değişkenlerine göre ölçek sonuçlarının farklılık gösterip göstermediğini belirlemek için Kovaryans Analizi (ANCOVA) ve post-hoc testleri uygulanmıştır. Kovaryans analizi ile ön test- son test deney ve kontrol grubu araştırma desenlerinde, eğer işlemin etkisi üzerine odaklanılmışsa, ön testin ortak etkisi kontrol edilerek, sadece işlemin etkisi ortaya konmaya çalışılabilir (Büyüköztürk, 2005, s. 112). Toplanan nicel verilerin istatistiksel analizi, IBM SPSS-26 yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

3.8.1. Epistemolojik inançlar ölçeğinden elde edilen verilere ilişkin veri analizi

Araştırmanın verileri Epistemolojik İnanç Anketi (EİA) kullanılarak toplanmıştır. EİA 26 madde üzerinden değerlendirilmiştir. Veri analizinde öğrencilerin ankete verdikleri cevapları puanlama amacıyla anketlerde yer alan maddelere belirli puanlar verilmiştir. Bunlar; (1) kesinlikle katılmıyorum, (2) katılmıyorum, (3) kararsızım, (4) katılıyorum ve (5) kesinlikle katılıyorum şeklinde puanlandırılmıştır. Anketler 5'li likert tipinde ölçek kullanılmıştır. EİA'daki 'bilginin kaynağı' ve 'bilginin kesinliği' boyutları veri analizi esnasında ters kodlanmıştır. Diğer boyutlardaki bütün maddeler olumlu olduğundan ters kodlama yapılmamıştır. Çoklu modelleme etkinlikleriyle zenginleştirilmiş SBK öğretiminin öğrencinin epistemolojik inanç gelişimine etkisini belirlemek için toplanan veriler analiz edilirken Kovaryans Analizi (ANCOVA) tercih edilmiştir.

3.8.2. Sosyobilimsel muhakeme yeteneği ölçeğinden elde edilen verilere ilişkin veri analizi

Çoklu modelleme etkinlikleriyle zenginleştirilmiş SBK öğretiminin, öğrencilerin sosyobilimsel muhakeme becerileri üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla Sosyobilimsel Muhakeme Ölçeği kullanılmıştır. Bu ölçek, SBK temelli öğretimin öğrencilerin düşünme süreçlerini ve bilimsel okuryazarlık düzeylerini nasıl geliştirdiğini anlamaya yönelik olarak geliştirilmiştir (Romine, Sadler ve Kinslow, 2017). Sosyobilimsel Muhakeme Ölçeği; karmaşıklık, bakış açısı, sorgulama ve şüphecilik olmak üzere dört alt boyuttan oluşmaktadır.

Ölçek, iki bölümden meydana gelmektedir. İlk bölümde, iki seçenekli (EVET/HAYIR) sorular yer almakta, ikinci bölümde ise bu cevapların nedenlerini açıklayan çoktan seçmeli sorular bulunmaktadır. Toplamda 20 iki aşamalı soru içeren bu ölçekte, birinci aşamada öğrencilerden EVET ya da HAYIR şeklinde yanıt vermeleri istenmektedir. Daha sonra öğrenciler, verdikleri bu yanıtların gerekçelerini seçtikleri nedenlerle desteklemektedir. İkinci aşamada sunulan seçenekler, öğrencilerin muhakeme düzeylerini değerlendirmek amacıyla 0, 1 ve 2 puan olarak puanlanmaktadır. Burada 0 puan düşük, 1 puan orta düzeyde, 2 puan ise yüksek seviyede muhakeme becerisine işaret etmektedir.

Tablo 3.10'da görüldüğü gibi ölçekte karmaşıklık, bakış açısı, sorgulama ve şüphecilik alt boyutlarını içeren iki senaryo yer almaktadır. Her senaryo 10 soru içermektedir. Her iki senaryoya ait olan aynı sıradaki soruların aynı alt boyutu ölçmesi amaçlanmıştır. Aynı alt

boyutu ölçen sorular iki senaryoda da aynı sırada yer almaktadır. Ölçekte bulunan Çerkezköy'de Termik Santral senaryosuna ait sorular 'T', İstanbul Boğazı'na ait senaryodaki sorular ise 'B' olarak gösterilmiştir.

Tablo 3.10. Sosyobilimsel Muhakeme Ölçeğinde Yer Alan Senaryo ve Soruların Alt Boyutlara Göre Dağılımı

Alt boyut	Karmaşıklık		Bakış açısı		Sorgulama		Şüphencilik	
Senaryo	Termik Santral	İstanbul Boğazı	Termik Santral	İstanbul Boğazı	Termik Santral	İstanbul Boğazı	Termik Santral	İstanbul Boğazı
Sorular	T1	B1	T3	B3	T5	B5	T9	B9
	T2	B2	T4	B4	T7	B7	T10	B10
					T8	B8	T11	B11

Tablo 3.10'a göre her iki senaryonun 1 ve 2. soruları Karmaşıklık, 3 ve 4. sorular Bakış Açısı, 5, 7 ve 8. sorular Sorgulama, 9, 10 ve 11. sorular ise Şüphencilik alt boyutunu ölçen sorular olarak yer almıştır.

3.8.3. Yazılı argümantasyon senaryolarından elde edilen verilere ilişkin veri analizi

Lin ve Mintzes (2010), argümanların niteliğini değerlendirebilmek amacıyla Argümantasyon Becerilerini Değerlendirme Rubriği'ni (ABDR) geliştirmiştir. Rubriğin oluşturulmasında Toulmin'in Analiz Yöntemi (TAP) temel alınmış, ancak bu modelin sınırlılıkları göz önünde bulundurularak farklı analiz modellerinden (Mason ve Scirica, 2006; Sadler ve Donnelly, 2006; Walker ve Zeidler, 2007; Wu ve Tsai, 2007) de yararlanılmıştır. Bu çalışmada kullanılan rubrik (ABDR), Tablo 3.11'de sunulmuştur.

Tablo 3.11. Argümantasyon Becerilerini Değerlendirme Rubriği (ABDR) (Lin & Mintzes, 2010)

Sorular	Cevap Kategorisi	Puanlama ve Açıklama
Soru:1 İddialar ve gerekçeler (Claims ve Warrants)	-cevap verilmemiş ya da gerekçe geçerli değilse -iddia kabul edilebilir düzeyde ancak gerekçe bulunmuyorsa -İddia kabul edilebilir düzeyde olup gerekçe de varsa	0 1 Her bir iddia için 1 puan 1+1 Bir iddia için 1 puan ve her geçerli gerekçe için 1 puan
Soru 2: Karşı iddia (Counterarguments)	-Cevap verilmemiş ya da gerekçe geçersiz ise -Geçerli gerekçeler bir ya da daha fazla ise	0 1+ Her bir gerekçe için bir puan
Soru 3: Destekleyici Argümanlar (Supportive Arguments)	-Cevap verilmemiş ya da gerekçe geçerli değilse Detaylı ve geçerli düzeyde gerekçeler	0 1+ Her gerekçe için 1 puan 1+ Her ilaveli gerekçe için 1 puan

	Desteklenmiş ve geçerli sayılan gerekçe	
Soru 4:	Karşı iddiayı kanıt (Çürütücü)	2+ Her bir kanıt için 2 puan
Kanıt	Çürütücü yok ya da destekli ve geçerli sayılan gerekçe	1+Her bir gerekçe için 1 puan
(Evidence ve retbuls)		

Aşağıda öğrencilere uygulanan yazılı argümantasyon analiz örnekleri verilmiştir.

Argümantasyon 2

Özge hanım küçük kızı Öykü'nün beslenmesine oldukça dikkat etmektedir. Tavuk tüketmeyi çok seven Öykü için annesi Özge hanım tavuk alırken oldukça seçici davranmaktadır. Özge hanım markete tavuk almak için gittiğinde rafta 3 farklı tavuk çeşidi olduğunu görmüştür. Bunlardan ilki geleneksel yöntemlerle tavuk çiftliklerinde üretilen tavuklardır. Raftaki diğer tavuk ise serbest gezen tavuklardır. Üçüncü seçenek ise organik tavuktur. Marketteki fiyatlara bakıldığında en pahalı tavuğun organik tavuk, en ucuzunun da tavuk çiftliğinde yetiştirilen tavuktur. Özge hanımın bir diğer seçeneği ise pazarda kendi tavuklarını satan Ali amcanın köy tavuğudur. Tavuk alırken farklı seçeneklerin olması Özge hanımı düşündürmektedir.

5- Siz hangi tavuğu tercih edersiniz? İşaretleyin

Geleneksel tavuk

Gezen tavuk

Organik tavuk

Köy tavuğu

Neden bu seçeneği tercih ettiğinizi sebepleri ile yazın.

Organik tavuğu seçerdim çünkü daha hijyenik ve daha kaliteli aldığı yemler kaliteli.

6- Özge Hanım sizin tercih ettiğiniz tavuktan başka bir tavuğu almayı tercih etti. Bu tercihi ne olabilir? Özge Hanımın o tavuğu tercih etme nedeni neler olabilir yazınız?

Geleneksel tavuğu seçme nedeni bir gözlem altında ve ne yediği belli olduğu için tercih edebilir ama yumurtası hijyenik olsa bile vitaminli olmaz.

7- Sizin tercihinizin en doğrusu olduğunu düşünüyorsunuz. Özge Hanımı sizin düşüncenizin doğru olduğuna nasıl ikna edersiniz? Açıklayın.

Organik tavuk sağlıklı besinler yer sağlıklı bir şekilde gezer yumurtası da vitaminli olur.

Şekil 3.6. Örnek Argümantasyon Senaryosu Analizi

Güvenilir gıda ile ilgili argümantasyon senaryosunda öğrencinin verdiği cevaplara göre Lin ve Mintzes, (2010) tarafından geliştirilen argümantasyon rubriği doğrultusunda puanlama yapılırken kırmızı işaretli kelime ve cümleler geçerli olduğu için iddia olarak ele alınmıştır ve rubriğe göre 1 puan verilmiştir. Sarı olarak işaretlenen cümleler gerekçe olarak ele alınmış ve geçerli olduğu için +1 şeklinde puanlanmıştır. İlave detaylı açıklama içeren gerekçeler de mavi olarak işaretlenmiş ve +1 olarak değerlendirilmiştir.

Argümantasyon 1

Egemen bey son dönemlerde artan kiloları nedeniyle diyet yapmaya karar vermiştir. İnternette hızlı ve sağlıklı kilo verdiğini iddia eden birçok kişinin **glutensiz** diyet yaptığını okumuştur. **Gluten** tahılların yapısında bulunan bir çeşit proteindir. **Gluten** başta buğday olmak üzere tahıllarda bulunur. **Glutensiz** gıdaların başında ise pirinç, patates, meyve ve sebzeler gelmektedir. **Glutensiz** beslenme **cölyak** gibi **gluten** alerjisi olan hastalara doktorlar tarafından önerilmektedir. Araştırmalar **glutensiz** beslenmenin birçok sağlık probleminin önleyicisi ve tedavi edicisi olduğu ortaya çıkarmıştır. **Glutensiz** ürünlerin standart ürünlerden daha sağlıklı olduğuna inanılması, çoğu kişi için **glutensiz** beslenme yönünde önemli bir motivasyon oluşturmaktadır. Bazı **glutensiz** ürünler standart ürünlere göre daha yüksek enerji ve yağ içerebilmektedir. **Cölyak** hastası bireylerin **glutensiz** beslenmeye geçtiklerinde bu nedenle kilo aldıkları düşünülmektedir. Literatürde kilo kontrolü ve **gluten** ilişkisi hakkında çelişkili çalışma sonuçları bulunsa da, **glutensiz** diyetin bazı sağlık problemlerinde olumlu etkileri olduğu kanıtlanmıştır.

1-Sağlıklı bir birey için “**Glutensiz** Diyet” ile ilgili ne düşünüyorsunuz? İşaretleyiniz. **Glutensiz Diyet sağlık açısından olumludur.**
Glutensiz Diyet sağlık açısından olumsuzdur.
 Lütfen neden bu cevabı verdiğinizi sebepleriyle açıklayın. **+2**

Bu cevabı verme sebebim paragrafta geçen “glutensiz diyetin bazı sağlık problemlerine olumlu etkileri olduğu kanıtlanmıştır” cümlesine dayanmaktadır.

2- Arkadaşınız varsayın ki sizin verdiğiniz cevabın tam tersini söylüyor. Arkadaşınızın cevabı ne olurdu? Arkadaşınız sizce neye dayanarak bu cevabı vermiş olabilir açıklayınız.

Glutensiz diyet sağlık açısından olumsuzdur. Arkadaşımın bu cevabı verme medeni paragrafta geçen “Bazı **glutensiz** ürünler standart ürünlere göre daha çok enerji ve yağ içerir.” **+2**

3- Arkadaşınızın cevabına karşılık sizin düşüncenizin daha doğru olduğunu düşünüyorsunuz. Arkadaşınızı ikna etmek için neler söylediniz nedenleriyle birlikte açıklayınız.

Benim bu cevaba karşı çıkma nedenim ise onun cevabının cölyak hastaları için geçerli, diğerleri için olmamasıdır. **+1**

4-Diyet konusunda Egemen beye ne gibi bir karar almasını önerirsiniz cevabınızı nedenleriyle açıklayın.

Şekil 3.7. Örnek Argümantasyon Senaryosu Analizi

Glutensiz Diyet ile ilgili argümantasyon senaryosuna verilen cevaplar incelendiğinde kırmızı işaretli iddialara +1 puan, sarı işaretli gerekçelere +1 puan, karşı iddiayı çürütücü kanıt gösteren cümleler yeşil işaretli olup her kanıt için +2 puan, karşı iddia sunma durumunda ise +1 puan ile değerlendirme yapılmıştır.

3.8.4. Değerleri belirleme testinden elde edilen verilere ilişkin veri analizi

Çoklu modellerle desteklenen SBK öğretiminin öğrencilerin ahlaki gelişim düzeylerine etkisini belirlemek amacıyla uygulama öncesi ve sonrası Değerleri Belirleme Testi (DBT) uygulanmıştır. Ahlaki gelişim düzeyinin ölçülmesinde, DBT'nin gelenek sonrası dönemi ifade eden P puanı, her öğrenci için bilgisayar ortamında hazırlanmış Excel formatında hesaplanmıştır. Bu format, Veri Değerlendirme Formu temel alınarak oluşturulmuştur. Araştırma kapsamında DBT'nin değerlendirilmesi sürecinde tutarlılık kontrolü yapılmıştır ve öğrencilerin formda verdiği yanıtların güvenilirliğini test etmek için üç ayrı kontrol mekanizmasından yararlanılmıştır.

Birinci kontrol mekanizması, M puanıdır. M puanı, bireyin anlamsız veya gösteriş amaçlı maddelere verdiği değeri ifade eder ve herhangi bir evreyi temsil etmez. Araştırmada, M puanı 5'i aşan iki anket formu değerlendirme dışında bırakılmıştır.

İkinci kontrol mekanizması, anketteki derecelendirme ve sıralama arasındaki tutarlılığı incelemeye yöneliktir. Örneğin, bir öğrencinin bir maddeyi en önemli olarak sıralamasına

rağmen, derecelendirme bölümünde bu maddenin daha az önemli bir maddeye göre düşük bir öneme sahip olarak işaretlenmesi durumunda tutarsızlık oluşur. Eğer bu tür bir tutarsızlık iki veya daha fazla öyküde tekrarlanırsa, ilgili anket değerlendirme dışı bırakılır. Ancak, yapılan incelemelerde bu tür bir tutarsızlık saptanmamıştır.

Üçüncü kontrol mekanizması, öğrencilerin aynı derecede önemli gördüğü madde sayısının 9'u aşmamasıyla ilgilidir. Eğer bir öğrenci 10 veya daha fazla maddeyi aynı derecede önemli olarak işaretlemişse ve bu durum iki veya daha fazla öyküde tekrar ediyorsa, anket geçersiz sayılmıştır. Ancak, bu duruma da rastlanmamıştır. Tutarlık kontrolü sonucunda geçerli kabul edilen anket formları araştırmaya dahil edilmiş ve geçersiz sayılan anket formları değerlendirmeye alınmamıştır.

Tablo 3.12. Öykülere göre düşünce maddelerinin evre karşılığı

DÜŞÜNCE MADDELERİ												
Öykü	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
İlaç	4	3	2	M	3	4	M	6	A	5A	3	5B
çalma												
Doktor	3	4	A	2	5A	M	3	6	4	5B	4	5A
ikilemi												
Kaçak	3	4	A	4	6	M	3	4	3	4	5A	5A
mahkum												
İşveren	4	4	3	2	6	A	5A	5A	5B	3	4	3

Öğrencilerin anket formlarındaki ilk öyküye ait sıralamaları incelenerek, en önemli olarak seçilen maddenin karşılık geldiği ahlaki evre, Tablo 3.12'de yer alan düşünce maddelerine bakılarak belirlenmiştir. Daha sonra, bu evre Tablo 3.13'deki (veri değerlendirme formundaki) ilgili öyküye karşılık gelen satır ve evre sütununun kesiştiği kutucuğa 4 puan olarak kaydedilmiştir. Öğrencinin ikinci en önemli madde seçimi için de aynı işlem uygulanarak, ilgili evre sütununa 3 puan verilmiştir. Aynı süreç, üçüncü ve dördüncü önemli maddeler için sırasıyla 2 ve 1 puan yazılarak sürdürülmüştür. Her öğrencinin teste verdiği yanıtların hangi ahlaki evreye denk geldiğini belirlemek amacıyla, veri değerlendirme formu tamamlanmıştır. Bu süreçte, her bir öykü için 4 ayrı puan, toplamda ise 4 öykü üzerinden 16 puan hesaplanmıştır. Ham evre puanları, dört öyküden elde edildiği için 0.4 ile çarpılarak yüzdelik değerlere dönüştürülmüştür. Bu sayede her öğrencinin her bir evreden aldığı toplam puan belirlenmiştir.

DBT'nin 5A, 5B ve 6. evrelere karşılık gelen puanlarının toplanmasıyla P puanı hesaplanmıştır. P puanı, bireyin ahlaki yargıda bulunurken ahlaki ilkeleri göz önünde bulundurmasına verdiği önemi ifade eder ve gelenek sonrası dönemi temsil eder. DBT'nin puanlama sürecinde, ahlakın farklı boyutlarını değerlendirmek amacıyla U indeksi, D puanı ve P puanı hesaplanmıştır. Son aşamada, öğrenciler bağımsız değişkenlere göre gruplandırılmış ve puanları tablolar halinde sunulmuştur. Ayrıca, bağımsız değişkenlere göre öğrencilerin ön test ve son test ahlaki gelişim düzeyleri arasındaki farklar Tek Yönlü Kovaryans Analizi (ANCOVA) ile incelenmiştir. Verilerin analizinde % 0.5 anlamlılık düzeyi esas alınmıştır.

Tablo 3.13. Veri Değerlendirme Formu

Öykü	Gelenek öncesi	Geleneksel düzey	Gelenek sonrası			A	M	P
	2	3	4	5A	5B	6		
İlaç alma (heinz)	2	4-3					1	
Kaçak mahkum (prisoner)		4	1	2		3		
Doktor ikilemi (doctor)		3		1		2	4	
İşveren (webster)			4-3	3		1		
Ham evre puanı								
Evrelerin yüzdeleri								

3.8.5. Kavram haritasından elde edilen verilere ilişkin veri analizi

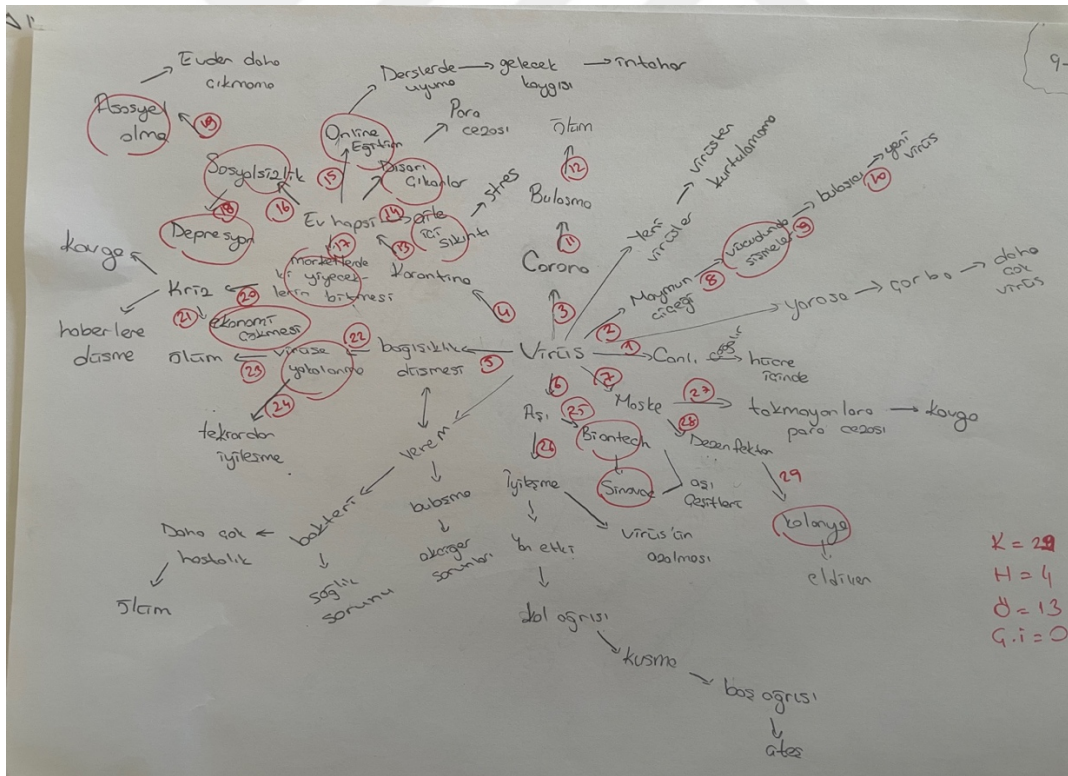
Çoklu modelleme etkinlikleriyle zenginleştirilmiş SBK öğretiminin öğrencinin akademik başarısına (Alan bilgisi) etkisini belirlemek amacıyla uygulaman önce ve sonra öğrencilerden ilgili konu hakkında kavram haritaları çizmeleri istenmiştir. Novak ve Gowin'in (1984) değerlendirme yöntemine göre, kavram haritalarının puanlaması bağlantı sayısı, hiyerarşi, çapraz bağlantılar ve örnekler gibi çeşitli unsurlara dayanılarak yapılmıştır. Bu yöntem doğrultusunda, her bir unsurun puanlama kriterleri şu şekilde belirlenmiştir:

- **Bağlantılar (Öneriler):** Kavramlar arasındaki ilişkiler, oklarla ifade edilmiş ve bu ilişkiler anlamlı ve tutarlı bulunmuşsa, her bir bağlantıya 1 puan verilmiştir.

- **Hiyerarşi:** Kavram haritasında yer alan kavramların, genelden özele doğru sıralandığı ve aynı genellik derecesindeki kavramların aynı seviyede bulunduğu durumlarda, her hiyerarşi basamağı için 5 puan verilmiştir.
- **Çapraz Bağlantılar:** Farklı hiyerarşik düzeylerde yer alan kavramlar arasında kurulan bağlantılar hem geçerli hem de önemli ise her bir çapraz bağlantıya 10 puan verilmiştir. Ancak, kavramlar arasında geçerli olan fakat ilişkiler açısından özel bir anlam taşımayan çapraz bağlantılar için yalnızca 2 puan verilmiştir.
- **Örnekler:** Kavramlara bağlı ve geçerli bulunan her bir örnek için 1 puan verilmiştir.

Bu şekilde yapılan puanlama, kavram haritasının bütünsel olarak değerlendirilmesine olanak tanımıştır.

Novak ve Gowin (1984) analiz yöntemine göre puanlandırılmış kavram haritalarına örnek olarak Şekil 3.8 ve Şekil 3.9’da verilmiştir.



Şekil 3.8. Öğrenci ‘Virüsler’ konusuyla ilgili kavram haritası örneği

Şekil 3.8’da yer alan kavram haritasını çizen öğrenciye 29 önerme için 29, 4 hiyerarşi seviyesi için 20 puan, çapraz bağlantı olmadığı için 0 puan, 13 örnek için 13 puan, toplamda 62 puan verilmiştir.

Öğrencilerin çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretimi sürecinde oluşturduğu modelleme etkinliklerinden sonra yazdığı öğrenci günlüklerinden de elde edilen veriler içerik analizi yöntemiyle yarı yapılandırılmış görüşme formundaki kodların bulunduğu kategorilere entegre edilmiştir. Nitel veri analizinde yoğun bir biçimde kullanılan içerik analizi yöntemleri tümevarım ve tümdengelim analiz olmak üzere iki kısımda incelenir (Ravindran, 2019). Tümevarımcı analiz verilerinden elde edilen kodlar ve temaların ortaya koyduğu ve bu doğrultuda yorumlanan bir yaklaşımdır (Yıldırım ve Şimşek, 2020). Bu çalışmada yarı yapılandırılmış görüşme formları ve öğrenci günlükleri gibi yazılı dökümanlardan elde edilen verilerin kodları ve temaları tümevarımcı bir analiz yöntemiyle değerlendirilmiştir.

3.9. Geçerlik ve Güvenirlik

Geçerlik, ölçülmek istenen özelliğin doğru, tutarlı ve hatalardan arındırılmış bir şekilde ölçülmesi anlamına gelir (Yalvaç-Arıcı ve Çetin, 2021). Bu çalışmada sosyobilimsel muhakeme yeteneği, alan bilgisi gelişimi, yazılı argümantasyon becerisi, ahlaki muhakeme becerisi ve epistemolojik inanç gelişimi olmak üzere beş temel başlık altında geçerlik ve güvenirlilik çalışmaları ele alınmıştır.

Modelleme ve argümantasyon etkinliklerinin geliştirilme sürecinde, içerik ve yapı açısından fen eğitimi alanında uzman araştırmacılardan görüş alınmış ve önerilen düzeltmeler doğrultusunda etkinliklerin son hali hazırlanmıştır. Ayrıca, bu etkinliklerden elde edilen nitel verilerin analizi sırasında, nitel araştırma yöntemlerine uygun geçerlik çalışmaları yapılmıştır. Lincoln ve Guba'nın (1985) belirttiği gibi, nitel araştırmalarda geçerlik sağlamak için veri çeşitliliği, derinlemesine veri toplama, uzman görüşüne başvurma ve uzun süreli etkileşim gibi yöntemlerden yararlanılmıştır.

Araştırmada, bir olguya dair farklı veri kaynakları kullanılarak, gözden kaçabilecek durumların farklı açılardan incelenmesine özen gösterilmiştir. Bu doğrultuda, sadece yarı yapılandırılmış görüşme formlarıyla sınırlı kalınmamış, aynı zamanda öğrenci günlükleri ve gözlem raporları da veri kaynağı olarak değerlendirilmiştir. Özellikle görüş formlarında tespit edilemeyen durumların, öğrenci günlükleri ve gözlem raporları yardımıyla açığa çıkarılması hedeflenmiştir. Creswell ve Miller'a (2000) göre, nitel araştırmalarda veri çeşitliliği sağlamak, verilerin geçerliğini artırmanın en etkili yollarından biridir.

Araştırmanın geçerliğini artırmak amacıyla, araştırma yöntemleri konusunda uzman kişilerden yapılan çalışmanın çeşitli yönlerden incelenmesi istenmiştir (Yıldırım ve Şimşek, 2008). Bu durum hem çalışmanın kalitesini yükseltmiş hem de ölçülmek istenen konuların kapsamına ilişkin sınırların belirlenmesine katkı sağlamıştır. Bu bağlamda, modelleme ve argümantasyon etkinliklerinin geliştirilmesi ve verilerin analizi sürecinde alan uzmanlarının fikirlerine başvurularak yapı ve kapsam geçerliliği sağlanmıştır. Ayrıca, kapsam belirleme sürecinde alan yazını tarayarak etkinlikler hazırlanmış ve bu etkinlikler pilot uygulamalarla test edilmiştir. Pilot uygulamalarda hedef kitleye yönelik etkinliklere ilişkin sorular sorulmuş ve geri bildirim alınmıştır.

Geçerliği sağlamanın bir diğer yöntemi olarak derinlemesine veri toplama süreci uygulanmıştır. Araştırmacı, öğretim ortamında uygulama sürecinin tamamına katılarak doğrudan veri toplama işlemini gerçekleştirmiştir. Aynı zamanda öğretmen olarak uygulamaları yürüten araştırmacı, katılımcı öğrencilerle birebir etkileşim kurmuş ve gerçekleşen tartışmaları birinci elden gözlemlemiştir. Bu süreç, derinlemesine veri toplamanın etkili bir şekilde gerçekleştirilmesine olanak sağlamıştır.

Nitel ölçeklerin uygulanması, verilerin toplanması ve analizi sürecinde elde edilen bulgular okuyucuya derinlemesine ve olabildiğince açık bir şekilde sunulmuştur. Burada araştırmanın kalitesinin artırılmasında araştırma süreci şeffaf bir biçimde aktarılması hedeflenmiştir (Yin, 2011). Bu nedenle araştırmada dış geçerlik için gerekli transfer edilebilirlik aşamaları yerine getirilmiştir.

Güvenirlik, bir test ya da ölçekten elde edilen sonuçların, ölçülen kavramsal yapıya dair olguyu doğru bir şekilde yansıtmayı ve farklı örneklem gruplarında, zamanlarda veya koşullarda benzer sonuçlara ulaşılması olarak tanımlanabilir (Çakmur, 2012). Bu araştırmada kullanılan nicel verilerin ve ölçeklerin güvenilirlik düzeyleri, iç tutarlılık katsayıları ile ilgili bölümlerde detaylı olarak sunulmuştur. Bununla birlikte, çok yöntemli bir araştırma niteliği taşıyan bu çalışmada nicel veri toplama yöntemlerinin yanı sıra nitel yöntemlerle de veriler elde edilmiştir.

Nitel araştırmalarda dış geçerliliği sağlamak amacıyla bazı önlemler alınmıştır (Yıldırım ve Şimşek, 2008). Bu önlemler arasında şunlar yer almaktadır: (1) Araştırma sürecinde öğretmen ve öğrencilerin rollerine ilişkin ayrıntılı ve derinlemesine açıklamalar yapılmıştır; (2) Veri toplama araçlarının kullanımı, veri toplama ve analiz süreçleri ile

verilerin değerlendirilmesi açık, detaylı ve şeffaf bir biçimde tanımlanmıştır; (3) İçerik analizi sırasında kodlama işlemi, alanında uzman iki araştırmanın aynı metni bağımsız olarak kodlamasıyla gerçekleştirilmiş ve sonuçlara son şekli verilmiştir.

Kodlama sürecine katılan her iki araştırmacı, Biyoloji öğreťmenlięi alanında doğent unvanına sahip olup fen eğitimi kapsamında sosyobilimsel konular, modelleme, araştırma-sorgulama ve bilimin doğası gibi alanlarda çalışmaları bulunan uzmanlardır. Bu uygulamalar, nitel araştırmanın güvenilirliğini artırmayı hedeflemiştir.



BÖLÜM IV: BULGULAR

Bu bölümde bulgular alt problemlere göre sırasıyla verilmiştir.

4.1. COVID-19 Bağlamında Çoklu modelleme Etkinlikleriyle Zenginleştirilmiş SBK Öğretimi İle Öğrencilerin Ahlaki Sorgulamadaki Gelişiminin Normal (Geleneksel) Öğretim ve Argümantasyon tabanlı SBK Öğretimiyle Karşılaştırılması

4.1.1. Değerleri belirleme testinden elde edilen bulgular

Değerleri Belirleme Testi (DBT) üç alt şema içermektedir. Bunlar sırasıyla *kişisel kazanç*, *normların korunması* ve *uzlaşım sonrası şemasıdır*. Sonraki bölümlerde öğrencilerin bu alt şemalardan aldıkları toplam puanlar ve yüzdeleri incelenecektir.

Farklı öğretim yöntemlerinin uygulandığı sınıflara ait DBT ile ilgili değişkenlerin betimleyici özellikleri Tablo 4.1, Tablo 4.2 ve Tablo 4.3'te verilmiştir.

Tablo 4.1. Çoklu Modelleme uygulamaları ile zenginleştirilmiş SBK öğretimi yapılan grubun DBT ile ilgili değişkenlerin Betimleyici Özellikleri

	Değişken	N	Ort	SS	95% Güven aralığı	
					Alt limit	Üst limit
Modelleme ağırlıklı SBK öğretimi	Ön test DBT puan ortalaması	26	18.85	2.13	14.44	23.26
	Son test DBT puan ortalaması	26	23.33	1.57	20.07	26.59

Çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretiminin yapıldığı sınıfa ait DBT ile ilgili değişkenlerin betimleyici özelliklerinin verildiği Tablo 4.1'de uygulama 26 öğrencinin katıldığı ön test ortalaması 18.85 iken son test ortalamasının 23.33 olarak artış gösterdiği görülmektedir.

Tablo 4.2. Argümantasyon tabanlı SBK Öğretimi yapılan grubun DBT ile ilgili Değişkenlerin Betimleyici Özellikleri

	Değişken	N	Ort	SS	95% Güven aralığı	
					Alt limit	Üst limit
Argümantasyon tabanlı SBK öğretimi	Ön test DBT puan ortalaması	28	20.00	1.62	16.64	23.35
	Son test DBT puan ortalaması	28	20.70	1.59	17.40	23.99

Argümantasyon tabanlı SBK öğretiminin yapıldığı sınıfa ait DBT ile ilgili değişkenlerin betimleyici özelliklerinin verildiği Tablo 4.2’de uygulama 28 öğrencinin katıldığı ön test ortalaması 20.00 iken son test ortalamasının 20.07 olarak değişiklik gösterdiği görülmektedir.

Tablo 4.3. Normal Öğretim yapılan grubun DBT ile ilgili Değişkenlerin Betimleyici Özellikleri

	Değişken	N	Ort	SS	95% Güven aralığı	
					Alt limit	Üst limit
Normal Öğretim	Ön test DBT puan ortalaması	30	23.51	2.36	18.66	28.37
	Son test DBT puan ortalaması	30	22.31	2.56	17.03	27.59

Mevcut öğretimin (Geleneksel/normal) öğretiminin yapıldığı sınıfa ait DBT ile ilgili değişkenlerin betimleyici özelliklerinin verildiği Tablo 4.3’te uygulama 30 öğrencinin katıldığı ön test ortalaması 23.51 iken son test ortalamasının 22.31 olarak değiştiği görülmektedir. Farklı öğretim yönteminin uygulandığı sınıfların DBT ön test ve son test puanlarının normal dağılım analizi Tablo 4.4’te gösterilmiştir.

Tablo 4.4. Farklı öğretim yöntemi kullanılan sınıfların DBT Ön Test-Son test puanlarının Normal Dağılım Gösterip Göstermediğini Belirlemek Amacıyla Yapılan Tek Örneklem Shapiro-Wilk Analiz Sonuçları

Grup	Değişken	N	Ort	SS	sd	p	Skewness	Skewness Standart hata	Kurtosis	Kurtosis standart hata
Modelleme sınıfı	Ön test	26	18.85	2.13	10.45	0.60	0.404	0.47	-0.09	0.91
	Son test	26	23.33	1.57	7.72	0.56	-0.14	0.47	-0.46	0.98
Argümantasyon Sınıfı	Ön Test	28	20.00	1.62	8.13	0.98	0.024	0.46	0.027	0.90
	Son test	28	20.70	1.59	7.98	0.06	0.714	0.46	0.023	0.90
Normal Öğretim Sınıfı	Ön test	30	23.51	2.36	12.27	0.14	-0.27	0.44	-0.88	0.87
	Son test	30	22.31	2.56	13.33	0.15	0.25	0.44	-1.13	0.87

Tablo 4.4’te de görüldüğü gibi çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretimi, Argümantasyon tabanlı SBK öğretimi ve normal öğretimin gerçekleştiği sınıflara ait ön test ve son testlerden elde edilen verilerde, $p > 0.05$ olduğundan normal dağılıma uygundur. Çoklu modelleme ile zenginleştirilmiş SBK öğretiminin uygulandığı sınıf, Argümantasyon tabanlı SBK öğretiminin uygulandığı sınıf ve normal öğretimin uygulandığı sınıfların ön test ve son testlerinin varyansları Tablo 4.5’te verilmiştir.

Tablo 4.5. Farklı Öğretim Yöntemleri Uygulanan Sınıfların DBT Ön Test-Son Test Puanlarının Levene's Testi Sonuçları

Değişken	p
DBT Ön Test	0.146
DBT Son test	0.063

Tablo 4.5'te verilen değerler $p > 0.05$ olduğundan grupların varyansları eşit sayılmıştır. Farklı öğretim yöntemlerinin uygulandığı sınıfların DBT ön test ve son test P puanlarının gruplara göre karşılaştırılması Tablo 4.6'da verilmiştir.

Tablo 4.6. Öğrencilerin son test DBT puanlarının (P puanı) gruplara göre dağılımı

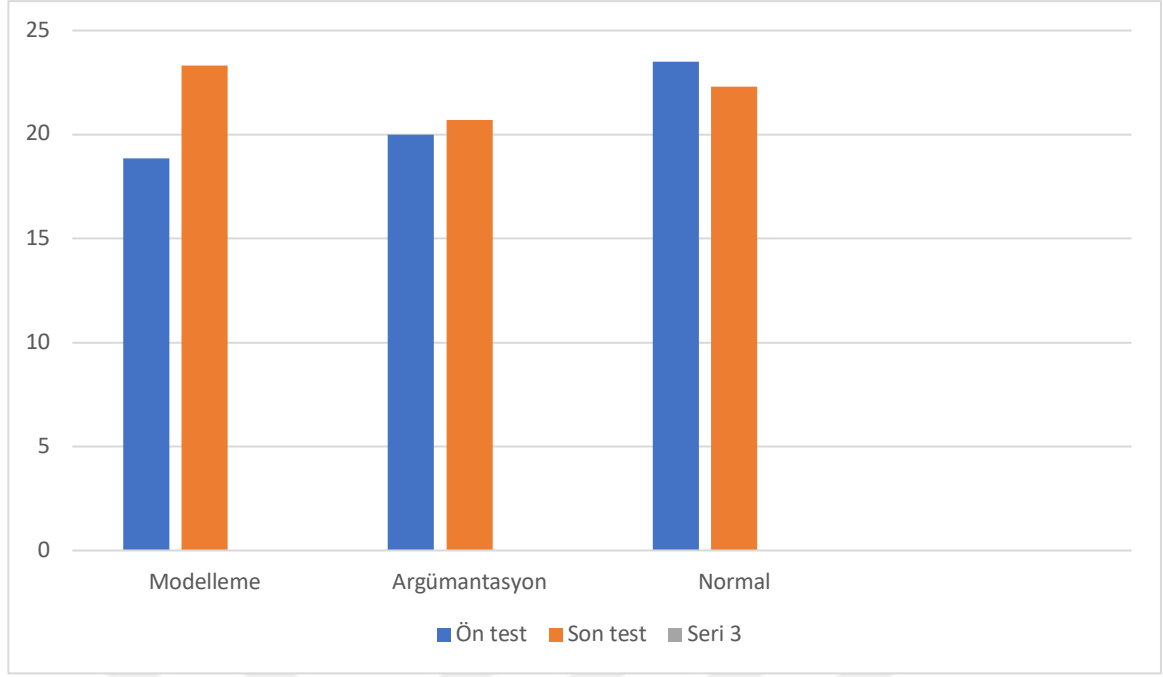
Gruplar	N	Ortalama Ortalama	Düzeltilmiş
Normal Öğretim	30	22.3	21.2
Argümantasyon tabanlı öğretim	28	20.7	21.1
Modelleme tabanlı SBK öğretimi	26	23.3	24.1

Tablo 4,6'da farklı öğretim yöntemlerinin uygulandığı sınıfların DBT'den elde edilen P puanlarının düzeltilmiş ortalamaları incelendiğinde Normal öğretimin uygulandığı sınıfa ait P puanı 21.2, Argümantasyon Tabanlı SBK öğretiminin uygulandığı sınıfa ait P puanı 21.1 iken çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretiminin uygulandığı sınıfa ait P puanı ise 24.1 olarak tespit edilmiştir. Düzeltilmiş son test P puanı ortalamalarına göre, öğrencilerin DBT puanları üzerine en fazla çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretim yöntemi (24.1), en az ise argümantasyon tabanlı SBK öğretim yönteminin (21.1) etkili olduğu gözlenmiştir.

Tablo 4.7. Yöntemin DBT üzerine etkisini belirlemeye yönelik yapılan ANCOVA analizi sonucu

Kaynak	Sd	Kareler ortalaması	F	p	Kısmi Eta Kare
Ön test	1	1366.256	15.969	.000	.182
Sınıf	2	73.983	.865	.425	.023
Hata	72	85.558			
Toplam	76				

Tablo 4.7'de de görüldüğü üzere araştırmaya katılan ve üç farklı öğretim yöntemi uygulanan öğrencilerin ön DBT puanlarına göre düzeltilmiş son test DBT puan ortalamaları arasında anlamlı farklılık yoktur ($F(2, 72) = .865$, $p = .425$). Bu sonuca göre, öğretim yönteminin *Ahlaki Sorgulamadaki Gelişim* üzerine etkisinin olmadığı söylenebilir. Yöntemin Ahlaki sorgulamadaki gelişim üzerine anlamlı bir etkisi yoktur.

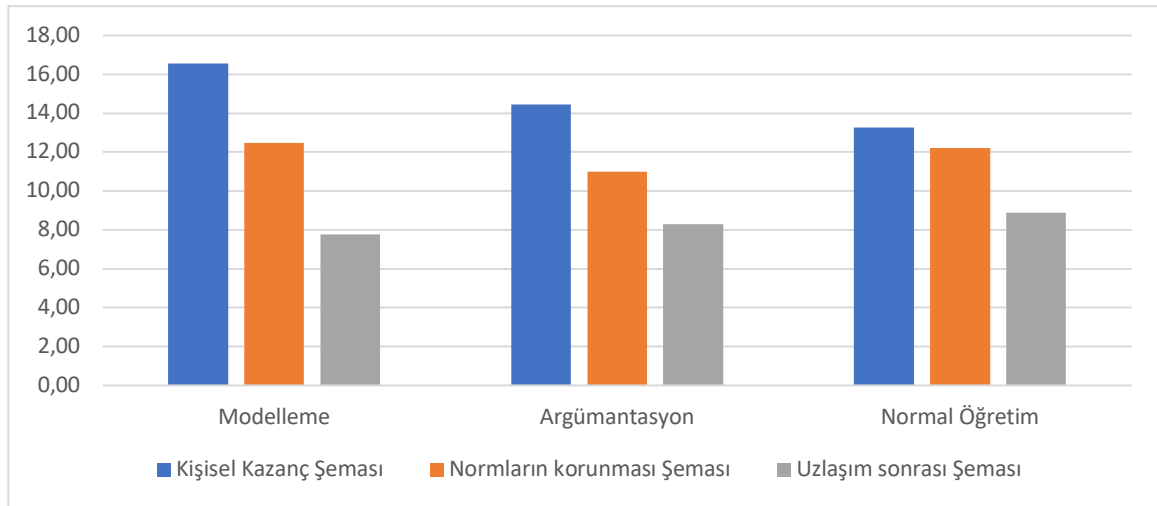


Grafik 4.1. DBT P Puanlarının sınıflara göre karşılaştırılması

Grafik 4.1’de Farklı öğretim yöntemlerinin uygulandığı sınıflara ait DBT’den elde edilen P Puanlarının karşılaştırılması verilmiştir. Buna göre grafik 4.1’de çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretiminin uygulandığı sınıfa ait DBT P puanının ön-son test arasındaki fark daha fazla olup diğer sınıflara oranla daha fazla artış olduğu gözlenmiştir.

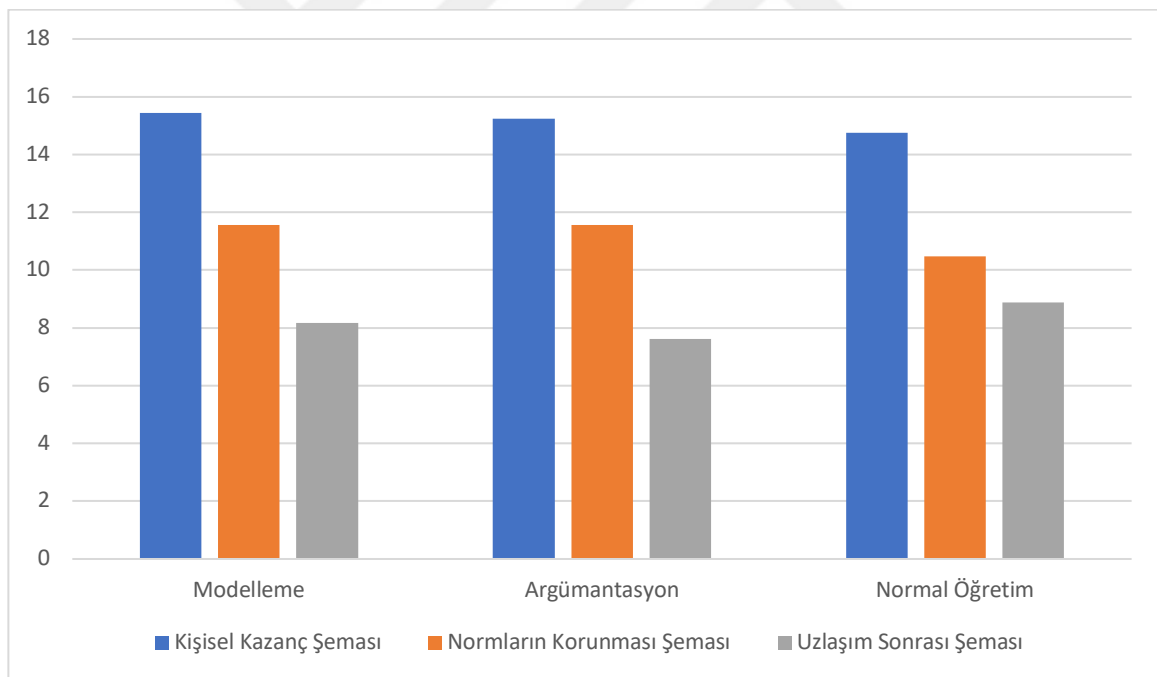
4.1.2. Farklı öğretim yöntemi uygulanan sınıfların ön test puan ortalamalarına göre kullandıkları şema düzeyleri

DBT’de ölçülmek istenen ahlaki sorgulamadaki gelişim, *kişisel kazanç*, *normların korunması ve uzlaşım sonrası şeması* olmak üzere 3 alt şemaya ayrılarak incelenmiştir. Bu alt boyutların DBT’den elde edilen ön test ve son test puan ortalamalarının gruplara göre karşılaştırılması Grafik 4.2 ve Grafik 4.3’te verilmiştir.



Grafik 4.2. DBT Ön test Puan Ortalamaları Grafiği

Grafik 4.2'ye göre farklı öğretim yöntemleri kullanılmadan önce öğrencilerin ön test puan ortalamalarına göre elde edilen veriler incelendiğinde, üç grupta da en çok *kişisel kazanç şeması* kullanılırken en az *uzlaşım sonrası şeması* kullanıldığı görülmüştür.



Grafik 4.3. DBT Son test Puan Ortalamaları

Grafik 4.3'e göre farklı öğretim yöntemleri kullanıldıktan sonra öğrencilerin son test puan ortalamalarına bakıldığında üç grupta, yine en fazla kullanılan *kişisel kazanç şeması* iken en az kullanılan şema ise *uzlaşım sonrası şeması* olmuştur. Bu durumda kullanılan farklı öğretim yöntemlerinin öğrencilerin en çok kullandıkları şema düzeyleri üzerinde bir etkisinin olmadığı görülmüştür.

4.1.3. Değerleri belirleme testinin alt şemalarının incelenmesi

Bu bölümde DBT’de ölçülmek istenen ahlaki sorgulamadaki gelişim, *kişisel kazanç, normların korunması ve uzlaşım sonrası şeması* olmak üzere ayrı ayrı 3 alt şemalar halinde incelenmiştir. Farklı öğretim yönteminin uygulandığı sınıflara ait DBT’nin alt şemaları ile ilgili değişkenlerin betimleyici özellikleri Tablo 4.8, Tablo 4.9 ve Tablo 4.10’da verilmiştir.

Tablo 4.8. Modelleme ile zenginleştirilmiş SBK Öğretimi yapılan grubun DBT şemaları ile ilgili Değişkenlerin Betimleyici Özellikleri

	Değişken	N	Ort	SS	95% Güven aralığı	
					Alt limit	Üst limit
Modelleme ağırlıklı SBK öğretimi	Ön test DBT Kişisel Kazanç Şeması	26	14.46	0.76	12.89	16.03
	Ön test DBT Normların Korunması Şeması	26	11.00	0.99	8.95	13.04
	Ön test DBT Uzlaşım Sonrası Şeması	26	8.30	0.63	6.99	9.62
	Son test DBT Kişisel Kazanç Şeması	26	15.23	0.79	13.59	16.86
	Son test DBT Normların Korunması Şeması	26	11.57	0.66	10.20	12.95
	Son test DBT Uzlaşım Sonrası Şeması	26	7.61	0.67	6.22	9.00

Tablo 4.8 incelendiğinde çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretiminin yapıldığı sınıfa ait ön test puan ortalamaları *kişisel kazanç şemasında* 14.46, *normların korunması şemasında* 11.00 iken *uzlaşım sonrası şemasında* ise 8.30 olarak tespit edilmiştir. Son test puan ortalamalarının alt boyutlara göre karşılaştırılması incelendiğinde *kişisel kazanç şemasında* 15.23, *normların korunması şemasında* 11.57 iken *uzlaşım sonrası şemasında* ise 7.61 olarak ölçülmüştür.

Tablo 4.9. Argümantasyon tabanlı SBK Öğretimi yapılan grubun DBT şemaları ile ilgili Değişkenlerin Betimleyici Özellikleri

	Değişken	N	Ort	SS	95% Güven aralığı	
					Alt limit	Üst limit
Argümantasyon tabanlı SBK öğretimi	Ön test DBT Kişisel Kazanç Şeması	28	16.60	0.86	14.83	18.37
	Ön test DBT Normların Korunması Şeması	28	12.64	0.96	10.66	14.62
	Ön test DBT Uzlaşım Sonrası Şeması	28	7.78	0.77	6.19	9.38
	Son test DBT Kişisel Kazanç Şeması	28	15.39	0.88	13.57	17.20
	Son test DBT Normların Korunması Şeması	28	12.00	1.20	9.51	14.48

Son test DBT Uzlaşım Sonrası Şeması	28	7.92	0.68	6.52	9.33

Tablo 4.9 incelendiğinde argümantasyon tabanlı SBK öğretiminin yapıldığı sınıfa ait ön test puan ortalamaları *kişisel kazanç şemasında* 16.60, *normların korunması şemasında* 12.64 iken *uzlaşım sonrası şemasında* ise 7.78 olarak ölçülmüştür. Son test puan ortalamalarının alt boyutlara göre karşılaştırılması incelendiğinde *kişisel kazanç şemasında* 15.39, *normların korunması şemasında* 12.00 iken *uzlaşım sonrası şemasında* ise 7.92 olarak ölçülmüştür.

Tablo 4.10. Normal Öğretim yapılan grubun DBT Şemaları ile ilgili Değişkenlerin Betimleyici Özellikleri

	Değişken	N	Ort	SS	95% Güven aralığı	
					Alt limit	Üst limit
Normal öğretimi	Ön test DBT Kişisel Kazanç Şeması	30	13.55	1.06	11.37	15.73
	Ön test DBT Normların Korunması Şeması	30	11.79	1.08	9.57	14.01
	Ön test DBT Uzlaşım Sonrası Şeması	30	9.00	0.89	7.16	10.83
	Son test DBT Kişisel Kazanç Şeması	30	14.82	1.03	12.70	16.95
	Son test DBT Normların Korunması Şeması	30	10.27	0.89	8.44	12.11
	Son test DBT Uzlaşım Sonrası Şeması	30	9.20	0.92	7.30	11.10

Tablo 4.10 incelendiğinde mevcut öğretimin (normal/geleneksel) öğretiminin yapıldığı sınıfa ait ön test puan ortalamaları *kişisel kazanç şemasında* 13.55, *normların korunması şemasında* 11.79 iken *uzlaşım sonrası şemasında* ise 9.00 olarak tespit edilmiştir. Son test puan ortalamalarının alt boyutlara göre karşılaştırılması incelendiğinde *kişisel kazanç şemasında* 14.82, *normların korunması şemasında* 10.27 iken *uzlaşım sonrası şemasında* ise 9.20 olarak ölçülmüştür.

4.1.3.1. DBT Kişisel Kazanç Şema Puanı ile ilgili Bulgular

Üç farklı öğretim yönteminin uygulandığı üç ayrı grubun ahlaki sorgulamadaki gelişimini incelemek amacıyla yapılan DBT'den elde edilen verilere göre grupların *kişisel kazanç*

şeması ön test ve son test puanlarının normal dağılım gösterip göstermediğine bakılmıştır. Bu durumda üç ayrı grubun normallik değerleri Tablo 4.11’de verilmiştir.

Tablo 4.11. DBT Kişisel Kazanç Şeması Ön Test-Son test puanlarının Normal Dağılım Gösterip Göstermediğini Belirlemek Amacıyla Yapılan Tek Örneklem Shapiro-Wilk Analiz Sonuçları

Grup	Değişken	N	Ort	SS	sd	p	Skewness	Skewness Standart hata	Kurtosis	Kurtosis standart hata
Modelleme sınıfı	Ön test	26	14.46	0.76	3.89	0.02	0.535	0.45	-0.71	0.88
	Son test	26	15.43	0.79	4.05	0.05	-0.302	0.45	-0.32	0.88
Argümantasyon Sınıfı	Ön Test	28	16.60	0.86	4.56	0.94	-0.204	0.44	-0.74	0.85
	Son test	28	15.23	0.88	4.67	0.96	0.149	0.44	-0.82	0.85
Normal Öğretim Sınıfı	Ön test	30	13.46	1.03	5.64	0.97	0.211	0.42	-0.22	0.83
	Son test	30	14.75	1.00	5.48	0.94	0.290	0.42	-0.87	0.83

Tablo 4.11’de verilen veriler incelendiğinde her üç gruptaki $p > 0.05$ olduğundan normal dağılıma uygundur. Çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretiminin uygulandığı sınıf, Argümantasyon tabanlı SBK öğretiminin uygulandığı sınıf ve normal öğretimin uygulandığı sınıfların ön test ve son testlerinin varyansları Tablo 4.12’de verilmiştir.

Tablo 4.12. Farklı Öğretim Yöntemleri Uygulanan Sınıfların DBT Kişisel Kazanç Şeması Ön Test-Son Test Puanlarının Levene’s Testi Sonuçları

Değişken	p
Ön test DBT Kişisel Kazanç Şeması	0.221
Son test DBT Kişisel Kazanç Şeması	0.178

Tablo 4.12’de verilen değerler $p > 0.05$ olduğundan grupların varyansları eşit sayılır. Farklı öğretim yöntemlerinin uygulandığı sınıfların DBT Kişisel Kazanç Şeması düzeltilmiş son test puan ortalamalarının karşılaştırılması ise Tablo 13’te verilmiştir.

Tablo 4.13. Grupların kişisel kazanç puan ortalamalarına göre dağılımı

Gruplar	N	Ort	Düzeltilmiş ortalama
Modelleme	26	15.43	15.24
Argümantasyon	28	15.23	15.34
Normal	30	14.75	14.82

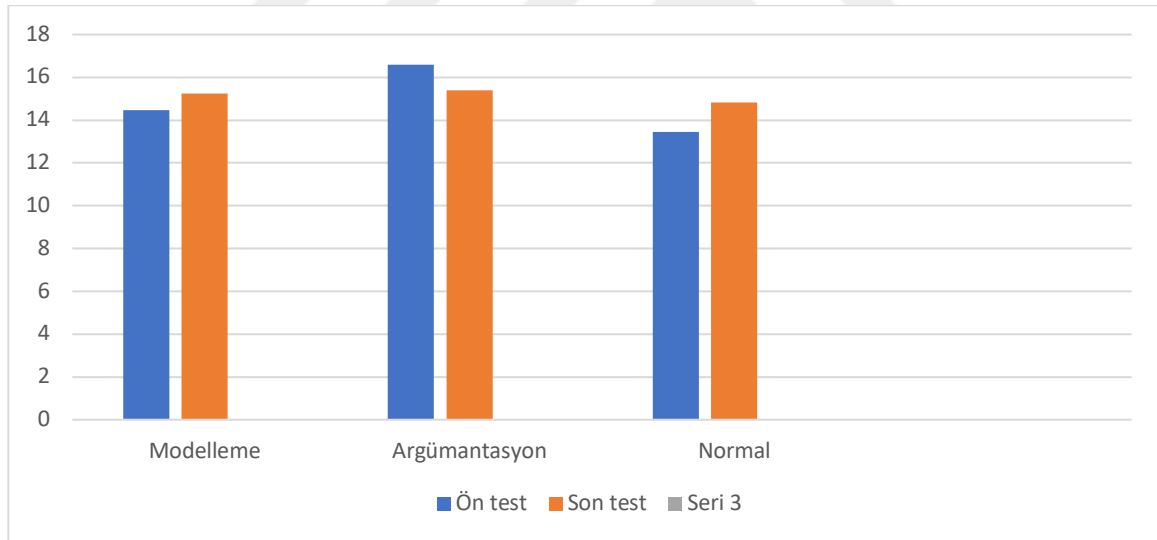
Düzeltilmiş son test ortalamalarına göre, kullanılan öğretim yönteminin ahlaki gelişimin kişisel kazanç şeması puan ortalamaları birbirine yakın değerler olduğu görülmüştür. Bu

değerler arasında anlamlı bir farklılığın olup olmadığını belirlemek amacıyla ANCOVA analizi yapılmıştır. ANCOVA analizi sonuçları Tablo 4.14'te gösterilmiştir.

Tablo 4.14. Yöntemin DBT kişisel kazanç şeması puan ortalamalarına etkisini belirlemeye yönelik yapılan ANCOVA analizi sonucu

Kaynak	Sd	Kareler ortalaması	F	p	Kısmi Eta Kare
Ön Test	1	4.855	0.208	0.918	0.03
Sınıf	2	2.005	0.86		0.02
Hata	80	23.330			
Toplam	84				

Tablo 4.14'e göre araştırmaya katılan ve üç farklı öğretim yöntemi uygulanan öğrencilerin ön testlerine göre düzeltilmiş son test puan ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık yoktur ($F(2, 80)=0.86$, $p=.918$). Bu sonuca göre, öğretim yönteminin ahlaki gelişimin kişisel kazanç şemasına etkisinin olmadığı söylenebilir. DBT'den elde edilen verilere göre üç grubun '*kişisel kazanç şeması*' puan ortalamalarının karşılaştırıldığı Grafik 4.4 aşağıda sunulmuştur.



Grafik 4.4. DBT Kişisel Kazanç Şeması Puanlarının sınıflara göre karşılaştırılması

Grafik 4.4'e göre farklı öğretim yöntemleri kullanılan sınıflarda DBT *Kişisel Kazanç Şemasına* ait puanlarda çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretimi ile normal öğretimin uygulandığı sınıflara ait puanlarda bir miktar artış gözlenirken argümantasyon tabanlı SBK öğretiminin uygulandığı sınıfta ise artış olmadığı görülmüştür.

4.1.3.2. DBT Normların korunması Şeması ile ilgili Bulgular

Üç farklı öğretim yönteminin uygulandığı sınıflarda ahlaki sorgulama gelişimini ölçmek amacıyla yapılan DBT'nin *Normların korunması şemasına* ait veriler aşağıda sunulmuştur. Bu şemaya ait puanların normal dağılım gösterip göstermediğine bakılmış olup değerler Tablo 4.15'te verilmiştir.

Tablo 4.15. DBT Normların Korunması Ön Test-Son test puanlarının Normal Dağılım Gösterip Göstermediğini Belirlemek Amacıyla Yapılan Tek Örneklem Shapiro-Wilk Analiz Sonuçları

Grup	Değişken	N	Ort	SS	sd	p	Skewness	Skewness Standart hata	Kurtosis	Kurtosis standart hata
Modelleme sınıfı	Ön test	26	11.00	0.99	5.06	0.41	-0.210	0.45	-0.66	0.88
	Son test	26	11.57	0.66	3.40	0.03	0.518	0.45	0.09	0.88
Argümantasyon Sınıfı	Ön Test	28	12.64	0.96	5.10	0.94	-0.06	0.44	0.06	0.85
	Son test	28	12.00	1.20	6.40	0.07	0.215	0.44	-1.48	0.85
Normal Öğretim Sınıfı	Ön test	30	11.79	1.08	5.83	0.53	0.366	0.43	0.215	0.84
	Son test	30	10.27	0.89	4.82	0.28	0.257	0.43	-0.288	0.84

Tablo 4.15'te verilen veriler her üç gruptaki *Normların korunması şemasına* ait puanlarda $p > 0.05$ olduğundan normal dağılıma uygun olduğu görülmüştür. Çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretiminin, Argümantasyon tabanlı SBK öğretiminin ve normal öğretimin uygulandığı sınıfların ön test ve son testlerinin varyans değerleri ise Tablo 4.16'da verilmiştir.

Tablo 4.16. Farklı Öğretim Yöntemleri Uygulanan Sınıfların DBT Kişisel Kazanç Şeması Ön Test-Son Test Puanlarının Levene's Testi Sonuçları

Değişken	p
Ön test DBT Normların Korunması Şeması	0.606
Son test DBT Normların Korunması Şeması	0.071

Tablo 4.16'da verilen değerlerde Ön test DBT puanı ile Son test DBT puanı $p > 0.05$ olduğundan grupların varyansları eşit sayılmıştır. Farklı öğretim yöntemlerinin uygulandığı sınıfların DBT *Normların Korunması Şeması* son test puan ortalamalarının karşılaştırıldığı Tablo 4.17 aşağıda sunulmuştur.

Tablo 4.17. Grupların normların korunması şeması puan ortalamalarına göre dağılımı

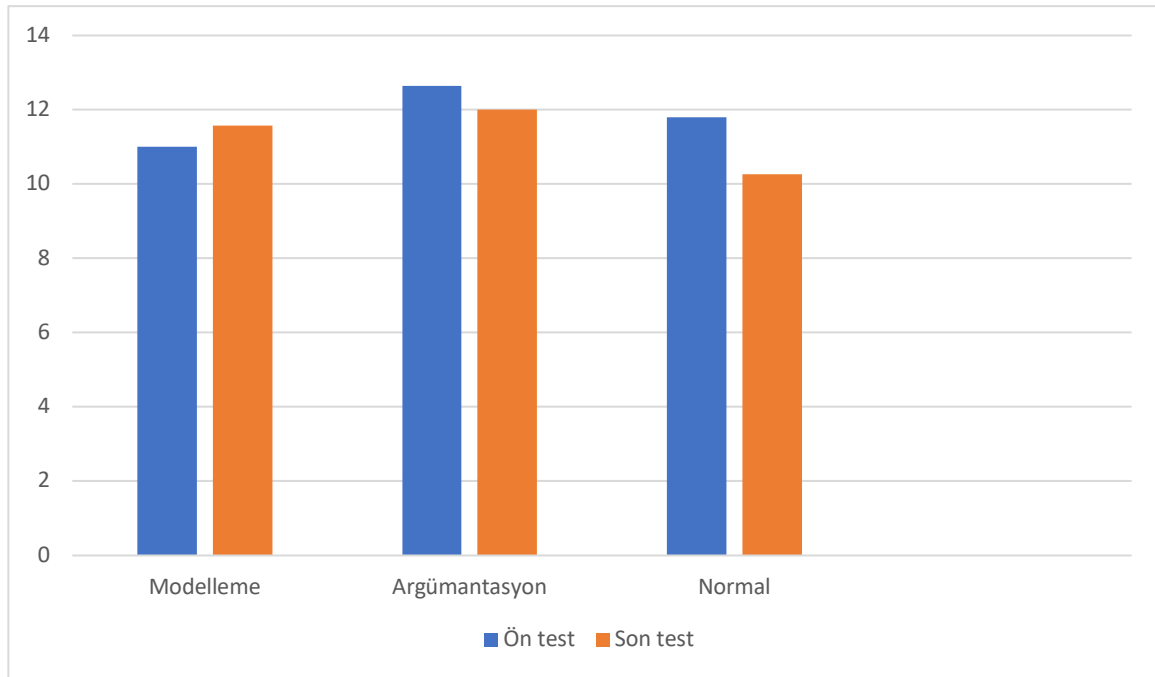
Gruplar	N	Ort	Düzeltilmiş ortalama
Modelleme	26	11.70	11.55
Argümantasyon	28	11.57	11.71
Normal	30	10.48	10.48

Tablo 4.17'ye göre farklı öğretim yöntemlerinin uygulandığı üç gruba ait düzeltilmiş son test ortalamalarına göre, kullanılan öğretim yönteminin ahlaki gelişimin *Normların Korunması şeması* puan ortalamaları Çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretiminin uygulandığı sınıfa ait düzeltilmiş puan ortalaması 11.55, Argümantasyon temelli SBK öğretiminin uygulandığı sınıfa ait düzeltilmiş puan ortalaması 11.57 iken normal öğretimin uygulandığı sınıfa ait düzeltilmiş puan ortalaması ise 10.48 olarak ölçülmüştür. Elde edilen bu puanların gruplar arasında anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğini belirlemek amacıyla yapılan ANCOVA analizi Tablo 4.18'de verilmiştir.

Tablo 4.18. Yöntemin normların korunması şeması puan ortalamalarına etkisini belirlemeye yönelik yapılan ANCOVA analizi sonucu

Kaynak	Sd	Kareler ortalaması	F	p	Kısmi Eta Kare
Ön Test	1	1.400	0.053	0.801	0.001
Sınıf	2	12.389	0.473		0.012
Hata	79	26.177			
Toplam	83				

Tablo 4.18'e göre araştırmaya katılan ve üç farklı öğretim yöntemi uygulanan öğrencilerin ön testlerine göre düzeltilmiş son test puan ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık yoktur ($F(2, 79)=0.473$, $p=.801$). Bu sonuca göre, öğretim yönteminin ahlaki gelişimin normların korunması şemasına etkisinin olmadığı söylenebilir. Üç gruba ait ahlaki sorgulamanın *Normların korunması şemasına* ait ön test ve son test puanların gruplara göre karşılaştırılması Grafik 4.5 'te verilmiştir.



Grafik 4.5. DBT Normların Korunması Şeması Puanlarının sınıflara göre karşılaştırılması

Grafik 4.5'te görüldüğü üzere DBT *Normların korunması şeması* puanlarının Çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretiminin uygulandığı sınıfta bir miktar artış görülürken argümantasyon tabanlı SBK öğretiminin ve normal öğretimin uygulandığı sınıflarda belirgin bir artış olmadığı görülmüştür.

4.1.3.3. DBT Uzlaşım sonrası Şeması ile İlgili Bulgular

Üç farklı öğretim yönteminin uygulandığı üç ayrı grubun ahlaki sorgulamadaki gelişimini incelemek amacıyla yapılan DBT'den elde edilen verilere göre grupların uzlaşım sonrası şeması ön test ve son test puanlarının normal dağılım gösterip göstermediğine bakılmıştır. Elde edilen verilere göre üç ayrı grubun normallik değerleri Tablo 4.19'da verilmiştir.

Tablo 4.19. DBT Uzlaşım Sonrası Ön Test-Son test puanlarının Normal Dağılım Gösterip Göstermediğini Belirlemek Amacıyla Yapılan Tek Örneklem Shapiro-Wilk Analiz Sonuçları

Grup	Değişken	N	Ort	SS	sd	p	Skewness	Skewness Standart hata	Kurtosis	Kurtosis standart hata
Modelleme sınıfı	Ön test	26	7.61	0.63	3.25	0.97	-0.170	0.45	-0.04	0.88
	Son test	26	8.30	0.67	3.43	0.51	0.226	0.45	0.21	0.88
Argümantasyon Sınıfı	Ön Test	28	7.78	0.77	4.11	0.56	0.299	0.44	-0.33	0.85
	Son test	28	7.92	0.68	3.63	0.39	-0.25	0.44	-0.49	0.85
Normal Öğretim Sınıfı	Ön test	30	8.80	0.88	4.85	0.04	0.54	0.42	-0.61	0.83
	Son test	30	9.06	0.90	4.97	0.22	0.27	0.42	-0.91	0.83

Tablo 4.19 incelendiğinde üç gruba ait DBT *Uzlaşım sonrası şeması* ön test son test puanlarının Saphiro-Wilk sonuçları $p>0.05$ olduğundan normal dağılıma uygun olduğu belirlenmiştir. Çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretiminin uygulandığı sınıf, Argümantasyon tabanlı SBK öğretiminin uygulandığı sınıf ve normal öğretimin uygulandığı sınıfların ön test ve son test varyanslarını ölçmek için yapılan Levene's testi sonuçları Tablo 4.20'de verilmiştir.

Tablo 4.20. Farklı Öğretim Yöntemleri Uygulanan Sınıfların DBT Uzlaşım Sonrası Şeması Ön Test-Son Test Puanlarının Levene's Testi Sonuçları

Değişken	p
Ön test DBT Uzlaşım Sonrası Şeması	0.196
Son test DBT Uzlaşım Sonrası Şeması	0.063

Tablo 4.20'e göre ön test ve son test DBT *uzlaşım sonrası şemasına* ait varyans değerleri $p>0.05$ olduğundan grupların varyansları eşit sayılmıştır. Farklı öğretim yöntemlerinin uygulandığı sınıfların *DBT Uzlaşım sonrası şeması* son test puan ortalamalarının karşılaştırıldığı Tablo 4.21 aşağıda verilmiştir.

Tablo 4.21. Grupların normların korunması şeması puan ortalamalarına göre dağılımı

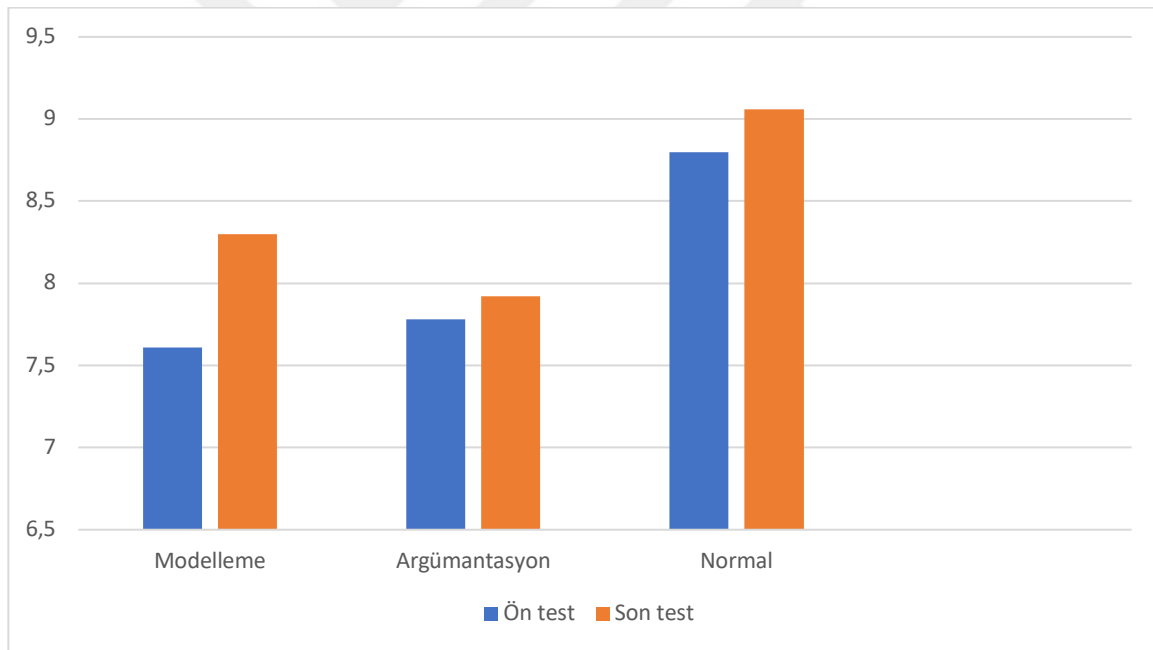
Gruplar	N	Ort	Düzeltilmiş ortalama
Modelleme	26	8.16	8.74
Argümantasyon	30	7.61	8.30
Normal	28	8.89	7.61

Tablo 4.21 incelendiğinde üç gruba ait düzeltilmiş son test ortalamalarına göre, çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretiminin uygulandığı sınıfa ait düzeltilmiş son test ortalaması 8.74, argümantasyon tabanlı SBK öğretiminin uygulandığı sınıfa ait düzeltilmiş son test puan ortalaması 8.30 iken normal öğretimin uygulandığı sınıfa ait düzeltilmiş son test ortalama puanı 7.61 olarak ölçülmüştür. Bu durumda çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretiminin uygulandığı sınıfta DBT uzlaşım sonrası şemasına ait puan ortalaması en fazla iken normal öğretimin uygulandığı sınıfta bu değer en düşük seviyede olduğu görülmüştür. DBT uzlaşım sonrası şemasına ait düzeltilmiş ortalama puanların öğretim yöntemine göre anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğini belirlemek amacıyla ANCOVA analizi yapılmıştır. Öğretim yönteminin DBT uzlaşım sonrası şeması puan ortalamalarına etkisini belirlemeye yönelik yapılan ANCOVA analizi Tablo 4.22'de verilmiştir.

Tablo 4.22. Yöntemin uzlaşım sonrası şeması puan ortalamalarına etkisini belirlemeye yönelik yapılan ANCOVA analizi sonucu

Kaynak	Sd	Kareler ortalaması	F	p	Kısmi Eta Kare
Ön Test Sınıf	1	85.255	5.272	0.585	0.062
Hata	2	8.729	0.540		0.013
Toplam	80	16.172			
	84				

Tablo 4.22 incelendiğinde ANCOVA analizi sonucunda araştırmaya katılan ve üç farklı öğretim yöntemi uygulanan öğrencilerin ön testlerine göre düzeltilmiş son test puan ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık yoktur ($F(2, 80)=0.540$, $p=.585$). Bu sonuca göre, çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretiminin öğrencilerin ahlaki gelişimin *uzlaşım sonrası şemasına* etkisinin olmadığı söylenebilir. DBT uzlaşım sonrası şemasına ait puan ortalamalarının gruplara göre karşılaştırılması Grafik 4.6’da verilmiştir.



Grafik 4.6. DBT Uzlaşım Sonrası Şeması Puanlarının sınıflara göre karşılaştırılması

Grafik 4.6 incelendiğinde DBT *uzlaşım sonrası şeması* puanlarının çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretiminin uygulandığı sınıfta ön test ve son test arasındaki artışın daha fazla olduğu görülmüştür. Argümantasyon tabanlı SBK öğretiminin uygulandığı sınıfta da artış olduğu ancak diğer gruplara oranla bu artışın daha az olduğu belirlenmiştir.

4.1.4. COVID-19 Bağlamında Çoklu Modelleme Uygulamalarıyla Zenginleştirilmiş SBK Öğretimi ile Öğrencilerin Sosyobilimsel Muhakeme Yeteneklerinin Gelişiminin Argümantasyon tabanlı SBK Öğretimi ve Normal (geleneksel) Öğretimle Karşılaştırma

4.1.4.1. Sosyobilimsel muhakeme yeteneği ölçeğinden elde edilen bulgular

Sosyobilimsel Muhakeme Yeteneği Ölçeği dört alt boyut içermektedir. Bunlar sırasıyla *karmaşıklık*, *bakış açısı*, *sorgulama* ve *şüpheciliktir*. Sonraki bölümlerde öğrencilerin bu alt boyutlardan aldıkları toplam puanlar ve yüzdeleri incelenecektir.

Sosyobilimsel Muhakeme Yeteneği Ölçeği ile ilgili değişkenlerin betimleyici özellikleri Tablo 4.23, Tablo 4.24 ve Tablo 4.24'te verilmiştir.

Tablo 4.23. Modelleme ile zenginleştirilmiş SBK Öğretimi yapılan grubun Sosyobilimsel Muhakeme Yeteneği ölçeği ile ilgili Değişkenlerin Betimleyici Özellikleri

	Değişken	N	Ort	SS	95% Güven aralığı	
					Alt limit	Üst limit
Modelleme ağırlıklı SBK öğretimi	Ön test ortalama puan	26	10.46	0.62	9.16	11.75
	Son test ortalama puan	26	17.76	0.84	16.02	19.51

Tablo 4.23'e göre çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretiminin uygulandığı sınıfa ait Sosyobilimsel muhakeme yeteneği ölçeğinden elde edilen ön test puan ortalaması 10.46 iken, son test puan ortalaması 17.76 olarak ölçülmüştür.

Tablo 4.24. Argümantasyon tabanlı SBK Öğretimi yapılan grubun Sosyobilimsel Muhakeme Yeteneği ölçeği ile ilgili Değişkenlerin Betimleyici Özellikleri

	Değişken	N	Ort	SS	95% Güven aralığı	
					Alt limit	Üst limit
Argümantasyon tabanlı SBK öğretimi	Ön test DBT puan ortalaması	28	10.82	0.84	9.08	12.56
	Son test DBT puan ortalaması	28	19.10	1.00	17.03	21.17

Tablo 4.24 incelendiğinde argümantasyon tabanlı SBK öğretiminin uygulandığı sınıfa ait Sosyobilimsel muhakeme yeteneği ölçeğinden elde edilen ön test puan ortalaması 10.82 iken, son test puan ortalaması 19.10 olarak artış göstermiştir.

Tablo 4.25. Normal Öğretim yapılan grubun Sosyobilimsel Muhakeme Yeteneği ölçeği ile ilgili Değişkenlerin Betimleyici Özellikleri

	Değişken	N	Ort	SS	95% Güven aralığı	
					Alt limit	Üst limit
Normal Öğretim	Ön test					
	DBT puan ortalaması	30	16.03	0.71	14.57	17.48
	Son test					
	DBT puan ortalaması	30	16.40	0.79	14.78	18.01

Tablo 4.25 incelendiğinde normal öğretiminin uygulandığı sınıfa ait Sosyobilimsel muhakeme yeteneği ölçeğinden elde edilen ön test puan ortalaması 16.03 iken, son test puan ortalaması 16.40 olarak ölçülmüştür.

Farklı öğretim yönteminin uygulandığı sınıfların Sosyobilimsel Muhakeme Yeteneği Ölçeği ön test ve son test puanlarının normal dağılım gösterip göstermediğini anlamak amacıyla yapılan Shapiro-Wilk analizi Tablo 4.26’da sunulmuştur.

Tablo 4.26. Farklı öğretim yöntemi kullanılan sınıfların Sosyobilimsel Muhakeme Yeteneği Ölçeği Ön Test-Son test puanlarının Normal Dağılım Gösterip Göstermediğini Belirlemek Amacıyla Yapılan Tek Örneklem Shapiro-Wilk Analiz Sonuçları

Grup	Değişken	N	Ort	SS	sd	p	Skewness	Skewness Standart hata	Kurtosis	Kurtosis standart hata
Modelleme sınıfı	Ön test	26	10.46	0.62	3.20	0.03	0.146	0.456	-1.451	0.887
	Son test	26	17.76	0.84	4.32	0.19	-0.768	0.456	0.391	0.887
Argümantasyon Sınıfı	Ön Test	28	10.82	0.84	4.48	0.14	0.939	0.441	1.514	0.858
	Son test	28	19.10	1.00	5.34	0.74	-0.292	0.441	-0.570	0.858
Normal Öğretim Sınıfı	Ön test	30	16.03	0.71	3.89	0.08	0.751	0.427	0.910	0.833
	Son test	30	16.40	0.79	4.33	0.25	-0.221	0.427	0.300	0.833

Tablo 4.26’da görüldüğü üzere farklı öğretim yönteminin uygulandığı üç gruba ait veriler incelendiğinde $p > 0.05$ olduğundan normal dağılıma uygun olduğu belirlenmiştir. Çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretiminin uygulandığı sınıf, argümantasyon tabanlı SBK öğretiminin uygulandığı sınıf ve normal öğretimin uygulandığı

sınıfların ön test ve son testlerinin varyanslarını belirlemek amacıyla yapılan Levene's Testi Tablo 4.27'de verilmiştir.

Tablo 4.27. Farklı Öğretim Yöntemleri Uygulanan Sınıfların Sosyobilimsel Muhakeme Yeteneği Ölçeği Ön Test-Son Test Puanlarının Levene's Testi Sonuçları

Değişken	p
Sosyobilimsel muhakeme yeteneği ölçeği Ön Test	0.631
Sosyobilimsel muhakeme yeteneği ölçeği Son test	0.339

Tablo 4.27 incelendiğinde Sosyobilimsel Muhakeme Yeteneği ölçeğine ait ön test ve son test puanlarına ait $p > 0.05$ olduğundan grupların varyansları eşit sayıldığı varsayılmıştır. Farklı öğretim yöntemlerinin uygulandığı sınıfların ön test ve son test puanlarının karşılaştırılması Tablo 4.28'da verilmiştir.

Tablo 4.28. Öğrencilerin SBK yeteneklerine ait toplam puanlarının gruplara göre dağılımı

Gruplar	N	Ortalama	Düzeltilmiş Ortalama
Modelleme tabanlı öğretim	26	17.76	19.02
SBK tabanlı öğretim	28	19.10	20.15
Normal Öğretim	30	16.40	14.33

Tablo 4.28'e göre farklı öğretim yönteminin uygulandığı üç gruba ait düzeltilmiş son test ortalamaları incelendiğinde, öğrencilerin sosyobilimsel muhakeme yeteneklerinin gelişimi üzerine en fazla argümantasyon tabanlı SBK öğretiminin (20.15), en az ise normal öğretimin (14.33) etkili olduğu görülmüştür. Elde edilen bu değerlere göre, farklı öğretim yöntemlerinin uygulandığı sınıfların Sosyobilimsel Muhakeme Yeteneği açısından anlamlı bir fark olup olmadığını anlamak için ANCOVA analizi yapılmıştır. ANCOVA analizi sonuçları Tablo 4.29'da sunulmuştur.

Tablo 4.29. Öğretim Yönteminin SBK yeteneğinin gelişimi üzerine etkisini belirlemeye yönelik yapılan ANCOVA analizi sonucu

Kaynak	Sd	Kareler ortalaması	F	p	Kısmi Eta Kare
Ön test	1	442.146	26.390	.000	.248
Sınıf	2	195.334	11.659	.000	.226
Hata	80	16.754			
Toplam	84				

Tablo 4.29'a göre araştırmaya katılan ve üç farklı öğretim yöntemi uygulanan öğrencilerin ön testlerine göre düzeltilmiş son test puan ortalamaları arasında anlamlı farklılık vardır ($F(2, 80) = 11.659$, $p = .000$). Bu sonuca göre, öğretim yönteminin

Sosyobilimsel muhakeme yetenekleri üzerine etkisinin olduğu söylenebilir. Yöntemin başarı üzerine etkisi yüzde 22 düzeyindedir.

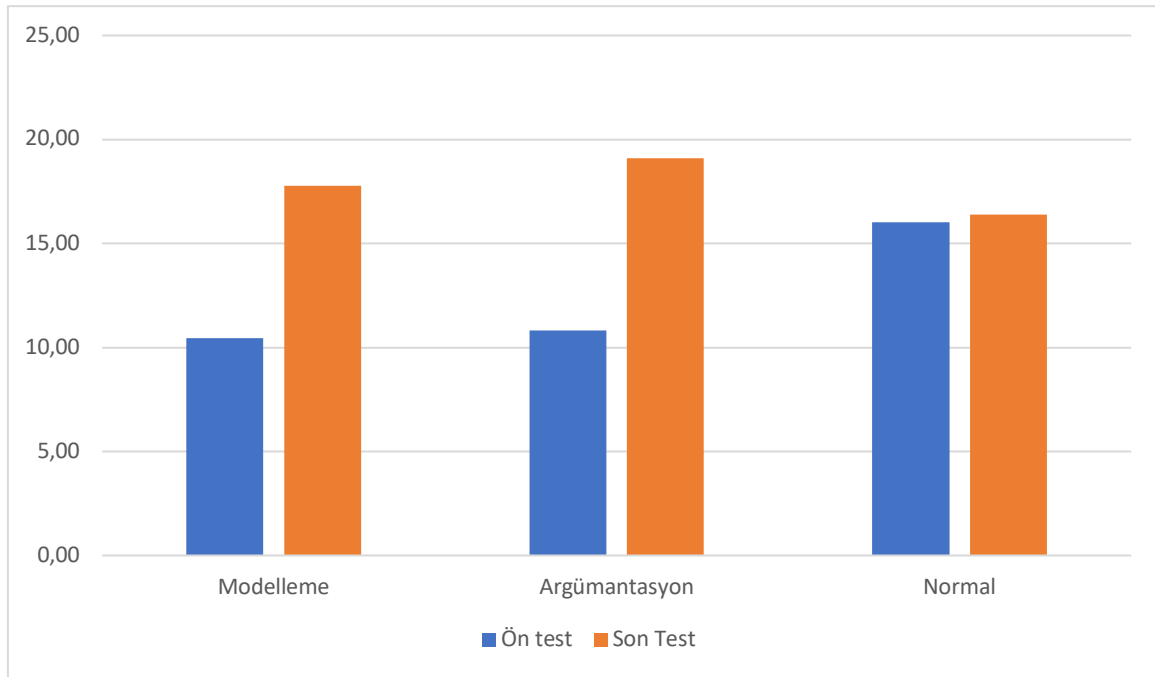
Farkın hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek amacıyla yapılan Bonferroni testi sonucuna göre, argümantasyon tabanlı SBK öğretimiyle öğrenen öğrencilerin puan ortalaması (20.151) ve çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretimiyle öğrenen öğrencilerin puan ortalaması (19.028), normal öğretim yöntemiyle öğrenenlerden (14.334) anlamlı derecede daha yüksektir ($p < 0.05$). Farkın hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek amacıyla yapılan Bonferroni testi sonuçları Tablo 4.30'da verilmiştir.

Tablo 4.30. Bonferroni Testine Ait Veriler

Sınıf	Sınıf	Mean Difference	Std. Error	Sig.	%95 Confidence Interval for Difference	
					Lower Bound	Upper Bound
Modelleme	Argümantasyon	-1.123	1.116	0.951	-3.851	1.605
	Normal	4.694	1.274	0.001	1.580	7.808
Argümantasyon	Modelleme	1.123	1.116	0.951	-1.605	3.851
	Normal	5.817	1.234	0.000	2.799	8.836
Normal	Modelleme	-4.694	1.274	0.001	-7.808	-1.580
	Argümantasyon	-5.817	1.234	0.000	-8.836	-2.799

Tablo 4.30 incelendiğinde çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretimi ile argümantasyon tabanlı SBK öğretiminin uygulandığı sınıflar arasında anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür ($p > 0.05$). Bunun yanında çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretimi ile argümantasyon tabanlı SBK öğretiminin normal öğretimle aralarında anlamlı bir fark olduğu görülmüştür ($p < 0.05$). Bu nedenle çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretimi ile argümantasyon tabanlı SBK öğretiminin normal öğretime kıyasla öğrencilerin sosyobilimsel muhakeme yeteneği gelişimi üzerinde olumlu bir etkisinin olduğu görülmüştür.

Sosyobilimsel Muhakeme yeteneği ölçeğinden elde edilen puan ortalamalarının gruplara göre karşılaştırılmasının sunulduğu Grafik 4.7 aşağıda verilmiştir.



Grafik 4.7. Sosyobilimsel Muhakeme Yeteneği Ölçeği Toplam Puanların sınıflara göre karşılaştırılması

Grafik 4.7’de farklı öğretim yöntemlerinin uygulandığı sınıfların sosyobilimsel muhakeme yeteneği ölçeğinden aldıkları toplam puanları sınıflara göre karşılaştırılması gösterilmiştir. Grafik 4.7’de de görüldüğü üzere çoklu modelleme uygulamaları ile zenginleştirilmiş SBK öğretiminin uygulandığı sınıftaki öğrencilerin ön test puan ortalaması 10.46 iken son test puan ortalaması 17.76 olmuştur. Argümantasyon tabanlı SBK öğretiminin uygulandığı sınıftaki öğrencilerin ön test puan ortalaması 10.82 iken son testte ortalama 19.10’e yükselmiştir. Normal öğretimin yapıldığı sınıfta ise öğrenciler ön testte 16.03 iken 16.40 şeklinde ölçülmüştür. Buna göre Modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretimi ile Argümantasyon tabanlı SBK öğretimi, öğrencilerin Sosyobilimsel muhakeme yeteneği puanlarında artış sağlamıştır. Normal öğretimin yapıldığı sınıfta ise ön test son test puanları arasında diğer öğretim yöntemlerine göre belirgin bir artış olmadığı görülmektedir.

4.1.5. Sosyobilimsel muhakeme ölçeği alt boyutlarının incelenmesi

4.1.5.1. Sosyobilimsel Muhakeme Yeteneği Ölçeği Karmaşıklık Alt Boyutu

Sosyobilimsel Muhakeme Yeteneği Ölçeği'nin dört alt boyutundan biri olan karmaşıklık alt boyutu, SBK'nın içsel karmaşıklığını anlamayı amaçlamaktadır. Bu alt boyuttan elde edilen toplam puanlar, öğrencilerin SBK'nın karmaşıklığını kavrayabilme becerileri hakkında bilgi sağlamaktadır. Karmaşıklık alt boyutuna ilişkin her iki senaryoda yer alan birinci ve ikinci sorulardan alınan toplam puanların, sınıflara göre karşılaştırılmasına dair sonuçlar Tablo 30'da sunulmuştur.

Tablo 4.31. Sosyobilimsel Muhakeme Ölçeği 'Karmaşıklık' alt boyutu Ön Test-Son test puanlarının Normal Dağılım Gösterip Göstermediğini Belirlemek Amacıyla Yapılan Tek Örneklem Shapiro-Wilk Analiz Sonuçları

Grup	Değişken	N	Ort	SS	sd	p	Skewness	Skewness Standart hata	Kurtosis	Kurtosis standart hata
Modelleme sınıfı	Ön test	26	2,61	0,31	1,60	0,92	0,437	0,456	-0,412	0,887
	Son test	26	3,92	0,42	2,15	0,95	0,055	0,456	-0,450	0,887
Argümantasyon Sınıfı	Ön Test	28	3,25	0,30	1,60	0,90	0,841	0,441	1,237	0,858
	Son test	28	4,92	0,27	1,43	0,91	-0,510	0,441	-0,560	0,858
Normal Öğretim Sınıfı	Ön test	30	3,63	0,31	1,71	0,94	-0,366	0,427	-0,366	0,833
	Son test	30	3,80	0,29	1,60	0,91	-0,721	0,427	0,293	0,833

Tablo 4.31 incelendiğinde her üç öğretim yönteminin uygulandığı sınıflara ait Sosyobilimsel muhakeme yeteneği ölçeğinin 'Karmaşıklık' alt boyutuna ilişkin Shapiro-Wilk analiz sonuçlarının $p > 0.05$ olduğundan normal dağılıma uygun olduğu belirlenmiştir. Çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretiminin uygulandığı sınıf, argümantasyon tabanlı SBK öğretiminin uygulandığı sınıf ve normal öğretimin uygulandığı sınıfların ön test ve son testlerinin varyanslarını belirlemek amacıyla yapılan Levene's Testi sonuçları Tablo 4.32'de verilmiştir.

Tablo 4.32. Farklı Öğretim Yöntemleri Uygulanan Sınıfların Sosyobilimsel Muhakeme Ölçeği 'Karmaşıklık' alt boyutu Ön Test-Son Test Puanlarının Levene's Testi Sonuçları

Değişken	p
Ön test Sosyobilimsel muhakeme ölçeği 'Karmaşıklık' alt boyutu	1.00
Son test Sosyobilimsel muhakeme ölçeği 'Karmaşıklık' alt boyutu	0.06

Tablo 4.32'de sosyobilimsel muhakeme ölçeğinin 'Karmaşıklık' alt boyutuna ait ön test ve son test sonuçları $p > 0.05$ olduğundan grupların varyansları eşit sayılmıştır. Farklı öğretim

yöntemlerinin uygulandığı sınıfların Sosyobilimsel Muhakeme Yeteneği Ölçeği ‘Karmaşıklık’ alt boyutu son test puanlarının gruplara göre karşılaştırılması Tablo 4.33’te verilmiştir.

Tablo 4.33. Öğrencilerin Son Test ‘Karmaşıklık’ Alt Boyutu Ortalama Puanlarının Gruplara Göre Dağılımı

Gruplar	N	Ortalama	Düzeltilmiş Ortalama
Modelleme tabanlı SBK öğretim	26	3.92	4.06
Argümantasyon tabanlı öğretim	28	4.92	4.91
Normal Öğretim	30	3.80	3.68

Tablo 4.33 incelendiğinde farklı öğretim yöntemlerinin uygulandığı sınıflara ait düzeltilmiş son test ortalamalarına göre, öğrencilerin sosyobilimsel muhakeme yeteneği ölçeğinin ‘Karmaşıklık’ alt boyutu puanları üzerine en fazla argümantasyon tabanlı SBK öğretiminin (4.91), en az ise normal öğretiminin (3.68) etkisi olduğu belirlenmiştir. Uygulanan farklı öğretim yönteminin öğrencilerin sosyobilimsel muhakeme yeteneğinin ‘Karmaşıklık’ alt boyutu üzerine anlamlı bir etkisinin olup olmadığını belirlemek amacıyla ANCOVA analizi yapılmıştır. Öğretim yönteminin sosyobilimsel muhakeme yeteneğinin ‘Karmaşıklık’ boyutu üzerine etkini belirlemeye yönelik yapılan ANCOVA analizi sonuçları Tablo 4.34’te verilmiştir.

Tablo 4.34. Yöntemin Karmaşıklık Boyutu Üzerine Etkisini belirlemeye yönelik yapılan ANCOVA Analizi Sonucu

Kaynak	Sd	Kareler ortalaması	F	p	Kısmi Eta Kare
Ön test	1	13.617	4.678	.034	.055
Sınıf	2	11.236	3.860	.025	.088
Hata	80	2.911			
Toplam	84				

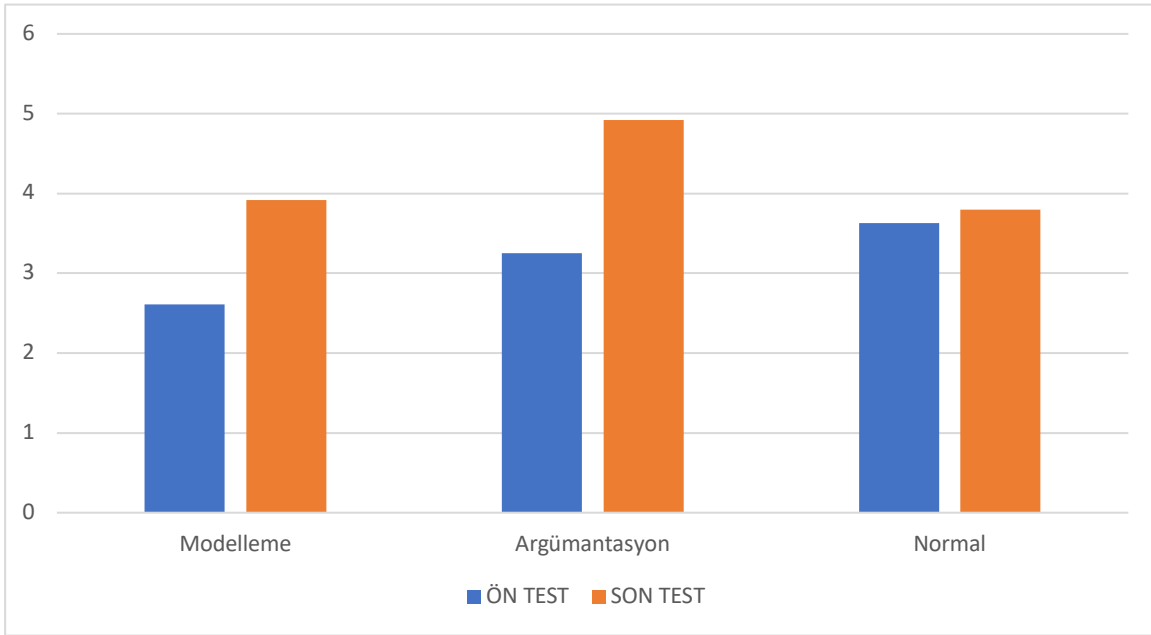
Tablo 4.34’e göre araştırmaya katılan ve üç farklı öğretim yöntemi uygulanan öğrencilerin ön test sosyobilimsel muhakeme yeteneği ölçeğinin ‘Karmaşıklık’ alt boyutu puanlarına göre düzeltilmiş son test puan ortalamaları arasında anlamlı farklılık vardır ($F(2, 80)=3.860$, $p=.025$). Bu sonuca göre, öğretim yönteminin Sosyobilimsel Muhakeme Ölçeğinin ‘Karmaşıklık’ alt boyutu üzerine etkisinin olduğu söylenebilir. Yöntemin ‘Karmaşıklık’ alt boyutu gelişimi üzerine anlamlı bir etkisi vardır.

Farkın hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek amacıyla yapılan Bonferroni testi sonucu Tablo 4.35'te gösterilmiştir. Argümantasyon tabanlı SBK öğretim yöntemiyle öğrenen öğrencilerin puan ortalaması (4.91), çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretim yöntemiyle öğrenen öğrencilerin puan ortalamasından (4.06) ve normal öğretim yöntemiyle öğrenen öğrencilerden (3.68) anlamlı derecede daha yüksektir ($p<0.05$).

Tablo 4.35. Bonferroni Testine Ait Veriler

Sınıf	Sınıf	Mean Difference	Std. Error	Sig.	%95 Confidence Interval for Difference	
					Lower Bound	Upper Bound
Modelleme	Argümantasyon	-0.847	0.470	0.227	-1.997	0.303
	Normal	0.377	0.472	1.000	-0.777	1.532
Argümantasyon	Modelleme	0.847	0.470	0.227	-0.303	1.997
	Normal	1.224	0.451	0.024	0.123	2.326
Normal	Modelleme	-0.377	0.472	1.000	-1.532	0.777
	Argümantasyon	-1.224	0.451	0.024	-2.326	-0.123

Tablo 4.35 incelendiğinde çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretimiyle ve argümantasyon tabanlı SBK öğretimiyle öğrenen gruplar arasında anlamlı bir fark vardır ($p>0.05$). Benzer şekilde çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretimi ile normal öğretim yönteminin uygulandığı sınıf ile aralarında anlamlı bir ilişkinin olduğu görülmektedir ($p>0.05$). Aynı durum argümantasyon tabanlı SBK öğretimi ile normal öğretim arasında da görülmüştür. Bu durumda argümantasyon tabanlı SBK öğretimi ile çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretiminin normal öğretime göre sosyobilimsel muhakeme yeteneğinin '*Karmaşıklık*' alt boyutu üzerinde anlamlı bir etkisi olduğu sonucuna varılabilir. Sosyobilimsel muhakeme yeteneği ölçeğinin '*Karmaşıklık*' alt boyutundan elde edilen puanların sınıflara göre karşılaştırılması Grafik 4.8'de verilmiştir.



Grafik 4.8. Karmaşıklık alt boyutuna ait ön ve son test toplam puanlarının sınıflara göre karşılaştırılması

Grafik 4.8’de öğrencilerin ‘*Karmaşıklık*’ alt boyutuna ait sorulara verdikleri cevaplara ait ön test ve son testte aldıkları puanların ortalamalarının sınıflara göre karşılaştırılması verilmiştir. Grafikte görüldüğü gibi çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretiminin gerçekleştiği sınıfta öğrencilerin ön test ortalama puanı 2,61 iken son testte 3,92 olmuştur. Argümantasyon tabanlı SBK öğretiminin uygulandığı sınıftaki öğrencilerin ön test ortalama puanı 3,25 olurken son testte 4,92 olmuştur. Normal öğretimin devam ettiği sınıfta ise öğrenciler ön testte ortalama 3,63 puan alırken son testte 3,80 puan almıştır.

4.1.5.2. Sosyobilimsel Muhakeme yeteneği Ölçeğinin Bakış Açısı alt boyutu

Sosyobilimsel Muhakeme Yeteneği Ölçeği’nin dört alt boyutundan biri olan *bakış açısı* alt boyutu, sorunları farklı perspektiflerden değerlendirebilme becerisini geliştirmeyi amaçlamaktadır. Bu alt boyuttan elde edilen toplam puanlar, öğrencilerin sorunlara birden fazla açıdan bakabilme yetileri hakkında bilgi sunmaktadır. *Bakış açısı* alt boyutuna ilişkin her iki senaryonun üçüncü ve dördüncü sorularından elde edilen verilere dair puanların normal dağılım gösterip göstermediğine Shapiro-Wilk analiz sonuçları Tablo 4.36’da verilmiştir.

Tablo 4.36. Sosyobilimsel Muhakeme Ölçeği ‘Bakış Açısı’ alt boyutu Ön Test-Son test puanlarının Normal Dağılım Gösterip Göstermediğini Belirlemek Amacıyla Yapılan Tek Örneklem Shapiro-Wilk Analiz Sonuçları

Grup	Değişken	N	Ort	SS	sd	p	Skewness	Skewness Standart hata	Kurtosis	Kurtosis standart hata
Modelleme sınıfı	Ön test	26	0.80	0.28	1.44	0.03	2.442	0.456	-0.412	0.887
	Son test	26	3.96	0.42	2.16	0.20	-0.229	0.456	-0.720	0.887
Argümantasyon Sınıfı	Ön Test	28	0.67	0.18	0.98	0.04	1.221	0.441	0.294	0.858
	Son test	28	3.78	0.43	2.28	0.16	0.083	0.441	-0.659	0.858
Normal Öğretim Sınıfı	Ön test	30	3.06	0.31	1.72	0.07	-0.154	0.427	-0.292	0.833
	Son test	30	2.60	0.32	1.79	0.03	0.152	0.427	-0.833	0.833

Tablo 4.36’da her üç gruba ait ön test ve son test puanlarının normal dağılım gösterip göstermediğini belirlemek amacıyla yapılan Shapiro-Wilk analiz sonucuna göre $p>0.05$ olduğu için normal dağılıma uygundur. Çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretiminin, argümantasyon tabanlı SBK öğretiminin ve normal öğretimin uygulandığı sınıfların ön test ve son testlerinin varyanslarını belirlemek amacıyla yapılan Levene’s Testi Tablo 4.37’de verilmiştir.

Tablo 4.37. Farklı Öğretim Yöntemleri Uygulanan Sınıfların Sosyobilimsel Muhakeme Ölçeği ‘Bakış Açısı’ alt boyutu Ön Test-Son Test Puanlarının Levene’s Testi Sonuçları

Değişken	p
Ön test Sosyobilimsel muhakeme ölçeği ‘Bakış Açısı’ alt boyutu	0.167
Son test Sosyobilimsel muhakeme ölçeği ‘Bakış Açısı’ alt boyutu	0.580

Tablo 4.37’de verilen sosyobilimsel muhakeme yeteneği ölçeğinin ‘Bakış Açısı’ alt boyutuna ait değerler $p>0.05$ olduğundan grupların varyansları eşit sayılmaktadır. Farklı öğretim yöntemlerinin uygulandığı sınıfların Sosyobilimsel Muhakeme Yeteneği Ölçeği ‘Bakış Açısı’ alt boyutuna ait son test puanlarının karşılaştırılması Tablo 4.38’de verilmiştir.

Tablo 4.38. Öğrencilerin Son Test Sosyobilimsel Muhakeme Yeteneği Ölçeğinin Bakış Açısı Alt Boyutu Verilerinin Gruplara Göre Dağılımı

Gruplar	N	Ortalama Ortalama	Düzeltilmiş
Modelleme tabanlı öğretim	26	3.96	4.17
SBK tabanlı öğretim	28	3.78	4.04
Normal Öğretim	30	2.60	2.17

Tablo 4.38’de farklı öğretim yönteminin uygulandığı üç gruba ait sosyobilimsel muhakeme yeteneği ölçeğinin ‘Bakış Açısı’ alt boyutunun düzeltilmiş son test ortalamalarına göre, öğrencilerin ‘Bakış Açısı’ alt boyutu üzerine en fazla çoklu modelleme uygulamalarıyla

zenginleştirilmiş SBK öğretim yöntemi (4.17), en az ise normal öğretim yönteminin (2.17) etkili olduğu belirlenmiştir. Öğretim yönteminin sosyobilimsel muhakeme ölçeğinin '*Bakış Açısı*' alt boyutu üzerinde anlamlı bir etkisinin olup olmadığını belirlemek amacıyla yapılan ANCOVA analizi sonuçları Tablo 4.39'da sunulmuştur.

Tablo 4.39. Öğretim Yöntemin Bakış Açısı Boyutu Üzerine Etkisini belirlemeye yönelik yapılan ANCOVA Analizi Sonucu

Kaynak	Sd	Kareler ortalaması	F	p	Kısmi Eta Kare
Ön test	1	13.285	3.148	.080	.038
Sınıf	2	22.227	5.26	.007	.116
Hata	80	4.220			
Toplam	84				

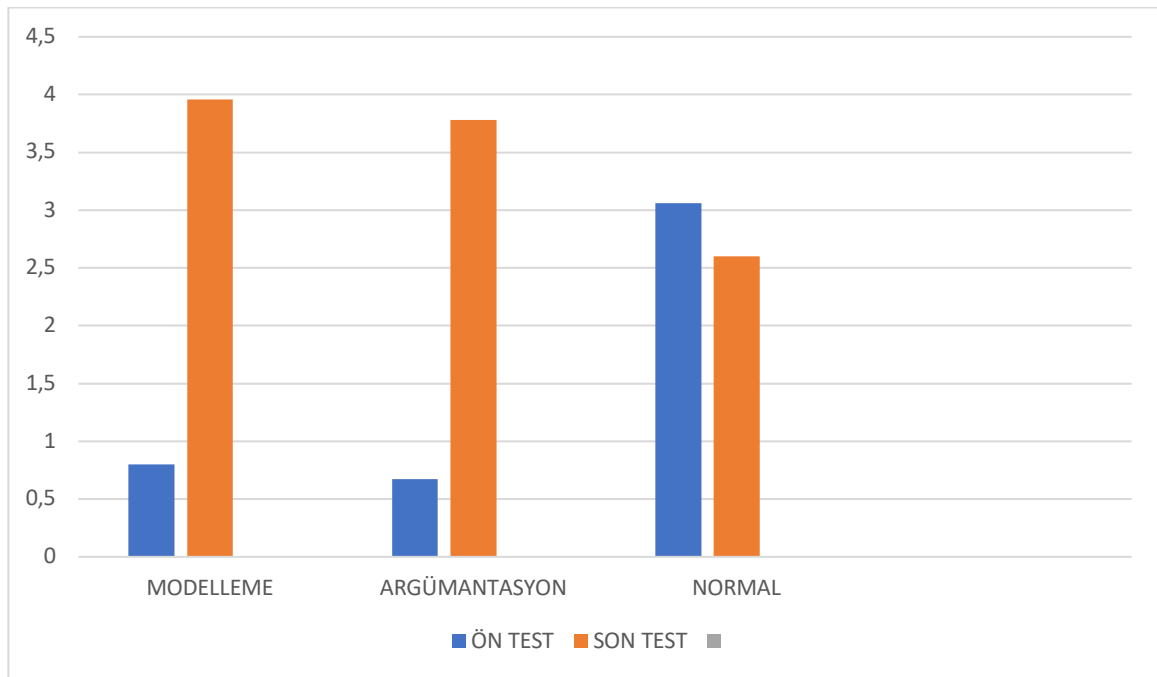
Tablo 4. 39 incelendiğinde araştırmaya katılan ve üç farklı öğretim yöntemi uygulanan öğrencilerin sosyobilimsel muhakeme yeteneği ölçeğinin '*Bakış Açısı*' boyutu ön test puanlarına göre düzeltilmiş son test puan ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık vardır ($F(2, 80)=4.220$, $p=.007$). Bu sonuca göre, öğretim yönteminin Sosyobilimsel Muhakeme Ölçeğinin '*Bakış Açısı*' alt boyutu üzerine etkisinin olduğu söylenebilir. Yöntemin *Bakış Açısı* alt boyutu gelişimi üzerine %11 oranında etkilidir.

Farkın hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek amacıyla yapılan Bonferroni testi sonucuna ait veriler Tablo 4.40'ta verilmiştir. Tabloya göre, çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretim yöntemiyle öğrenen öğrencilerin puan ortalaması (4.17), SBK tabanlı öğretim yöntemiyle öğrenen öğrencilerin puan ortalaması (4.04), normal öğretim yöntemiyle öğrenenlerden (2.17) anlamlı derecede daha yüksektir ($p<0.05$).

Tablo 4.40. Bonferroni Testine Ait Veriler

Sınıf	Sınıf	Mean Difference	Std. Error	Sig.	%95 Confidence Interval for Difference	
					Lower Bound	Upper Bound
Modelleme	Argümantasyon	0.139	0.560	1.000	-1.230	1.508
	Normal	2.004	0.659	0.010	0.393	3.616
Argümantasyon	Modelleme	-0.139	0.560	1.000	-1.508	1.230
	Normal	1.865	0.662	0.018	0.247	3.484
Normal	Modelleme	-2.004	0.659	0.010	-3.616	-0.393
	Argümantasyon	-1.865	0.662	0.018	-3.484	-0.247

Tablo 4.40 incelendiğinde çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretimi ile argümantasyon temelli SBK öğretimi arasında anlamlı bir farklılık olmadığı görülmektedir ($p>0.05$). Bunun yanında çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretimi ile normal öğretim arasında anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir ($p<0.05$). Argümantasyon tabanlı SBK öğretimi ile normal öğretim yönteminin uygulandığı sınıfa ait puan ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık olmadığı belirlenmiştir. Sosyobilimsel muhakeme yeteneğinin ‘Bakış Açısı’ alt boyutuna ait ön test ve son test puan ortalamalarının sınıflara göre karşılaştırılmasına ait Grafik 4.9 aşağıda sunulmuştur.



Grafik 4.9. Bakış Açısı alt boyutuna ait ön ve son test puan ortalamalarına sınıflara göre karşılaştırılması

Grafik 4.9’da öğrencilerin *bakış açısı* alt boyutuna ait sorulara verdikleri cevaplara ait ön test ve son testte aldıkları puanların ortalamasının sınıflara göre karşılaştırılması verilmiştir. Grafikte görüldüğü gibi çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretiminin uygulandığı sınıftaki öğrencilerin aldıkları puan ortalaması ön testte 0,80 iken son testte 3,96 olmuştur. Argümantasyon tabanlı SBK öğretiminde öğrenciler ön testte ortalama 0,67 puan alırken son testte 3,78 almıştır. Normal öğretimin devam ettiği sınıfta ise ön testte 3,06 alırken son testte 2,60 puan almıştır.

4.1.5.3. Sosyobilimsel Muhakeme Yeteneği Ölçeğinin ‘Sorgulama’ alt boyutu

Sosyobilimsel Muhakeme Yeteneği Ölçeği’nin dört alt boyutundan biri olan ‘Sorgulama’ alt boyutu, sosyobilimsel konuların (SBK) sürekli bir sorgulama sürecine tabi olduğunu kavramayı amaçlamaktadır. Bu alt boyuttan elde edilen toplam puanlar, öğrencilerin SBK’nın devam eden sorgulamaya açık olduğunu anlama becerileri hakkında bilgi sağlamaktadır. ‘Sorgulama’ alt boyutuna ilişkin her iki senaryoda yer alan beşinci, yedinci ve sekizinci sorulardan elde edilen verilere ilişkin normal dağılım analizi Tablo 4.41’de sunulmuştur.

Tablo 4.41. Sosyobilimsel Muhakeme Ölçeği ‘Sorgulama’ alt boyutu Ön Test-Son test puanlarının Normal Dağılım Gösterip Göstermediğini Belirlemek Amacıyla Yapılan Tek Örneklem Shapiro-Wilk Analiz Sonuçları

Grup	Değişken	N	Ort	SS	sd	p	Skewness	Skewness Standart hata	Kurtosis	Kurtosis standart hata
Modelleme sınıfı	Ön test	26	3.69	0.36	1.87	0.20	0.526	0.456	-0.086	0.887
	Son test	26	6.00	0.46	2.34	0.06	-0.02	0.456	-0.943	0.887
Argümantasyon Sınıfı	Ön Test	28	3.03	0.34	1.81	0.10	0.103	0.441	-0.645	0.858
	Son test	28	5.17	0.39	2.07	0.02	0.468	0.441	-0.522	0.858
Normal Öğretim Sınıfı	Ön test	30	4.93	0.38	2.13	0.95	-0.021	0.427	-0.984	0.833
	Son test	30	5.06	0.40	2.22	0.08	-0.090	0.427	-0.229	0.833

Tablo 4.41’de farklı öğretim yönteminin uygulandığı üç gruba ait ön test ve son test puanları $p>0.05$ olduğundan normal dağılıma uygun olduğu kabul edilmiştir. Çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretiminin uygulandığı sınıf, argümantasyon tabanlı SBK öğretiminin uygulandığı sınıf ve normal öğretimin uygulandığı sınıfların sosyobilimsel muhakeme yeteneği ölçeğinin ‘sorgulama’ alt boyutuna ait ön test ve son testlerinin varyanslarını belirlemek için yapılan Levene’s Testi sonuçları Tablo 4.42’de verilmiştir.

Tablo 4.42. Farklı Öğretim Yöntemleri Uygulanan Sınıfların Sosyobilimsel Muhakeme Ölçeği ‘Sorgulama’ alt boyutu Ön Test-Son Test Puanlarının Levene’s Testi Sonuçları

Değişken	p
Ön test Sosyobilimsel muhakeme ölçeği ‘Sorgulama’ alt boyutu	0.345
Son test Sosyobilimsel muhakeme ölçeği ‘Sorgulama’ alt boyutu	0.501

Tablo 4.42’ye göre sosyobilimsel muhakeme yeteneği ölçeği ‘sorgulama’ alt boyutuna ait ön test ve son test puanları $p>0.05$ olduğundan grupların varyansları eşit sayılır. Farklı öğretim yöntemlerinin uygulandığı sınıfların Sosyobilimsel Muhakeme Yeteneği Ölçeği

'Sorgulama' alt boyutu son test puanlarının gruplara göre karşılaştırılması Tablo 4.43'de verilmiştir.

Tablo 4.43. Öğrencilerin son test Sorgulama Alt Boyutu Verilerinin Gruplara Göre dağılımı

Gruplar	N	Ortalama Ortalama	Düzeltilmiş
Modelleme tabanlı öğretim	26	6.00	6.15
SBK tabanlı öğretim	28	5.17	5.77
Normal Öğretim	30	5.06	4.37

Tablo 4.43 incelendiğinde farklı öğretim yönteminin uygulandığı sınıflara ait düzeltilmiş son test ortalamalarına göre, öğrencilerin sosyobilimsel muhakeme yeteneği ölçeğinin 'Sorgulama' alt boyutu üzerine en fazla çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretimi (6.15), en az ise normal öğretimin (4.37) etkili olduğu belirlenmiştir.

Tablo 4.44. Yöntemin Sorgulama Alt Boyutu Üzerine Etkisini belirlemeye yönelik yapılan ANCOVA Analizi Sonucu

Kaynak	Sd	Kareler ortalaması	F	p	Kısmi Eta Kare
Ön test	1	142.949	44.842	.000	.359
Sınıf	2	22.350	7.011	.002	.149
Hata	80	3.188			
Toplam	84				

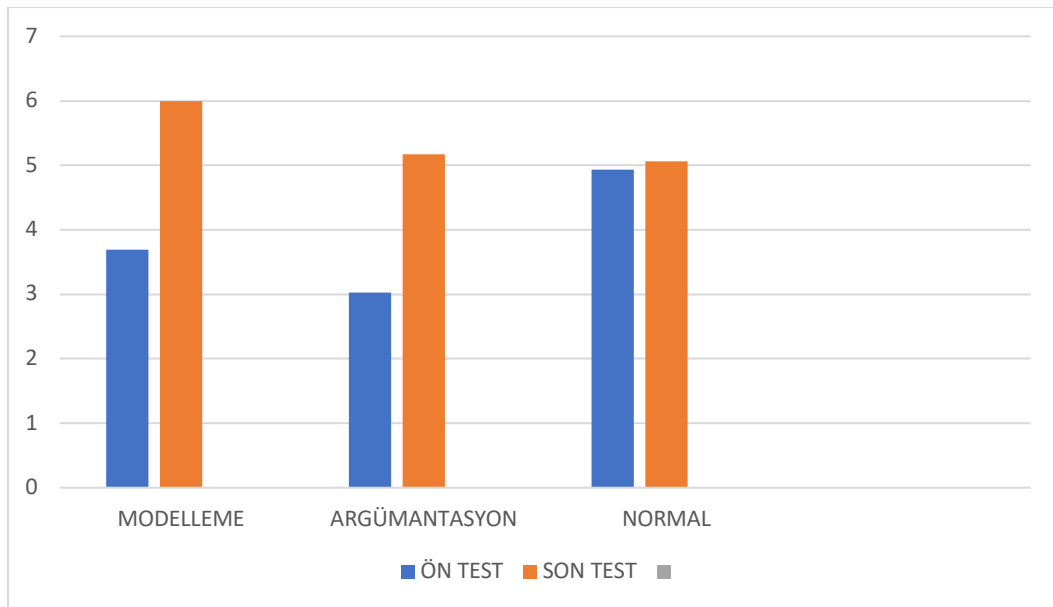
Tablo 4.44'e göre araştırmaya katılan ve üç farklı öğretim yöntemi uygulanan öğrencilerin ön test sosyobilimsel muhakeme ölçeğinin 'Sorgulama' alt boyutuna ait puanlarına göre düzeltilmiş son test puan ortalamaları arasında anlamlı farklılık vardır ($F(2, 80)=7.011$, $p=.002$). Bu sonuca göre, çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretim yönteminin Sosyobilimsel Muhakeme Ölçeğinin 'Sorgulama' alt boyutu üzerine etkisinin olduğu söylenebilir. Yöntemin sorgulama alt boyutu gelişimi üzerine anlamlı bir etkisi vardır. Bu oran %14 düzeyindedir.

Farkın hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek amacıyla yapılan Bonferroni testi sonucu Tablo 4.45'te verilmiştir. Çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretim yöntemiyle öğrenen öğrencilerin *Sorgulama* alt boyutu puan ortalaması (6.15) ve argümantasyon tabanlı SBK öğretimi yöntemiyle öğrenen öğrencilerin puan ortalaması (5.77), normal öğretim yöntemiyle öğrenenlere (4.37) göre anlamlı bir fark vardır ($p<0.05$).

Tablo 4.45. Bonferroni Testine Ait Veriler

Sınıf	Sınıf	Mean Difference	Std. Error	Sig.	%95 Confidence Interval for Difference	
					Lower Bound	Upper Bound
Modelleme	Argümantasyon	0.374	0.491	1.000	-0.826	1.575
	Normal	1.778	0.495	0.002	0.568	2.988
Argümantasyon	Modelleme	-0.374	0.491	1.000	-1.575	0.826
	Normal	1.404	0.507	0.021	0.163	2.644
Normal	Modelleme	-1.778	0.495	0.002	-2.988	-0.568
	Argümantasyon	-1.404	0.507	0.021	-2.644	-0.163

Tablo 4.45 incelendiğinde çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretimi ile argümantasyon tabanlı SBK öğretimi arasında anlamlı bir farkın olmadığı gözlenmiştir ($p>0.05$). Çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretimi ile normal öğretim arasında ise anlamlı bir farkın olduğu belirlenmiştir. Argümantasyon tabanlı SBK öğretimi ile normal öğretim arasındaki farkın da anlamlı olduğu gözlenmiştir ($p>0.05$). Bu sonuçlara göre çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretimi ile argümantasyon tabanlı SBK öğretiminin öğrencilerin sosyobilimsel muhakeme yeteneğinin ‘Sorgulama’ alt boyutunun gelişimine katkısı olduğu söylenebilir.



Grafik 4.10. Sorgulama alt boyutuna ait ön ve son test puan ortalamasının sınıflara göre karşılaştırılması

Grafik 4.10’da öğrencilerin sosyobilimsel muhakeme yeteneği ölçeğinin ‘Sorgulama’ alt boyutuna ait sorulara verdikleri cevaplara ait ön test ve son testte aldıkları puan ortalamasının sınıflara göre karşılaştırılması verilmiştir. Grafik 4.10’da da görüldüğü gibi çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretiminin gerçekleştirildiği sınıfta öğrencilerin aldıkları puan ortalama 3,69 iken son testte 6,0 olmuştur. Argümantasyon tabanlı SBK öğretiminin uygulandığı sınıfta öğrenciler, ön testte ortalama 3,03 alırken son testte 5,17 almıştır. Normal öğretimin devam ettiği sınıfta ise ön testte 4,93 alırken son testte ortalama 5,06 puan almıştır.

4.1.5.4. Sosyobilimsel Muhakeme Yeteneği Ölçeğinin ‘Şüphcilik’ alt boyutu

Sosyobilimsel Muhakeme Yeteneği Ölçeği’nin dört alt boyutundan biri olan ‘Şüphcilik’ alt boyutu, önyargılı bilgilerin eleştirel ve şüpheli bir yaklaşımla değerlendirilmesini teşvik etmeyi amaçlamaktadır. Bu alt boyuttan elde edilen toplam puanlar, öğrencilerin önyargılı bilgileri sorgulayıcı bir şekilde inceleyebilme becerileri hakkında bilgi sağlamaktadır. Şüphcilik alt boyutuna ilişkin her iki senaryonun dokuzuncu, onuncu ve on birinci sorularından elde edilen verilerin normal dağılıp dağılmadığını belirlemek için yapılan Shapiro-Wilk analiz sonuçları Tablo 4.46’da sunulmuştur.

Tablo 4.46. Sosyobilimsel Muhakeme Ölçeği ‘Şüphcilik’ alt boyutu Ön Test-Son test puanlarının Normal Dağılım Gösterip Göstermediğini Belirlemek Amacıyla Yapılan Tek Örneklem Shapiro-Wilk Analiz Sonuçları

Grup	Değişken	N	Ort	SS	sd	p	Skewness	Skewness Standart hata	Kurtosis	Kurtosis standart hata
Modelleme sınıfı	Ön test	26	3.34	0.37	1.89	0.14	0.983	0.456	0.971	0.887
	Son test	26	4.42	0.38	1.98	0.02	-0.543	0.456	0.410	0.887
Argümantasyon Sınıfı	Ön Test	28	3.82	0.45	2.41	0.11	0.833	0.441	0.397	0.858
	Son test	28	5.25	0.41	2.20	0.20	0.306	0.441	0.421	0.858
Normal Öğretim Sınıfı	Ön test	30	4.40	0.43	2.38	0.17	0.532	0.427	0.565	0.833
	Son test	30	4.93	0.39	2.18	0.06	0.583	0.427	0.668	0.833

Tablo 4.46’da verilen Shapiro-Wilk analiz sonuçlarına göre, ön test ve son test puanlarının $p > 0.05$ olduğundan normal dağılıma uygun olduğu kabul edilmiştir. Çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretiminin, argümantasyon tabanlı SBK öğretiminin ve normal öğretimin uygulandığı sınıfların ön test ve son testlerinin varyansları belirlemek amacıyla yapılan Levene’s Testi sonuçları Tablo 4.47’de verilmiştir.

Tablo 4.47. Farklı Öğretim Yöntemleri Uygulanan Sınıfların Sosyobilimsel Muhakeme Ölçeği ‘Şüphecilik’ alt boyutu Ön Test-Son Test Puanlarının Levene’s Testi Sonuçları

Değişken	p
Ön test Sosyobilimsel muhakeme ölçeği ‘Şüphecilik’ alt boyutu	0.416
Son test Sosyobilimsel muhakeme ölçeği ‘Şüphecilik’ alt boyutu	0.776

Tablo 4.47’de verilen Levene’s Testi sonuçlarına göre ön test ve son test puanlarının $p>0.05$ olduğundan grupların varyansları eşit sayılmıştır. Farklı öğretim yöntemlerinin uygulandığı sınıfların Sosyobilimsel Muhakeme Yeteneği Ölçeği ‘Şüphecilik’ alt boyutu düzeltilmiş son test puanlarının karşılaştırılması Tablo 4.48’de verilmiştir.

Tablo 4.48. Öğrencilerin son test Şüphecilik Alt Boyutu Verilerinin Gruplara Göre dağılımı

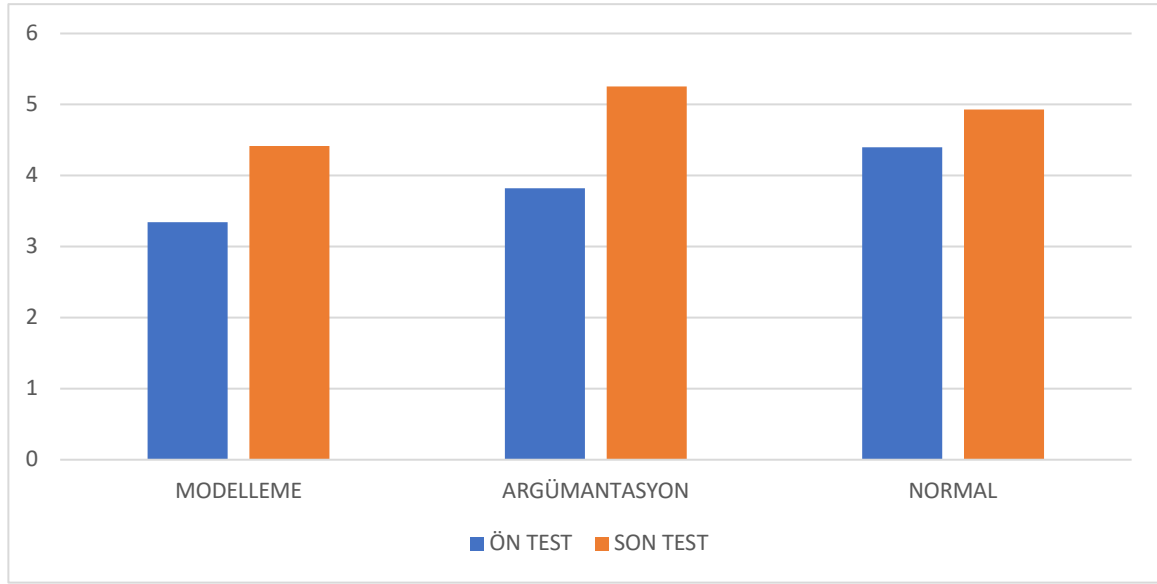
Gruplar	N	Ortalama Ortalama	Düzeltilmiş
Modelleme tabanlı öğretim	26	4.42	4.75
SBK tabanlı öğretim	28	5.25	5.28
Normal Öğretim	30	4.93	4.62

Tablo 4.48 incelendiğinde farklı öğretim yöntemlerinin uygulandığı grupların düzeltilmiş son test ortalamalarına göre, öğrencilerin sosyobilimsel muhakeme ölçeğinin ‘Şüphecilik’ alt boyutu üzerine en fazla argümantasyon tabanlı SBK öğretimi (5.28), en az ise normal öğretim (4.62) etkilidir.

Tablo 4.49. Yöntemin Şüphecilik Alt Boyutu Üzerine Etkisini belirlemeye yönelik yapılan ANCOVA Analizi Sonucuna Ait Veriler

Kaynak	Sd	Kareler ortalaması	F	p	Kısmi Eta Kare
Ön test	1	153.987	57.707	.000	.419
Sınıf	2	3.564	1.336	.269	.032
Hata	80	2.668			
Toplam	84				

Tablo 4.49’a göre araştırmaya katılan ve üç farklı öğretim yöntemi uygulanan öğrencilerin sosyobilimsel muhakeme yeteneği ölçeğinin ‘Şüphecilik’ alt boyutu puanlarına göre düzeltilmiş son test puan ortalamaları arasında anlamlı farklılık yoktur ($F(2, 80)=2.668$, $p=.269$). Bu sonuca göre, öğretim yönteminin Sosyobilimsel Muhakeme Ölçeğinin ‘Şüphecilik’ alt boyutu üzerine etkisinin olmadığı söylenebilir. Yöntemin şüphecilik alt boyutu gelişimi üzerine anlamlı bir etkisi yoktur.



Grafik 4.11. Şüphecilik alt boyutuna ait ön ve son test toplam puanlarının sınıflara göre karşılaştırılması

Grafik 4.11’de öğrencilerin sosyobilimsel muhakeme ölçeğinin ‘Şüphecilik’ alt boyutuna ait sorulara verdikleri cevaplara ait ön test ve son testte aldıkları puan ortalamasının sınıflara göre karşılaştırılması verilmiştir. Grafikte görüldüğü gibi çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretiminin uygulandığı sınıfta öğrencilerin aldıkları puan ortalama 3.34 iken son testte 4.42 olmuştur. Argümantasyon tabanlı SBK öğretiminin uygulandığı öğrenciler ön testte ortalama 3.82 alırken son testte 5.25 puan almıştır. Normal öğretimin devam ettiği sınıfta ise öğrenciler ön testte 4.40 alırken son testte 4.93 puan almıştır. Bütün sınıflarda benzer oranlarda görülen artış, öğretim yöntemlerinin Sosyobilimsel Muhakeme Yeteneği Ölçeğinin ‘Şüphecilik’ alt boyutu puanlarına etkisinin olmadığı ortaya çıkarmaktadır.

4.2. COVID-19 Bağlamında Çoklu Modelleme Uygulamalarıyla Zenginleştirilmiş SBK Öğretimi İle Öğrencilerin Alan Bilgisi Gelişiminin Normal (Geleneksel) Öğretim ve Argümantasyon tabanlı SBK Öğretimiyle Karşılaştırma

4.2.1. Kavram haritasından elde edilen bulgular

Kavram haritası dört eleman içermektedir. Bunlar sırasıyla *Bağlantı (kavram)*, *Hiyerarşi*, *Çapraz Bağlantı* ve *Örnek*’tir. Sonraki bölümlerde öğrencilerin bu kavram haritası elemanlarından aldıkları toplam puanlar ve oranları incelenecektir.

Kavram haritası ile ilgili değişkenlerin betimleyici özelliklerine ait veriler Tablo 4.50, Tablo 4.51 ve Tablo 4.52’de verilmiştir.

Tablo 4.50. Çoklu Modelleme ile Zenginleştirilmiş SBK Öğretimi Uygulanan Sınıfın Kavram Haritası ile ilgili Değişkenlerin Betimleyici Özellikleri

	Değişken	N	Ort	SS	95% Güven aralığı Alt limit	Üst limit
Modelleme ağırlıklı SBK öğretimi	Ön test ortalama puan	26	25.884	2.705	20.31	31.45
	Son test ortalama puan	26	40.538	3.23	33.86	47.20

Tablo 4.50’ye göre çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretiminin uygulandığı sınıftaki öğrencilerin ön testte aldıkları puan ortalamaları 25.884 olurken son test puan ortalaması 40.538 olarak gözlenmiştir.

Tablo 4.51. Argümantasyon tabanlı SBK Öğretimi Uygulanan Sınıfın Kavram Haritası ile ilgili Değişkenlerin Betimleyici Özellikleri

	Değişken	N	Ort	SS	95% Güven aralığı Alt limit	Üst limit
Argümantasyon tabanlı SBK öğretimi	Ön test ortalama puan	28	21.39	2.15	16.97	25.81
	Son test ortalama puan	28	27.64	1.82	23.89	31.38

Tablo 4.51 incelendiğinde argümantasyon tabanlı SBK öğretiminin uygulandığı öğrencilerin kavram haritasından aldıkları ön test puan ortalaması 21. 39 iken, son test puan ortalaması 27.64 olmuştur.

Tablo 4.52. Normal Öğretim Uygulanan Sınıfın Kavram Haritası ile ilgili Değişkenlerin Betimleyici Özellikleri

	Değişken	N	Ort	SS	95% Güven aralığı Alt limit	Üst limit
Normal Öğretim	Ön test puan ortalaması	30	19.23	1.19	16.78	21.68
	Son test puan ortalaması	30	20.13	1.37	17.32	22.93

Tablo 4.52’de de görüldüğü gibi normal öğretimin devam ettiği öğrencilerin kavram haritasından aldıkları ön test puan ortalaması 19.23 olurken son test puan ortalaması 20.13 olarak belirlenmiştir.

Farklı öğretim yönteminin uygulandığı sınıfların *Kavram Haritası* ön test ve son test puanlarının normal dağılım gösterip göstermediklerine ilişkin Shapiro-Wilk Analiz sonuçları Tablo 4.53’de gösterilmiştir.

Tablo 4.53. Farklı öğretim yöntemi kullanılan sınıfların Kavram Haritası Ön Test-Son test puanlarının Normal Dağılım Gösterip Göstermediğini Belirlemek Amacıyla Yapılan Tek Örneklem Shapiro-Wilk Analiz Sonuçları

Grup	Değişken	N	Ort	SS	sd	p	Skewness	Skewness Standart hata	Kurtosis	Kurtosis standart hata
Modelleme sınıfı	Ön test	26	25.88	2.70	13.79	0.03	0.368	0.456	-0.351	0.456
	Son test	26	40.53	3.23	16.51	0.06	0.427	0.456	0.611	0.887
Argümantasyon Sınıfı	Ön Test	28	21.39	2.15	11.39	0.20	0.488	0.441	0.313	0.858
	Son test	28	27.64	1.82	9.66	0.09	-0.185	0.441	-0.185	0.858
Normal Öğretim Sınıfı	Ön test	30	19.23	1.19	6.56	0.09	-0.791	0.427	1.088	0.833
	Son test	30	20.13	1.37	7.51	0.15	0.008	0.427	1.558	0.833

Tablo 4.53’te farklı öğretim yöntemlerinin uygulandığı sınıflara ait kavram haritasından aldıkları ön test ve son test puanlarının Shapiro-Wilk analizine göre $p > 0.05$ olduğundan normal dağılıma uygundur. Çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretimi, Argümantasyon tabanlı SBK öğretimi ve normal öğretimin uygulandığı sınıfların ön test ve son testlerinin varyanslarını belirlemek amacıyla yapılan Levene’s Testi sonuçları Tablo 4.54’te verilmiştir.

Tablo 4.54. Farklı Öğretim Yöntemleri Uygulanan Sınıfların Kavram haritası Ön Test-Son Test Puanlarının Levene’s Testi Sonuçları

Değişken	p
Kavram Haritası Ön Test	0.432
Kavram Haritası Son test	0.066

Tablo 4.54’te kavram haritasından elde edilen ön test ve son teste ait veriler $p > 0.05$ olduğundan grupların varyansları eşit sayılmıştır. Farklı öğretim yöntemlerinin uygulandığı sınıfların ön test ve son test puanlarının düzeltilmiş ortalamalarına göre karşılaştırılması Tablo 4.55’te verilmiştir.

Tablo 4.55. Öğrencilerin son test başarılarının gruplara göre dağılımı

Gruplar	N	Ortalama	Düzeltilmiş Ortalama
Modelleme tabanlı öğretim	26	40.53	38.00
SBK tabanlı öğretim	28	27.64	28.05
Normal Öğretim	30	20.95	21.94

Farklı öğretim yöntemlerinin uygulandığı sınıflara ait düzeltilmiş son test kavram haritası puan ortalamalarına göre, öğrencilerin alan bilgisi üzerine en fazla çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretim yöntemi (38.0), en az ise normal öğretimin (21.94) etkili olduğu gözlenmiştir. 9. Sınıf öğrencilerinin, sınıfta uygulanan öğretim yöntemine göre Kavram haritası ortalama puanları açısından aralarında fark olup olmadığını anlamak için yapılan ANCOVA analizi sonuçları Tablo 4.56’da sunulmuştur.

Tablo 4.56. Yöntemin alan bilgisi üzerine etkisini belirlemeye yönelik yapılan ANCOVA analizi sonucu

Kaynak	Sd	Kareler ortalaması	F	p	Kısmi Eta Kare
Ön test	1	4059.128	46.959	.000	.370
Sınıf	2	1701.066	19.679	.000	.330
Hata	80	86.440			
Toplam	84				

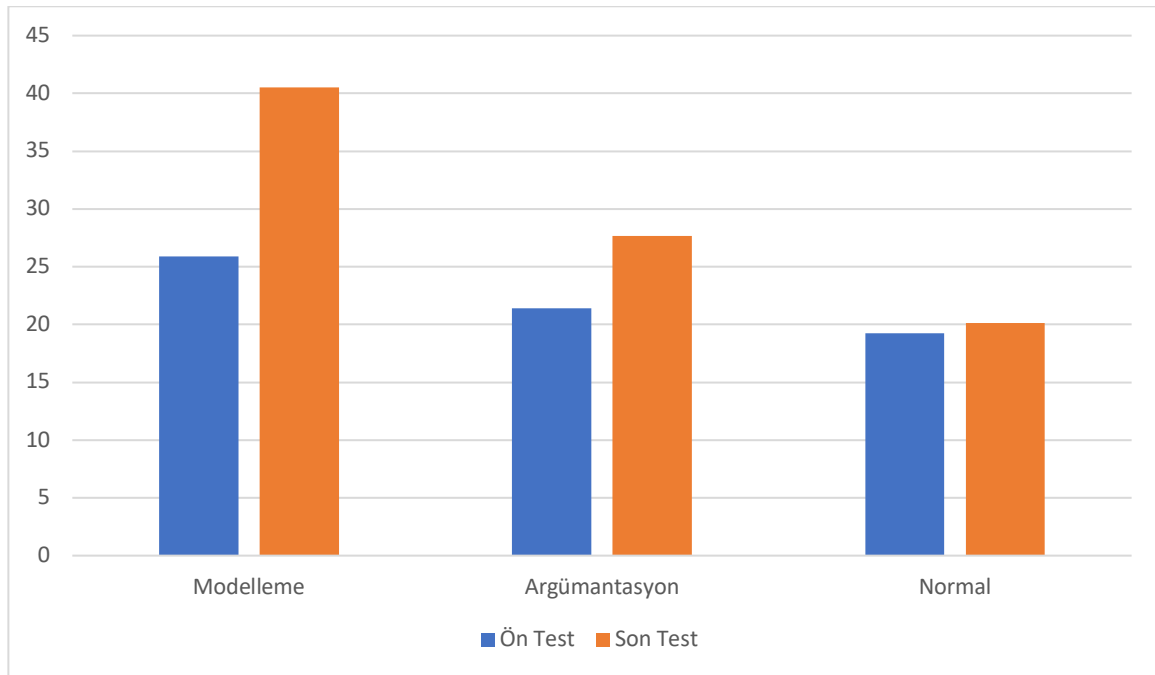
Tablo 4.56 incelendiğinde araştırmaya katılan ve üç farklı öğretim yöntemi uygulanan öğrencilerin ön testlerine göre düzeltilmiş son test kavram haritası puan ortalamaları arasında anlamlı farklılık vardır ($F(2, 80)=19.679$, $p=.00$). Bu sonuca göre, öğretim yönteminin öğrenme üzerine etkisinin olduğu söylenebilir. Yöntemin başarı üzerine etkisi yüzde 33 düzeyindedir.

Farkın hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek amacıyla yapılan Bonferroni testi sonuçları Tablo 4.57’de gösterilmiştir. Çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretim yöntemiyle öğrenen öğrencilerin puan ortalaması (38.0), argümantasyon tabanlı SBK öğretim yöntemiyle öğrenen öğrencilerin puan ortalaması (28.04), normal öğretim yöntemiyle öğrenenlerden (21.94) anlamlı derecede daha yüksektir ($p<0.05$).

Tablo 4.57. Bonferroni Testine Ait Veriler

Sınıf	Sınıf	Mean Difference	Std. Error	Sig.	%95 Confidence Interval for Difference	
					Lower Bound	Upper Bound
Modelleme	Argümantasyon	9.962	2.568	0.001	3.682	16.242
	Normal	16.061	2.571	0.000	9.775	22.347
Argümantasyon	Modelleme	-9.962	2.568	0.001	-16.242	-3.682
	Normal	6.099	2.452	0.045	0.104	12.094
Normal	Modelleme	-16.061	2.571	0.000	-22.347	-9.775
	Argümantasyon	-6.099	2.452	0.045	-12.094	-0.104

Tablo 4.57’ye göre çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretiminin argümantasyon tabanlı SBK öğretimi arasında anlamlı bir farklılık olduğu gözlenmiştir. Benzer şekilde çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretiminin normal öğretimle arasında anlamlı bir farklılık görülmüştür. Yine argümantasyon tabanlı SBK öğretimi ile normal öğretim arasında da anlamlı bir fark gözlemlendiği belirlenmiştir. Bu sonuçlar incelendiğinde çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretiminin diğer öğretim yöntemlerine kıyasla alan bilgi üzerinde daha etkili olduğu sonucu ortaya çıkmıştır.



Grafik 4.12. Kavram haritası ortalama puanların sınıflara göre karşılaştırılması

Grafik 4.12’de farklı öğretim yöntemlerin kullanıldığı sınıflarda bulunan öğrencilerin kavram haritasından aldıkları ortalama puanların sınıflara göre karşılaştırılması verilmiştir. Grafik 4.12’ye göre çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretiminin yapıldığı sınıftaki ortalama puan ön testte 25.88, son testte 40.53 olmuştur. Argümantasyon temelli SBK öğretiminin yapıldığı sınıfta ortalama puan 21, son testte ortalama 27.64 puan olmuştur. Normal öğretimin yapıldığı sınıfta ise ön testte ortalama 19.23 puan olurken son testte ortalama 20.13 puan gözlenmiştir. Bu bağlamda Grafik 4.12 incelendiğinde çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretiminde ortalama puan, argümantasyon temelli SBK öğretimin yapıldığı sınıfa ait ortalama puanlarındaki artıştan daha fazla iken normal öğretimin yapıldığı sınıfta ön test ve son test kavram haritası ortalama puanlarında diğerlerine oranla çok az değişim olmuştur.

4.2.2. Kavram haritası elemanlarının sınıflara göre ortalama puanlarının karşılaştırılması

Bu bölümde kavram haritası elemanlarından *Bağlantı*, *Hiyerarşi*, *Çapraz bağlantı* ve *Örnek* ile ilgili bulgular verilmiştir.

4.2.2.1. Kavram Haritası *Bağlantı* (Kavram):

Farklı öğretim yönteminin uygulandığı sınıflara ait kavram haritasının ‘*Bağlantı*’ elemanına ait elde edilen verilerin normal dağılım gösterip göstermediğine ilişkin yapılan Shapiro-Wilk analiz sonuçları Tablo 4.58’de verilmiştir.

Tablo 4.58. Kavram Haritası ‘Bağlantı (Kavram)’ elemanına ait Ön Test-Son test puanlarının Normal Dağılım Gösterip Göstermediğini Belirlemek Amacıyla Yapılan Tek Örneklem Shapiro-Wilk Analiz Sonuçları

Grup	Değişken	N	Ort	SS	sd	p	Skewness	Skewness Standart hata	Kurtosis	Kurtosis standart hata
Modelleme sınıfı	Ön test	26	11.46	1.14	5.83	0.20	0.151	0.456	0.357	0.887
	Son test	26	16.57	1.38	7.06	0.18	0.001	0.456	-0.206	0.887
Argümantasyon Sınıfı	Ön Test	28	8.39	0.75	3.92	0.20	-0.049	0.441	-0.449	0.858
	Son test	28	10.28	0.81	4.31	0.20	-0.109	0.441	-0.528	0.858
Normal Öğretim Sınıfı	Ön test	30	6.66	0.49	2.72	0.03	0.697	0.427	1.454	0.833
	Son test	30	7.86	0.53	2.90	0.20	-0.210	0.427	0.621	0.833

Tablo 4.58’de farklı öğretim yönteminin uygulandığı üç sınıfa ait kavram haritasının ‘*Bağlantı*’ elemanına ait ön test ve son testinden elde edilen veriler $p > 0.05$ olduğundan normal dağılıma uygundur. Çoklu modelleme uygulamaları ile zenginleştirilmiş SBK

öğretimi, argümantasyon tabanlı SBK öğretimi ve normal öğretimin uygulandığı sınıfların ön test ve son testlerinin varyanslarını belirlemek için yapılan Levene's testi sonuçları Tablo 4.59'da verilmiştir.

Tablo 4.59. Farklı Öğretim Yöntemleri Uygulanan Sınıfların Kavram Haritası 'Bağlantı (Kavram)' elemanına ait Ön Test-Son Test Puanlarının Levene's Testi Sonuçları

Değişken	p
Ön test Kavram Haritası 'Bağlantı (Kavram)' elemanı	0.200
Son test Kavram Haritası 'Bağlantı (Kavram)' elemanı	0.711

Tablo 4.59'da verilen değerler $p > 0.05$ olduğundan grupların varyansları eşit sayılır. Farklı öğretim yöntemlerinin uygulandığı sınıfların Kavram Haritası 'Bağlantı (Kavram)' elemanı son test düzeltilmiş puanlarının sınıflara göre karşılaştırılması Tablo 4.60'ta verilmiştir.

Tablo 4.60. Öğrencilerin son test bağlantı (kavram) puanlarının gruplara göre dağılımı

Gruplar	N	Ortalama	Düzeltilmiş Ortalama
Modelleme tabanlı öğretim	26	16.57	14.63
SBK tabanlı öğretim	28	10.28	10.52
Normal Öğretim	30	7.86	9.33

Tablo 4.60'a göre farklı öğretim yöntemlerinin uygulandığı sınıfların düzeltilmiş son test puan ortalamalarına göre, öğrencilerin 'Bağlantı (kavram)' puanları üzerine en fazla çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretiminin (14.63), en az ise normal öğretimin (9.33) etkili olduğu gözlenmiştir. 9. Sınıf öğrencilerinin, sınıfta uygulanan öğretim yöntemine göre Kavram haritası 'Bağlantı (Kavram)' puanları açısından aralarında fark olup olmadığını anlamak için yapılan ANCOVA analizi sonuçları Tablo 4.61'de sunulmuştur.

Tablo 4.61. Yöntemin bağlantı(kavram) puanı üzerine etkisini belirlemeye yönelik yapılan ANCOVA analizi sonucu

Kaynak	Sd	Kareler ortalaması	F	p	Kısmi Eta Kare
Ön test	1	749.136	48.161	.000	.376
Sınıf	2	173.694	11.167	.000	.218
Hata	80	15.555			
Toplam	84				

Tablo 4.61'e göre araştırmaya katılan ve üç farklı öğretim yöntemi uygulanan öğrencilerin ön testlerine göre düzeltilmiş son test puan ortalamaları arasında anlamlı

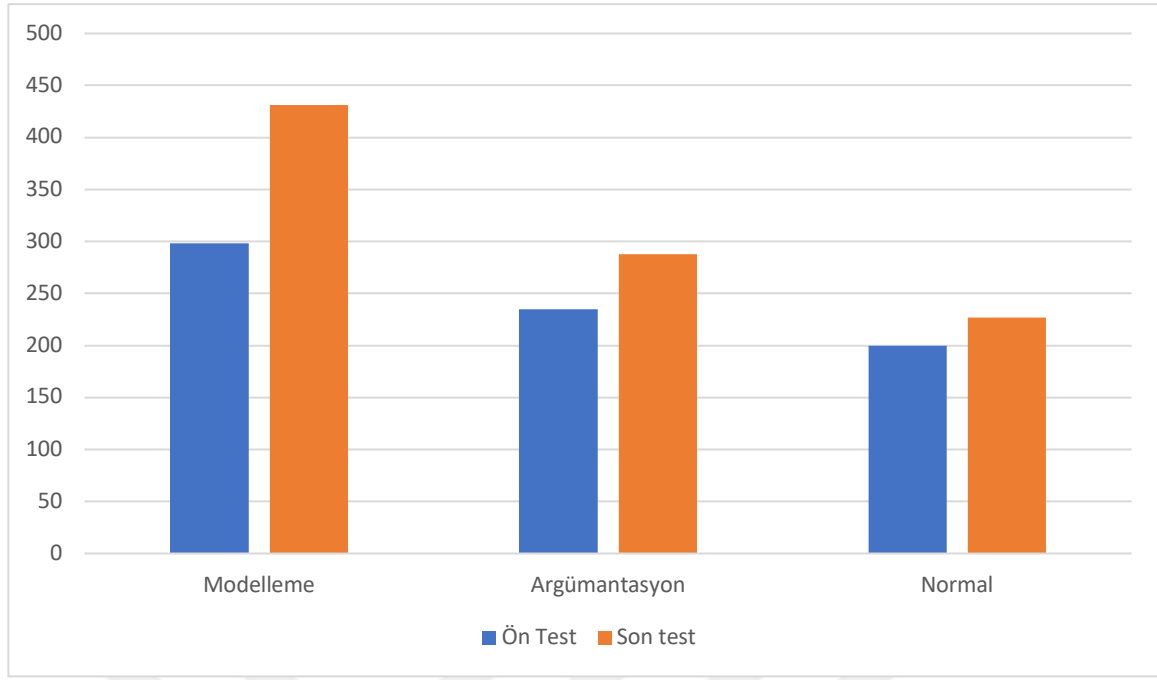
farklılık vardır ($F(2, 80)=11,167$ $p=.00$). Bu sonuca göre, öğretim yönteminin '*Bağlantı (kavram)*' puanı üzerine etkisinin olduğu söylenebilir. Yöntemin başarı üzerine etkisi yüzde 21 düzeyindedir.

Farkın hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek amacıyla yapılan Bonferroni testi sonucuna ait veriler Tablo 4.62'de verilmiştir. Çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretim yöntemiyle öğrenen öğrencilerin puan ortalaması (14.63), argümantasyon tabanlı SBK öğretim yöntemiyle (10.52) ve normal öğretim yöntemiyle öğrenen öğrencilerden (9.33) anlamlı derecede daha yüksektir ($p<0.05$).

Tablo 4.62. Bonferroni testine Ait Veriler

Sınıf	Sınıf	Mean Difference	Std. Error	Sig.	%95 Confidence Interval for Difference	
					Lower Bound	Upper Bound
Modelleme	Argümantasyon	4.109	1.119	0.001	1.372	6.846
	Normal	5.301	1.165	0.000	2.451	8.151
Argümantasyon	Modelleme	-4.109	1.119	0.001	-6.846	-1.372
	Normal	1.192	1.051	0.781	-1.379	3.763
Normal	Modelleme	-5.301	1.165	0.000	-8.151	-2.451
	Argümantasyon	-1.192	1.051	0.781	-3.763	-1.379

Tablo 4.62 incelendiğinde çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretimi ile argümantasyon tabanlı SBK öğretimi arasında anlamlı bir farklılık vardır ($p<0.05$). Benzer şekilde çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretimi ile normal öğretim arasında da anlamlı bir fark gözlenmiştir. Argümantasyon tabanlı SBK öğretimi ile normal öğretimin devam ettiği sınıftaki öğrenciler arasında anlamlı bir fark gözlenmemiştir ($P>0.05$). Elde edilen veriler incelendiğinde çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretiminin kavram haritasının '*Bağlantı*' elemanına ait puanlarının artışında daha etkili olduğu belirlenmiştir.



Grafik 4.13. Kavram Haritasından elde edilen bağlantı (kavram) ön ve son test toplam puanların sınıflara göre karşılaştırılması

Grafik 4.13'te farklı öğretim yöntemlerinin kullanıldığı sınıflarda bulunan öğrencilerin kavram haritasında kullandıkları bağlantı (kavram) toplam puanlarının sınıflara göre karşılaştırılması verilmiştir. Grafik 4.13'e göre çoklu modelleme uygulamaları ile zenginleştirilmiş SBK uygulamalarının yapıldığı sınıftaki toplam bağlantı puanı ön testte 298, son testte 431 olmuştur. Argümantasyon temelli SBK öğretiminin yapıldığı sınıfta toplam bağlantı puanı 235, son test toplam 288 puan alınmıştır. Normal öğretimin yapıldığı sınıfta ise ön testte 200 puan olurken son testte toplam 227 puan gözlenmiştir. Bu bağlamda Grafik 4.13 incelendiğinde çoklu modelleme uygulamaları ile zenginleştirilmiş SBK öğretiminde alınan toplam bağlantı puanlarındaki artış daha fazla iken en az normal öğretimin yapıldığı sınıfta olmuştur.

4.2.2.2. Kavram Haritası *Hiyerarşi*

Farklı öğretim yöntemlerinin uygulandığı gruplara yönelik alan bilgisinin ölçülmesi amacıyla yapılan kavram haritasının '*Hiyerarşi*' elemanından alınan puanların normal dağılım gösterip göstermediğine dair yapılan Shapiro-Wilk Testi sonuçları Tablo 4.63'te gösterilmiştir.

Tablo 4.63. Kavram Haritası ‘Hiyerarşi’ elemanına ait Ön Test-Son test puanlarının Normal Dağılım Gösterip Göstermediğini Belirlemek Amacıyla Yapılan Tek Örneklem Shapiro-Wilk Analiz Sonuçları

Grup	Değişken	N	Ort	SS	sd	p	Skewness	Skewness Standart hata	Kurtosis	Kurtosis standart hata
Modelleme sınıfı	Ön test	26	10.19	1.15	5.91	0.01	0.392	0.456	-0.994	0.887
	Son test	26	15.57	1.18	6.05	0.04	1.081	0.456	1.457	0.887
Argümantasyon Sınıfı	Ön Test	28	9.28	0.80	4.24	0.05	-0.496	0.441	-0.034	0.858
	Son test	28	11.42	0.62	3.29	0.01	-0.376	0.441	-0.623	0.858
Normal Öğretim Sınıfı	Ön test	30	9.33	0.92	5.04	0.03	0.067	0.427	-1.700	0.833
	Son test	30	9.33	0.74	4.09	0.20	0.259	0.427	0.802	0.833

Tablo 4.63 incelendiğinde farklı öğretim yönteminin uygulandığı gruplara ait ön test ve son test puanlarının Shapiro-Wilk testi sonucuna göre $p < 0.05$ olduğundan normal dağılıma uygun değildir. Ancak çarpıklık ve basıklık değerleri hesaplandığında Can (2016)’ya göre çarpıklık ve basıklık değerleri -1,96 ile +1,96 arasında kalıyorsa normal kabul edilebilir. Çoklu modelleme uygulamaları ile zenginleştirilmiş SBK öğretimi, Argümantasyon tabanlı SBK öğretimi ve normal öğretimin uygulandığı sınıfların ön test ve son testlerinin varyanslarını belirlemek amacıyla yapılan Levene’s testi sonuçları Tablo 4.64’te verilmiştir.

Tablo 4.64. Farklı Öğretim Yöntemleri Uygulanan Sınıfların Kavram Haritası ‘Hiyerarşi’ elemanına ait Ön Test-Son Test Puanlarının Levene’s Testi Sonuçları

Değişken	p
Ön test Kavram Haritası ‘Hiyerarşi’ elemanı	0.333
Son test Kavram Haritası ‘Hiyerarşi’ elemanı	0.377

Tablo 4.64’te verilen değerler $p > 0.05$ olduğundan grupların varyansları eşit sayılmıştır. Farklı öğretim yöntemlerinin uygulandığı sınıfların Kavram Haritası ‘Hiyerarşi’ elemanı son test düzeltilmiş puan ortalamalarının karşılaştırılması Tablo 4.65’te verilmiştir.

Tablo 4.65. Öğrencilerin son test hiyerarşi puanlarının gruplara göre dağılımı

Gruplar	N	Ortalama	Düzeltilmiş Ortalama
Modelleme tabanlı öğretim	26	15.57	15.34
SBK tabanlı öğretim	28	11.42	11.54
Normal Öğretim	30	9.33	9.42

Farklı öğretim yöntemlerinin uygulandığı gruplara ait düzeltilmiş son test ortalamalarına göre, öğrencilerin kavram haritasının ‘Hiyerarşi’ puanları üzerine en fazla çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretiminin (15.34), en az ise normal öğretimin (9.42) etkili olduğu gözlenmiştir. 9. Sınıf öğrencilerinin, sınıfta

uygulanan öğretim yöntemine göre Kavram haritası '*Hiyerarşi*' puanları açısından aralarında anlamlı bir fark olup olmadığını anlamak için yapılan ANCOVA analizi sonuçları Tablo 4.66'da sunulmuştur.

Tablo 4.66. Yöntemin hiyerarşi puanı üzerine etkisini belirlemeye yönelik yapılan ANCOVA analizi sonucu

Kaynak	Sd	Kareler ortalaması	F	p	Kısmi Eta Kare
Ön test	1	295.707	16.896	.000	.174
Sınıf	2	246.555	14.087	.000	.260
Hata	80	17.502			
Toplam	84				

Tablo 4.66 incelendiğinde araştırmaya katılan ve üç farklı öğretim yöntemi uygulanan öğrencilerin ön testlerine göre düzeltilmiş son test puan ortalamaları arasında anlamlı farklılık vardır ($F(2, 80)=14.087$ $p=.00$). Bu sonuca göre, öğretim yönteminin '*hiyerarşi*' puanı üzerine etkisinin olduğu söylenebilir. Yöntemin başarı üzerine etkisi yüzde 26 düzeyindedir.

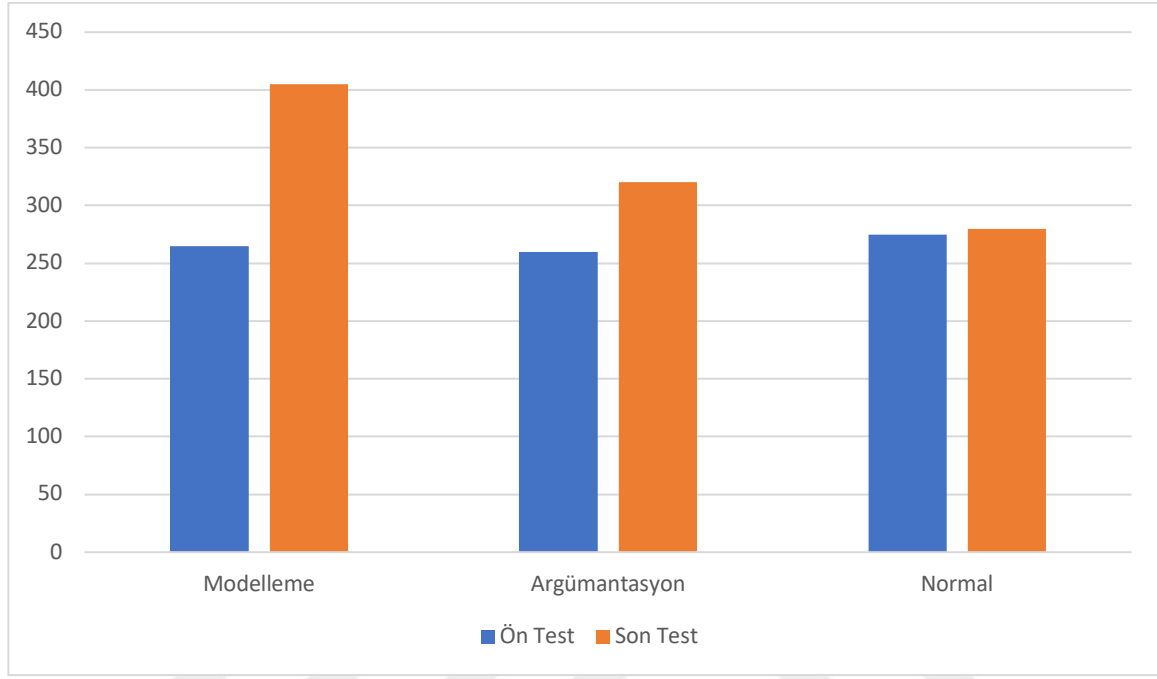
Farkın hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek amacıyla yapılan Bonferroni testi sonucu Tablo 4.67'de gösterilmiştir. Çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretimi yöntemiyle öğrenen öğrencilerin puan ortalaması (15.348), argümantasyon tabanlı SBK öğretim yöntemiyle (11.540) ve normal öğretim yöntemiyle öğrenen öğrencilerden (9.427) anlamlı derecede daha yüksektir ($p<0.05$).

Tablo 4.67. Bonferroni Testine Ait Veriler

Sınıf	Sınıf	Mean Difference	Std. Error	Sig.	%95 Confidence Interval for Difference	
					Lower Bound	Upper Bound
Modelleme	Argümantasyon	3.808	1.142	0.004	1.014	6.601
	Normal	5.921	1.124	0.000	3.173	8.669
Argümantasyon	Modelleme	-3.808	1.142	0.004	-6.601	-1.014
	Normal	2.113	1.099	0.174	-0.575	4.801
Normal	Modelleme	-5.921	1.124	0.000	-8.669	-3.173
	Argümantasyon	-2.113	1.099	0.174	-4.801	0.575

Tablo 4.67 incelendiğinde çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretimi ile argümantasyon tabanlı SBK öğretimi arasında anlamlı bir fark vardır ($p<0.05$). Benzer şekilde çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretiminin normal öğretime kıyasla aralarında anlamlı bir farklılık gözlenmiştir. Argümantasyon tabanlı SBK

öğretimi ile normal öğretim arasında ise anlamlı bir fark gözlenmemiştir ($p>0.05$). Bu bilgiler ışığında çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretiminin hem argümantasyon tabanlı SBK öğretimi hem de normal öğretime göre kavram haritasının hiyerarşi puanı üzerinde olumlu bir etkisi olduğu gözlenmiştir.



Grafik 4.14. Kavram Haritasından elde edilen hiyerarşi ön ve son test toplam puanların sınıflara göre karşılaştırılması

Grafik 4.14'te farklı öğretim yöntemlerinin kullanıldığı sınıflarda bulunan öğrencilerin kavram haritasında kullandıkları *Hiyerarşi*'ye ait toplam puanların sınıflara göre karşılaştırılması verilmiştir. Grafik 4.14'e göre Çoklu modelleme uygulamaları ile zenginleştirilmiş SBK uygulamalarının yapıldığı sınıftaki toplam *Hiyerarşi* puanı ön testte 265, son testte 405 olmuştur. Argümantasyon temelli SBK öğretiminin yapıldığı sınıfta toplam '*Hiyerarşi*' puanı 260, son test toplam 320 puan alınmıştır. Normal öğretimin yapıldığı sınıfta ise ön testte 275 puan olurken son testte toplam 280 puan gözlenmiştir. Bu bağlamda Grafik 4.7 incelendiğinde Çoklu modelleme uygulamaları ile zenginleştirilmiş SBK öğretiminde alınan toplam *Hiyerarşi* puanlarındaki artış daha fazla iken en az normal öğretimin yapıldığı sınıfta olmuştur.

4.2.2.3. Kavram Haritası Çapraz Bağlantı

Farklı öğretim yöntemlerinin uygulandığı gruplara yönelik alan bilgisinin ölçülmesi amacıyla yapılan kavram haritasının '*Çapraz Bağlantı*' elemanından alınan puanların

normal dağılım gösterip göstermediğine dair yapılan Shapiro-Wilk Testi sonuçları Tablo 4.68’de gösterilmiştir.

Tablo 4.68. Kavram Haritası ‘Çapraz Bağlantı’ elemanına ait Ön Test-Son test puanlarının Normal Dağılım Gösterip Göstermediğini Belirlemek Amacıyla Yapılan Tek Örneklem Shapiro-Wilk Analiz Sonuçları

Grup	Değişken	N	Ort	SS	sd	p	Skewness	Skewness Standart hata	Kurtosis	Kurtosis standart hata
Modelleme sınıfı	Ön test	26	1.53	1.72	3.67	0.00	2.038	0.456	2.328	0.887
	Son test	26	1.92	1.24	6.33	0.00	3.921	0.456	16.488	0.887
Argümantasyon Sınıfı	Ön Test	28	0.71	0.49	2.62	0.00	3.520	0.441	11.183	0.858
	Son test	28	1.07	0.78	4.16	0.00	4.126	0.441	17.401	0.858
Normal Öğretim Sınıfı	Ön test	30	0.66	0.46	2.53	0.00	3.660	0.427	12.207	0.833
	Son test	30	0.66	0.46	2.53	0.00	3.660	0.427	12.207	0.833

Tablo 4.68’de farklı öğretim yönteminin uygulandığı üç sınıfa ait kavram haritasının ‘Çapraz Bağlantı’ elemanına ait ön test ve son testinden elde edilen veriler $p>0.05$ olduğundan normal dağılıma uygundur. Çoklu modelleme uygulamaları ile zenginleştirilmiş SBK öğretimi, argümantasyon tabanlı SBK öğretimi ve normal öğretimin uygulandığı sınıfların ‘Çapraz Bağlantı’ ya ön test ve son testlerinin varyanslarını belirlemek için yapılan Levene’s testi sonuçları Tablo 4.69’da verilmiştir.

Tablo 4.69. Farklı Öğretim Yöntemleri Uygulanan Sınıfların Kavram Haritası ‘Çapraz Bağlantı’ elemanına ait Ön Test-Son Test Puanlarının Levene’s Testi Sonuçları

Değişken	p
Ön test Kavram Haritası ‘Çapraz Bağlantı’ elemanı	0.061
Son test Kavram Haritası ‘Çapraz Bağlantı’ elemanı	0.114

Tablo 4.69’da kavram haritasının ‘Çapraz Bağlantı’ puanlarına ait verilen değerler $p>0.05$ olduğundan grupların varyansları eşit sayılmıştır. Farklı öğretim yöntemlerinin uygulandığı sınıfların Kavram Haritası ‘Çapraz Bağlantı’ elemanı son test puanlarının karşılaştırılması Tablo 4.70’te verilmiştir.

Tablo 4.70. Öğrencilerin son test çapraz bağlantı puanlarının gruplara göre dağılımı

Gruplar	N	Ortalama	Düzeltilmiş Ortalama
Modelleme tabanlı öğretim	26	1.92	1.85
SBK tabanlı öğretim	28	1.07	1.10
Normal Öğretim	30	0.66	0.70

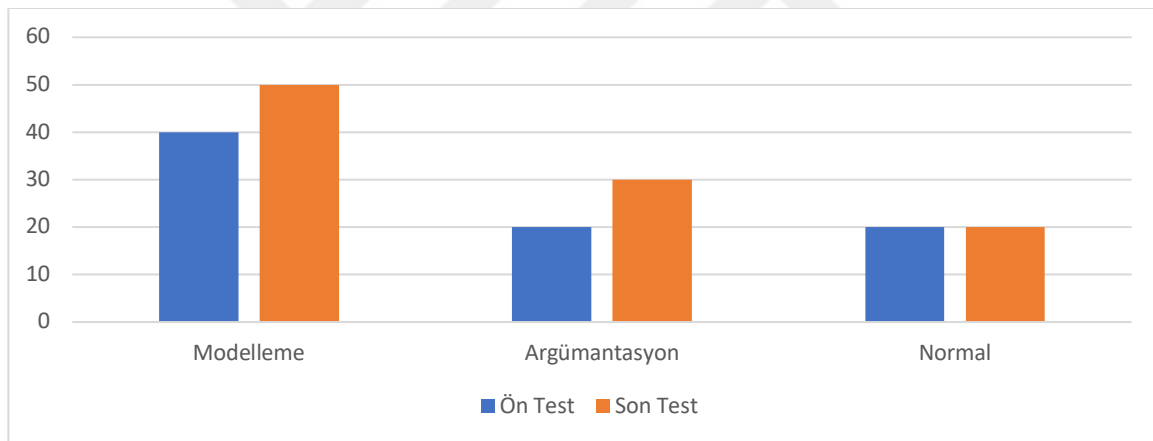
Düzeltilmiş son test ortalamalarına göre, öğrencilerin bağlantı (kavram) puanları üzerine en fazla modelleme tabanlı yöntem (1.85), en az ise normal öğretim (0.70) etkilidir.

9. Sınıf öğrencilerinin, sınıfta uygulanan farklı öğretim yöntemine göre Kavram haritası ‘Çapraz Bağlantı’ puanları açısından aralarında fark olup olmadığını anlamak için yapılan ANCOVA analizi sonuçları Tablo 4.71’de verilmiştir.

Tablo 4.71. Yöntemin çapraz bağlantı puanı üzerine etkisini belirlemeye yönelik yapılan ANCOVA analizi sonucu

Kaynak	Sd	Kareler ortalaması	F	p	Kısmi Eta Kare
Ön test	1	10.972	0.533	.468	.007
Sınıf	2	9.196	0.447	.641	.011
Hata	80	20.592			
Toplam	84				

Tablo 4.71’e göre araştırmaya katılan ve üç farklı öğretim yöntemi uygulanan öğrencilerin ön testlerine göre düzeltilmiş son test puan ortalamaları arasında anlamlı farklılık yoktur ($F(2, 80) = .447$ $p = .641$). Bu sonuca göre, öğretim yönteminin çapraz bağlantı üzerine etkisinin olmadığı söylenebilir.



Grafik 4.15. Kavram Haritasından elde edilen çapraz bağlantı ön ve son test toplam puanların sınıflara göre karşılaştırılması

Grafik 4.15’te farklı öğretim yöntemlerinin kullanıldığı sınıflarda bulunan öğrencilerin kavram haritasında kullandıkları çapraz bağlantı toplam puanlarının sınıflara göre karşılaştırılması verilmiştir. Grafik 4.15’e göre çoklu modelleme uygulamaları ile zenginleştirilmiş SBK uygulamalarının yapıldığı sınıftaki toplam çapraz bağlantı puanı ön testte 40, son testte 50 olmuştur. Argümantasyon temelli SBK öğretiminin yapıldığı sınıfta toplam bağlantı puanı 20, son test toplam 30 puan alınmıştır. Normal öğretimin yapıldığı sınıfta ise ön testte 20 puan olurken son testte toplam 20 puan gözlenmiştir. Bu bağlamda Grafik 4.15 incelendiğinde çoklu modelleme uygulamaları ile zenginleştirilmiş SBK

öğretimi ile Argümantasyon temelli SBK öğretiminde alınan toplam çapraz bağlantı puanlarındaki artış daha fazla iken normal öğretimin yapıldığı sınıfta çapraz bağlantı puanlarında değişim olmamıştır.

4.2.2.4. Kavram Haritası Örnek

Farklı öğretim yöntemlerinin uygulandığı gruplara yönelik alan bilgisinin ölçülmesi amacıyla yapılan kavram haritasının ‘Örnek’ elemanından alınan puanların normal dağılım gösterip göstermediğine dair yapılan Shapiro-Wilk Testi sonuçları Tablo 4.72’de gösterilmiştir.

Tablo 4.72. Kavram Haritası ‘Örnek’ Elemanına Ait Ön Test-Son Test Puanlarının Normal Dağılım Gösterip Göstermediğini Belirlemek Amacıyla Yapılan Tek Örneklem Shapiro-Wilk Analiz Sonuçları

Grup	Değişken	N	Ort	SS	sd	p	Skewness	Skewness Standart hata	Kurtosis	Kurtosis standart hata
Modelleme sınıfı	Ön test	26	3.07	0.66	3.38	0.07	1.186	0.456	1.379	0.887
	Son test	26	7.61	0.84	4.31	0.20	0.214	0.456	-0.300	0.887
Argümantasyon Sınıfı	Ön Test	28	3.00	0.54	2.90	0.03	0.780	0.441	-0.320	0.858
	Son test	28	4.85	0.55	2.91	0.95	-0.09	0.441	-0.726	0.858
Normal Öğretim Sınıfı	Ön test	30	2.23	0.37	2.07	0.06	0.382	0.427	-1.351	0.833
	Son test	30	2.26	0.35	1.92	0.06	0.305	0.427	-1.238	0.833

Tablo 4.72’de farklı öğretim yönteminin uygulandığı üç sınıfa ait kavram haritasının ‘Örnek’ elemanına ait ön test ve son testinden elde edilen verilere göre $p>0.05$ olduğundan normal dağılıma uygundur. Çoklu modelleme uygulamaları ile zenginleştirilmiş SBK öğretimi, argümantasyon tabanlı SBK öğretimi ve normal öğretimin uygulandığı sınıfların kavram haritasının ‘Örnek’ten alınan ön test ve son test puanlarının varyanslarını belirlemek için yapılan Levene’s testi sonuçları Tablo 4.73’te verilmiştir.

Tablo 4.73. Farklı Öğretim Yöntemleri Uygulanan Sınıfların Kavram Haritası ‘Örnek’ elemanına ait Ön Test-Son Test Puanlarının Levene’s Testi Sonuçları

Değişken	p
Ön test Kavram Haritası ‘Örnek’ elemanı	0.142
Son test Kavram Haritası ‘Örnek’ elemanı	0.237

Tablo 4.73’te kavram haritasının ‘Örnek’ puanlarına ait verilen değerler $p>0.05$ olduğundan grupların varyansları eşit sayılmıştır. Farklı öğretim yöntemlerinin uygulandığı

sınıfların Kavram Haritası ‘*Örnek*’ elemanına ait düzeltilmiş son test puanlarının karşılaştırılması Tablo 4.74’te verilmiştir.

Tablo 4.74. Öğrencilerin son test örnek puanlarının gruplara göre dağılımı

Gruplar	N	Ortalama	Düzeltilmiş Ortalama
Modelleme tabanlı öğretim	26	7.92	7.79
SBK tabanlı öğretim	28	4.85	4.76
Normal Öğretim	30	2.26	2.46

Tablo 4.74’e göre farklı öğretim yönteminin uygulandığı sınıflara ait düzeltilmiş son test puan ortalamalarına göre, öğrencilerin ‘*Örnek*’ puanları üzerine en fazla çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş öğretim yöntemi (7.79), en az ise normal öğretim yöntemi (2.46) etkilidir. 9. Sınıf öğrencilerinin, sınıfta uygulanan öğretim yöntemine göre Kavram haritası ‘*Örnek*’ puanları açısından aralarında fark olup olmadığını anlamak için yapılan ANCOVA analizi sonuçları Tablo 4.75’te sunulmuştur.

Tablo 4.75. Yöntemin ‘örnek’ puanı üzerine etkisini belirlemeye yönelik yapılan ANCOVA analizi sonucu

Kaynak	Sd	Kareler ortalaması	F	p	Kısmi Eta Kare
Ön test	1	93.365	11.351	.001	.126
Sınıf	2	191.002	23.222	.000	.370
Hata	79	8.225			
Toplam	83				

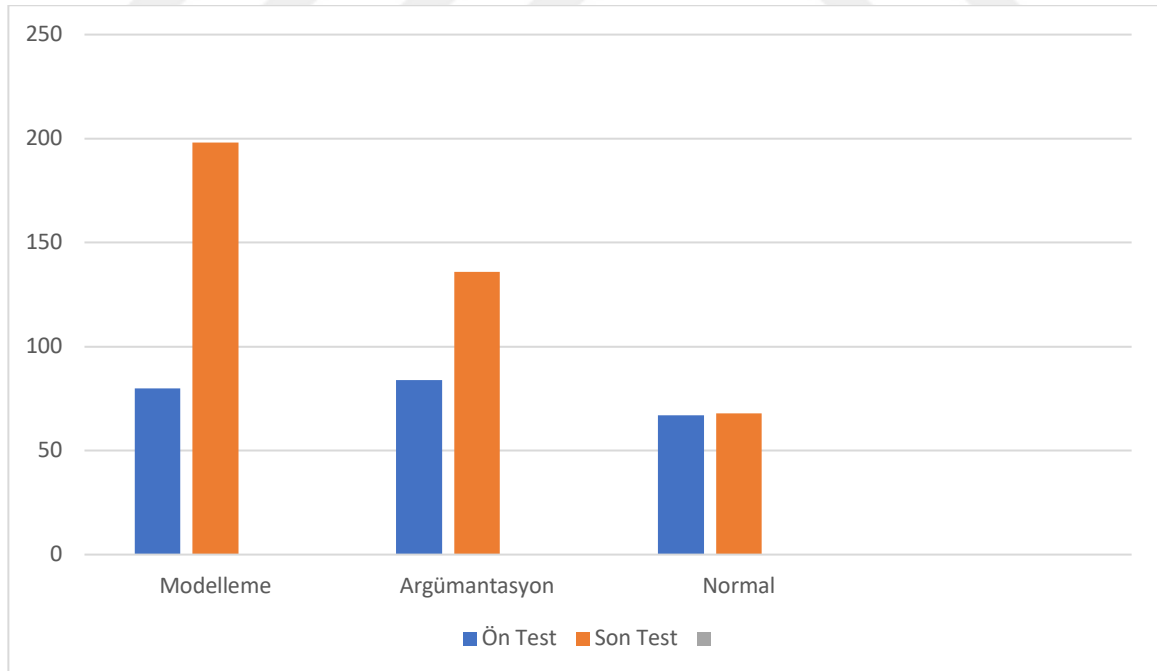
Tablo 4.75 incelendiğinde araştırmaya katılan ve üç farklı öğretim yöntemi uygulanan öğrencilerin ön testlerine göre düzeltilmiş son test puan ortalamaları arasında anlamlı farklılık vardır ($F(2, 79)=23.222$ $p=.00$). Bu sonuca göre, öğretim yönteminin kavram haritasının ‘*Örnek*’ puanı üzerine etkisinin olduğu söylenebilir. Yöntemin kavram haritasının ‘*Örnek*’ puanı üzerine etkisi yüzde 37 düzeyindedir.

Farkın hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek amacıyla yapılan Bonferroni testi sonuçları Tablo 4.76’da gösterilmiştir. Çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretim yöntemiyle öğrenen öğrencilerin puan ortalaması (7.79), argümantasyon tabanlı SBK öğretim yöntemiyle (4.76) ve normal öğretim yöntemiyle öğrenen öğrencilerden (2.46) anlamlı derecede daha yüksektir ($p<0.05$).

Tablo 4.76. Bonferroni Testine Ait Veriler

Sınıf	Sınıf	Mean Difference	Std. Error	Sig.	%95 Confidence Interval for Difference	
					Lower Bound	Upper Bound
Modelleme	Argümantasyon	3.032	1.789	0.001	1.102	4.963
	Normal	5.330	1.783	0.000	3.416	7.244
Argümantasyon	Modelleme	-3.032	1.789	0.001	-4.963	-1.102
	Normal	2.297	1.759	0.010	0.442	4.153
Normal	Modelleme	-5.330	1.783	0.000	-7.244	-3.416
	Argümantasyon	-2.297	1.759	0.010	-4.153	-0.442

Tablo 4.76 incelendiğinde çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretimi ile argümantasyon tabanlı SBK öğretimi arasında anlamlı bir fark vardır ($p<0.005$). Benzer şekilde çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretiminin normal öğretime kıyasla aralarında anlamlı bir farklılık gözlenmiştir. Aynı şekilde argümantasyon tabanlı SBK öğretimi ile normal öğretim arasında ise anlamlı bir fark gözlenmiştir ($p<0.05$). Bu bilgiler ışığında çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretimi ile argümantasyon tabanlı SBK öğretiminin normal öğretime göre kavram haritasının 'Örnek' puanı üzerinde olumlu bir etkisi olduğu gözlenmiştir.



Grafik 4.16. Kavram Haritasından elde edilen örneklerin ön ve son test toplam puanların sınıflara göre karşılaştırılması

Grafik 4.16’da farklı öğretim yöntemlerin kullanıldığı sınıflarda bulunan öğrencilerin kavram haritasında kullandıkları ‘Örnek’lerin toplam puanlarının sınıflara göre karşılaştırılması verilmiştir. Grafik 4.16’ya göre Çoklu modelleme uygulamaları ile zenginleştirilmiş SBK uygulamalarının yapıldığı sınıftaki toplam ‘Örnek’ puanı ön testte 80, son testte 198 olmuştur. Argümantasyon temelli SBK öğretiminin yapıldığı sınıfta toplam ‘Örnek’ puanı 84 , son test toplam 136 puan alınmıştır. Normal öğretimin yapıldığı sınıfta ise ön testte 67 puan olurken son testte toplam 68 puan gözlenmiştir. Bu bağlamda Grafik 4.16 incelendiğinde Çoklu modelleme uygulamaları ile zenginleştirilmiş SBK öğretimi ile Argümantasyon temelli SBK öğretimin yapıldığı sınıfa ait öğrencilerin kavram haritalarında kullandıkları ‘Örnek’lerin toplam puanlarındaki artış daha fazla iken normal öğretimin yapıldığı sınıfta kavram haritasında kullanılan ‘Örnek’lerin toplam puanlarında değişim olmamıştır.

4.2.3. COVID-19 bağlamında çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretimi ile öğrencilerin Epistemolojik İnanç gelişiminin normal (geleneksel) öğretim ve Argümantasyon tabanlı SBK öğretimiyle karşılaştırma

4.2.3.1. Epistemolojik inanç anketinden elde edilen bulgular

Farklı öğretim yöntemlerinin uygulandığı üç gruba ait Epistemolojik inançlar anketi (EİA) ile ilgili değişkenlerin betimleyici özellikleri Tablo 4.77, Tablo 4.78 ve Tablo 4.79’da verilmiştir.

Tablo 4.77. Modelleme ile zenginleştirilmiş SBK Öğretimi yapılan grubun EİA ile ilgili Değişkenlerin Betimleyici Özellikleri

	Değişken	N	Ort	SS	95% Güven aralığı	
					Alt limit	Üst limit
Modelleme ağırlıklı SBK öğretimi	Ön test					
	EİA puan ortalaması	26	3.62	0.50	3.41	3.82
	Son test					
	EİA puan ortalaması	26	3.78	0.42	3.61	3.95

Çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretiminin uygulandığı 26 kişilik sınıfta öğrencilerin aldığı EİA ön test puan ortalaması 3.62 olurken EİA son test puan ortalaması 3.78 olarak gözlemlenmiştir.

Tablo 4.78. Argümantasyon tabanlı SBK Öğretimi yapılan grubun EİA ile ilgili Değişkenlerin Betimleyici Özellikleri

	Değişken	N	Ort	SS	95% Güven aralığı	
					Alt limit	Üst limit
Argümantasyon tabanlı SBK öğretimi	Ön test EİA puan ortalaması	28	3.32	0.50	3.13	3.52
	Son test EİA puan ortalaması	28	3.35	0.62	3.11	3.59

Argümantasyon tabanlı SBK öğretiminin uygulandığı 28 kişilik sınıftaki öğrencilerin EİA ön testte aldıkları puan ortalaması 3.32 iken EİA son test puan ortalaması 3.35 olarak belirlenmiştir.

Tablo 4.79. Normal Öğretim yapılan grubun EİA ile ilgili Değişkenlerin Betimleyici Özellikleri

	Değişken	N	Ort	SS	95% Güven aralığı	
					Alt limit	Üst limit
Normal Öğretim	Ön test EİA puan ortalaması	30	3.23	0.56	3.02	3.44
	Son test EİA puan ortalaması	30	3.35	0.42	3.11	3.43

Normal öğretimin devam ettiği 30 kişilik sınıftaki öğrencilerin EİA ön test puan ortalaması 3.23 olurken EİA son test puan ortalaması 3.35 olarak gözlenmiştir. Farklı öğretim yönteminin uygulandığı sınıfların EİA ön test ve son test puanlarının normal dağılım analizi Tablo 4.80’te gösterilmiştir.

Tablo 4.80. Farklı öğretim yöntemi kullanılan sınıfların EİA Ön Test-Son test puanlarının Normal Dağılım Gösterip Göstermediğini Belirlemek Amacıyla Yapılan Tek Örneklem Shapiro-Wilk Analiz Sonuçları

Grup	Değişken	N	Ort	SS	sd	p	Skewness	Skewness Standart hata	Kurtosis	Kurtosis standart hata
Modelleme sınıfı	Ön test	26	3.62	0.09	0.50	0.08	-1.36	0.45	1.83	0.88
	Son test	26	3.78	0.08	0.41	0.06	-1.39	0.45	2.19	0.88
Argümantasyon Sınıfı	Ön Test	28	3.32	0.09	0.50	0.12	-0.10	0.44	-1.10	0.85
	Son test	28	3.35	0.11	0.62	0.18	-0.867	0.44	0.35	0.85
	Ön test	30	3.23	0.10	0.56	0.2	0.03	0.42	0.46	0.83

Normal Öğretim Sınıfı	Son test	30	3.27	0.07	0.42	0.6	0.83	0.42	-0.34	0.83

Tablo 4.80’de Shapiro-Wilk analiz sonuçlarından elde edilen verilere göre $p>0.05$ olduğundan normal dağılıma uygundur. Çoklu modelleme uygulamaları ile zenginleştirilmiş SBK öğretiminin, Argümantasyon tabanlı SBK öğretiminin ve normal öğretimin uygulandığı sınıfların ön test ve son testlerinin varyanslarını belirlemek amacıyla yapılan Levene’s Testi sonuçları Tablo 4.81’de verilmiştir.

Tablo 4.81. Farklı Öğretim Yöntemleri Uygulanan Sınıfların EİA Ön Test-Son Test Puanlarının Levene’s Testi Sonuçları

Değişken	p
EİA Ön Test	0.554
EİA Son test	0.512

Tablo 4.81’de EİA’ne ait verilen değerler $p>0.05$ olduğundan grupların varyansları eşit sayılmıştır. Farklı öğretim yöntemlerinin uygulandığı sınıfların EİA’ne ait düzeltilmiş son test puanlarının karşılaştırılması Tablo 4.82’de verilmiştir.

Tablo 4.82. Öğrencilerin EİA son test puanlarının gruplara göre dağılımı

Gruplar	N	Ortalama	Düzeltilmiş Ortalama
Modelleme tabanlı öğretim	26	3.78	3.79
SBK tabanlı öğretim	28	3.35	3.35
Normal Öğretim	30	3.27	3.26

Farklı öğretim yöntemlerinin uygulandığı sınıflara ait düzeltilmiş son test ortalamalarına göre, öğrencilerin EİA puanları ortalamaları üzerine en fazla çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretim yönteminin (3.79), en az ise normal öğretim yöntemin (3.26) etkili olduğu görülmüştür. 9. Sınıf öğrencilerinin, sınıfta uygulanan öğretim yöntemine göre EİA puan ortalamaları açısından aralarında fark olup olmadığını anlamak için yapılan ANCOVA analizi sonuçları Tablo 4.83’te sunulmuştur.

Tablo 4.83. Yöntemin *Epistemolojik İnanç puan ortalamaları* üzerine etkisini belirlemeye yönelik yapılan ANCOVA analizi sonucu

Kaynak	Sd	Kareler ortalaması	F	p	Kısmi Eta Kare
Ön test	1	0.047	0.186	.668	.002
Sınıf	2	1.985	7.838	.001	.164
Hata	80	0.253			
Toplam	83				

Tablo 4.83 incelendiğinde araştırmaya katılan ve üç farklı öğretim yöntemi uygulanan öğrencilerin ön test *EİA* puan ortalamalarına göre düzeltilmiş son test *EİA* puan ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık vardır. ($F(2, 80)=7.838, p=.001$). Bu sonuca göre, öğretim yönteminin *Epistemolojik İnanç Gelişimi* üzerine etkisinin olduğu söylenebilir. Yöntemin *Epistemolojik İnanç Gelişimi* üzerine etkisi yüzde 16 düzeyindedir.

Farkın hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek amacıyla yapılan Bonferroni testi sonuçları Tablo 4.84'te gösterilmiştir. Çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretim yöntemiyle öğrenen öğrencilerin *EİA* puan ortalaması (3.79), argümantasyon tabanlı SBK öğretim yöntemiyle öğrenen öğrencilerin *EİA* puan ortalaması (3.35), Normal öğretim yöntemiyle öğrenenlerden (3.26) anlamlı bir fark vardır. ($p<0.05$).

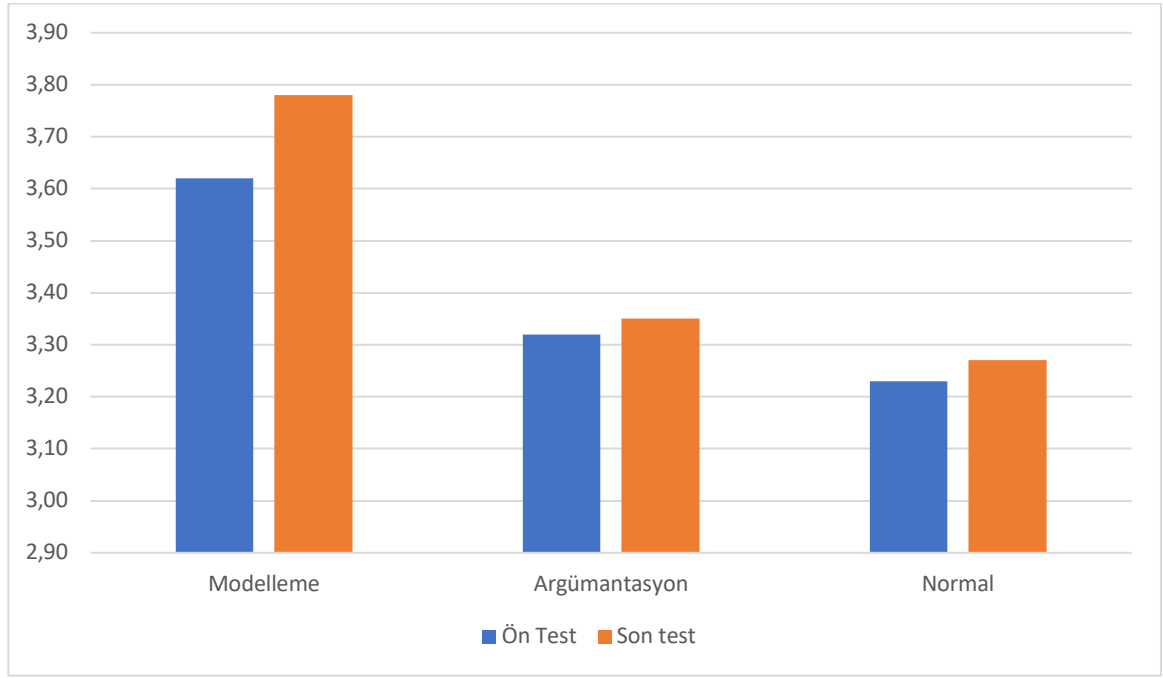
Tablo 4.84. Bonferroni testine Ait Veriler

Sınıf	Sınıf	Mean Difference	Std. Error	Sig.	%95 Confidence Interval for Difference	
					Lower Bound	Upper Bound
Modelleme	Argümantasyon	0.444	0.141	0.007	0.100	0.788
	Normal	0.527	0.141	0.001	0.183	0.872
Argümantasyon	Modelleme	-0.444	0.141	0.007	-0.788	-0.100
	Normal	0.083	0.133	1.000	-0.241	0.407
Normal	Modelleme	-0.527	0.141	0.001	-0.872	-0.183
	Argümantasyon	-0.083	0.133	1.000	-0.407	0.241

Farklı öğretim yöntemlerinin uygulandığı sınıfların *EİA* puan ortalamalarının hangi gruplar arasında gerçekleştiğini gösteren Bonferroni testi sonuçlarına göre Tablo 4.84'te görüldüğü üzere çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretimi ile argümantasyon tabanlı SBK öğretimi arasında anlamlı bir farklılık gözlenmiştir ($p<0.05$). Çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretimi ile normal öğretimin uygulandığı sınıf ile aralarında anlamlı bir farklılık gözlenmiştir ($p<0.05$). Argümantasyon tabanlı SBK öğretimi ile normal öğretim arasında anlamlı bir fark gözlenmemiştir. Elde edilen bu verilere göre çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretiminin *Epistemolojik İnanç gelişimine* etkisi argümantasyon tabanlı SBK öğretimi ve normal öğretime göre daha etkili olduğu söylenebilir.

Farklı öğretim yöntemlerinin uygulandığı sınıfların *EİA* ön test ve son test puan ortalamaları Grafik 4.17'de verilmiştir. Grafik 4.17 yukarıda yer alan bulguların özeti niteliğindedir. Bu grafiğe göre Çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK

öğretiminin yapıldığı sınıfta EİA ön test puan ortalaması 3.62 olurken son testte ortalama 3.78 puan olmuştur. Bu bağlamda çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretiminin uygulandığı sınıfa ait ön test EİA puan ortalaması, EİA son test puan ortalamalarından yüksek olduğu görülmektedir. Argümantasyon tabanlı SBK uygulamasının uygulandığı ve normal öğretimin yapıldığı sınıflarda ise bu fark çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretimine kıyasla daha azdır.



Grafik 4.17 Farklı öğretim yöntemlerinin uygulandığı sınıflara ait EİA Ön test ve Son test puan ortalamalarının karşılaştırılması

4.2.3.2. Epistemolojik inançlar anketinin alt boyutlarının incelenmesi

Bu çalışmada epistemolojik inanç anketi *bilginin kaynağı ve değişmezliği*, *bilginin gerekçelendirilmesi* ve *bilginin gelişimi* şeklinde üç boyutta sınıflandırmıştır. Epistemolojik inançlar anketinin bu alt boyutları ile ilgili değişkenlerin betimleyici özellikleri Tablo 4.85, Tablo 4.86 ve Tablo 4.87’da verilmiştir.

Tablo 4.85. Modelleme ile zenginleştirilmiş SBK Öğretimi yapılan grubun EİA ile ilgili Değişkenlerin Betimleyici Özellikleri

	Değişken	N	Ort	SS	95% Güven aralığı	
					Alt limit	Üst limit
Modelleme ağırlıklı SBK öğretimi	Ön test EİA ‘Bilginin kaynağı ve değişmezliği’ alt boyutu	26	3.64	0.11	3.40	3.88
	Ön test EİA ‘Bilginin gerekçelendirilmesi’ alt boyutu	26	3.50	0.15	3.18	3.81
	Ön test EİA ‘Bilginin gelişimi’ alt boyutu	26	3.69	0.14	3.40	3.98
	Son test EİA ‘Bilginin kaynağı ve değişmezliği’ alt boyutu	26	3.76	0.07	3.62	3.91
	Son test EİA ‘Bilginin gerekçelendirilmesi’ alt boyutu	26	3.64	0.10	3.41	3.86
	Son test EİA ‘Bilginin gelişimi’ alt boyutu	26	3.91	0.13	3.64	4.18

Tablo 4.85 incelendiğinde çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretiminin uygulandığı 26 kişilik sınıfa ait EİA boyutlarına ait ön test ve son test puan ortalamaları verilmiştir. ‘*Bilginin kaynağı ve değişmezliği*’ boyutunun ön test puan ortalaması 3.64 olurken son test 3.76 olarak gözlemiştir. *Bilginin gerekçelendirilmesi* boyutu ön testte 3.50 iken son testte 3.64 olmuştur. *Bilginin gelişimi* boyutu ön testte 3.69 olurken son testte 3.91 olarak belirlenmiştir.

Tablo 4.86. Argümantasyon tabanlı SBK Öğretimi yapılan grubun EİA ile ilgili Değişkenlerin Betimleyici Özellikleri

	Değişken	N	Ort	SS	95% Güven aralığı	
					Alt limit	Üst limit
Argümantasyon tabanlı SBK öğretimi	Ön test EİA ‘Bilginin kaynağı ve değişmezliği’ alt boyutu	28	3.23	0.08	3.05	3.42
	Ön test EİA ‘Bilginin gerekçelendirilmesi’ alt boyutu	28	3.46	0.11	3.21	3.70
	Ön test EİA ‘Bilginin gelişimi’ alt boyutu	28	3.70	0.11	3.46	3.93
	Son test EİA ‘Bilginin kaynağı ve değişmezliği’ alt boyutu	28	3.14	0.09	2.94	3.34
	Son test EİA ‘Bilginin gerekçelendirilmesi’ alt boyutu	28	3.40	0.14	3.05	3.67
	Son test EİA ‘Bilginin gelişimi’ alt boyutu	28	3.75	0.14	3.10	3.72

Tablo 4.86 incelendiğinde argümantasyon tabanlı SBK öğretiminin uygulandığı 28 kişilik sınıfa ait EİA boyutlarına ait ön test ve son test puan ortalamaları verilmiştir. *‘Bilginin kaynağı ve değişmezliği’* boyutunun ön test puan ortalaması 3.23 olurken son test 3.14 olarak gözlemiştir. *Bilginin gerekçelendirilmesi* boyutu ön testte 3.46 iken son testte 3.40 olmuştur. *Bilginin gelişimi* boyutu ön testte 3.70 olurken son testte 3.75 olarak belirlenmiştir.

Tablo 4.87. Normal Öğretim yapılan grubun EİA ile ilgili Değişkenlerin Betimleyici Özellikleri

	Değişken	N	Ort	SS	95% Güven aralığı	
					Alt limit	Üst limit
Normal öğretimi	Ön test EİA ‘Bilginin kaynağı ve değişmezliği’ alt boyutu	30	3.14	0.10	2.92	3.36
	Ön test EİA ‘Bilginin gerekçelendirilmesi’ alt boyutu	30	3.48	0.12	3.23	3.73
	Ön test EİA ‘Bilginin gelişimi’ alt boyutu	30	3.40	0.11	3.15	3.64
	Son test EİA ‘Bilginin kaynağı ve değişmezliği’ alt boyutu	30	3.16	0.08	2.98	3.33

Son test EİA 'Bilginin gerekçelendirilmesi' alt boyutu	30	3.29	0.08	3.11	3.47
Son test EİA 'Bilginin gelişimi' alt boyutu	30	3.31	0.09	3.11	3.52

Tablo 4.87 incelendiğinde normal öğretiminin uygulandığı 30 kişilik sınıfa ait EİA boyutlarına ait ön test ve son test puan ortalamaları verilmiştir. '*Bilginin kaynağı ve değişmezliği*' boyutunun ön test puan ortalaması 3.14 olurken son test 3.16 olarak gözlemiştir. '*Bilginin gerekçelendirilmesi*' boyutu ön testte 3.48 iken son testte 3.29 olmuştur. '*Bilginin gelişimi*' boyutu ön testte 3.40 olurken son testte 3.31 olarak belirlenmiştir.

4.2.3.2.1. EİA Bilginin kaynağı ve değişmezliği (kesinliği) alt boyutu:

Farklı öğretim yöntemlerinin uygulandığı gruplara yönelik Epistemolojik İnanç Gelişiminin ölçülmesi amacıyla yapılan EİA'nın '*Bilginin kaynağı ve değişmezliği*' boyutundan alınan puanların normal dağılım gösterip göstermediğine dair yapılan Shapiro-Wilk Testi sonuçları Tablo 4.88'de gösterilmiştir.

Tablo 4.88. EİA Bilginin kaynağı ve değişmezliği alt boyutu Ön Test-Son test puanlarının Normal Dağılım Gösterip Göstermediğini Belirlemek Amacıyla Yapılan Tek Örneklem Shapiro-Wilk Analiz Sonuçları

Grup	Değişken	N	Ort	SS	sd	p	Skewness	Skewness Standart hata	Kurtosis	Kurtosis standart hata
Modelleme sınıfı	Ön test	26	3.64	0.11	0.60	0.33	-0.783	0.45	1.02	0.88
	Son test	26	3.76	0.07	0.35	0.23	-0.267	0.45	0.66	0.88
Argümantasyon Sınıfı	Ön Test	28	3.23	0.08	0.46	0.01	-0.297	0.44	1.39	0.85
	Son test	28	3.14	0.09	0.52	0.08	-1.588	0.44	2.132	0.85
Normal Öğretim Sınıfı	Ön test	30	3.14	0.10	0.58	0.41	1.05	0.42	1.27	0.83
	Son test	30	3.16	0.08	0.47	0.11	0.88	0.42	0.95	0.83

Tablo 4.88'de Shapiro-Wilk analiz sonuçlarından elde edilen verilere göre $p > 0.05$ olduğundan normal dağılıma uygundur. Çoklu modelleme uygulamaları ile zenginleştirilmiş SBK öğretiminin, Argümantasyon tabanlı SBK öğretiminin ve normal öğretimin uygulandığı sınıfların ön test ve son testlerinin varyanslarını belirlemek amacıyla yapılan Levene's Testi sonuçları Tablo 4.89'da verilmiştir.

Tablo 4.89. Farklı Öğretim Yöntemleri Uygulanan Sınıfların EİA Bilginin kaynağı ve değişmezliği alt boyutu Ön Test-Son Test Puanlarının Levene's Testi Sonuçları

Değişken	p
Ön test EİA 'Bilginin kaynağı ve değişmezliği' alt boyutu	0.477
Son test EİA 'Bilginin kaynağı ve değişmezliği' alt boyutu	0.465

Tablo 4.89'da EİA'nın '*Bilginin kaynağı ve değişmezliği*' boyutuna ait verilen değerler $p>0.05$ olduğundan grupların varyansları eşit sayılmıştır. Farklı öğretim yöntemlerinin uygulandığı sınıfların EİA'nın '*Bilginin kaynağı ve değişmezliği*'ne ait düzeltilmiş son test puanlarının karşılaştırılması Tablo 4.90'da verilmiştir.

Tablo 4.90. Öğrencilerin EİA Bilginin kaynağı ve değişmezliği alt boyutu son test puanlarının gruplara göre dağılımı

Gruplar	N	Ortalama	Düzeltilmiş Ortalama
Modelleme tabanlı öğretim	26	3.76	3.72
SBK tabanlı öğretim	28	3.14	3.15
Normal Öğretim	30	3.16	3.18

Farklı öğretim yöntemlerinin uygulandığı sınıflara ait düzeltilmiş son test ortalamalarına göre, öğrencilerin EİA'nın '*Bilginin kaynağı ve değişmezliği*'nin puanları ortalamaları üzerine en fazla çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretim yönteminin (3.76), en az ise argümantasyon tabanlı SBK öğretim yönteminin (3.14) etkili olduğu görülmüştür. 9. Sınıf öğrencilerinin, sınıfta uygulanan öğretim yöntemine göre EİA'nın '*Bilginin kaynağı ve değişmezliği*' puan ortalamaları açısından aralarında fark olup olmadığını anlamak için yapılan ANCOVA analizi sonuçları Tablo 4.91'de sunulmuştur.

Tablo 4.91. Yöntemin *Epistemolojik İnanç* 'Bilginin kaynağı ve değişmezliği' alt boyutu puan ortalamaları üzerine etkisini belirlemeye yönelik yapılan ANCOVA analizi sonucu

Kaynak	Sd	Kareler ortalaması	F	p	Kısmi Eta Kare
Ön test	1	0.445	2.156	.146	.026
Sınıf	2	2.39	11.571	.000	.224
Hata	80	0.20			
Toplam	84				

Tablo 4.91'e göre araştırmaya katılan ve üç farklı öğretim yöntemi uygulanan öğrencilerin ön Epistemolojik İnanç Anketi '*Bilginin kaynağı ve değişmezliği*' alt boyutu puan ortalamalarına göre düzeltilmiş son test *Epistemolojik İnanç* '*Bilginin kaynağı ve değişmezliği*' alt boyutu puan ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık vardır. ($F(2, 80)=11.571$, $p=.00$). Bu sonuca göre, öğretim yönteminin *Epistemolojik İnanç Gelişimi*

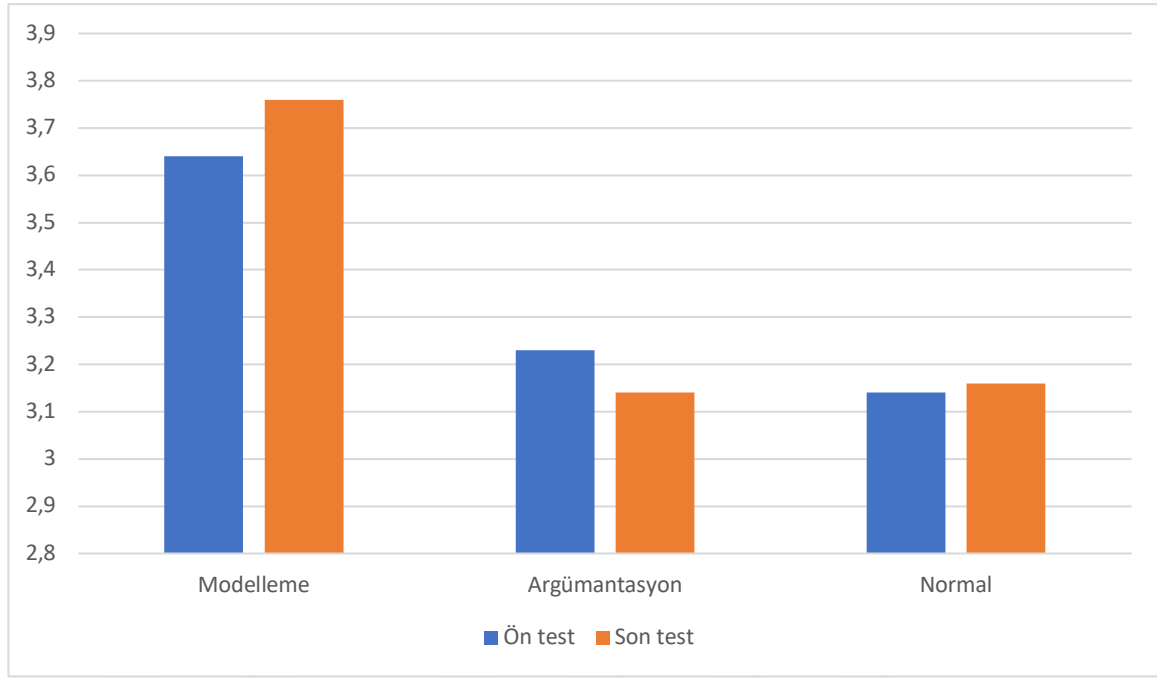
'*Bilginin kaynağı ve değişmezliği*' alt boyutu üzerine etkisinin olduğu söylenebilir. Yöntemin başarı üzerine etkisi yüzde 22 düzeyindedir.

Farkın hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek amacıyla yapılan Bonferroni testi sonucuna göre, Çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretim yöntemiyle öğrenen öğrencilerin Epistemolojik İnanç '*Bilginin kaynağı ve değişmezliği*' alt boyutu puan ortalaması (3.72), SBK tabanlı öğretim yöntemiyle öğrenen öğrencilerin Epistemolojik İnanç '*Bilginin kaynağı ve değişmezliği*' alt boyutu puan ortalaması (3.15), Normal öğretim yöntemiyle öğrenenlerden (3.18) anlamlı bir fark vardır. ($p<0.05$).

Tablo 4.92. Bonferroni Testine Ait Veriler

Sınıf	Sınıf	Mean Difference	Std. Error	Sig.	%95 Confidence Interval for Difference	
					Lower Bound	Upper Bound
Modelleme	Argümantasyon	0.567	0.129	0.000	0.251	0.882
	Normal	0.536	0.130	0.000	0.218	0.853
Argümantasyon	Modelleme	-0.567	0.129	0.000	-0.882	-0.251
	Normal	-0.031	0.120	1.000	-0.324	0.262
Normal	Modelleme	-0.536	0.130	0.000	-0.853	-0.218
	Argümantasyon	0.031	0.120	1.000	-0.262	0.324

Farklı öğretim yöntemlerinin uygulandığı sınıfların EİA '*Bilginin kaynağı ve değişmezliği*' puan ortalamalarının hangi gruplar arasında gerçekleştiğini gösteren Bonferroni testi sonuçlarına göre Tablo 4.92'de görüldüğü üzere çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretimi ile argümantasyon tabanlı SBK öğretimi arasında anlamlı bir farklılık gözlenmiştir ($p<0.05$). Çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretimi ile normal öğretimin uygulandığı sınıf ile aralarında anlamlı bir farklılık gözlenmiştir ($p<0.05$). Argümantasyon tabanlı SBK öğretimi ile normal öğretim arasında anlamlı bir fark gözlenmemiştir. Elde edilen bu verilere göre çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretiminin Epistemolojik İnanç Anketinin '*Bilginin kaynağı ve değişmezliği*' boyutunun gelişimine etkisi argümantasyon tabanlı SBK öğretimi ve normal öğretime göre daha etkili olduğu söylenebilir.



Grafik 4.18. EİA Bilginin kaynağı ve değişmezliği alt boyutu ön test ve son test puan ortalamalarının sınıflara göre karşılaştırılması

Modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretimi, Argümantasyon tabanlı SBK öğretiminin ve normal öğretimin gerçekleştiği sınıflara ait EİA *Bilginin kaynağı ve değişmezliği* alt boyutu ortalama puanları Grafik 4.18’de verilmiştir. Bu grafiğe göre Çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretiminin uygulandığı sınıfta EİA *Bilginin kaynağı ve değişmezliği* alt boyutu puanlarının ortalamasına bakıldığında ön test ve son test arasında diğer sınıflara oranla daha fazla artış gözlenmektedir.

4.2.3.2.2. EİA Bilginin gerekçelendirilmesi (doğrulama) alt boyutu:

Farklı öğretim yöntemlerinin uygulandığı gruplara yönelik Epistemolojik İnanç Gelişiminin ölçülmesi amacıyla yapılan EİA’nın ‘*Bilginin gerekçelendirilmesi*’ boyutundan alınan puanların normal dağılım gösterip göstermediğine dair yapılan Shapiro-Wilk Testi sonuçları Tablo 4.93’te gösterilmiştir.

Tablo 4.93. EİA Bilginin gerekçelendirilmesi alt boyutu Ön Test-Son test puanlarının Normal Dağılım Gösterip Göstermediğini Belirlemek Amacıyla Yapılan Tek Örneklem Shapiro-Wilk Analiz Sonuçları

Grup	Değişken	N	Ort	SS	sd	p	Skewness	Skewness Standart hata	Kurtosis	Kurtosis standart hata
Modelleme sınıfı	Ön test	26	3.50	0.15	0.78	0.02	-1.061	0.45	2.451	0.88
	Son test	26	3.64	0.10	0.55	0.04	-1.01	0.45	0.647	0.88

Argümantasyon Sınıfı	Ön Test	28	3.46	0.11	0.63	0.58	0.20	0.44	-0.773	0.85
	Son test	28	3.36	0.14	0.79	0.17	-0.521	0.44	2.132	0.87
Normal Öğretim Sınıfı	Ön test	30	3.48	0.12	0.66	0.20	-0.99	0.42	2.22	0.83
	Son test	30	3.29	0.08	0.48	0.17	0.519	0.42	0.227	0.83

Tablo 4.93'te Shapiro-Wilk analiz sonuçlarından elde edilen verilere göre $p>0.05$ olduğundan normal dağılıma uygundur. Çoklu modelleme uygulamaları ile zenginleştirilmiş SBK öğretiminin, Argümantasyon tabanlı SBK öğretiminin ve normal öğretimin uygulandığı sınıfların ön test ve son testlerinin varyanslarını belirlemek amacıyla yapılan Levene's Testi sonuçları Tablo 4.94'te verilmiştir.

Tablo 4.94. Farklı Öğretim Yöntemleri Uygulanan Sınıfların EİA Bilginin gerekçelendirilmesi alt boyutu Ön Test-Son Test Puanlarının Levene's Testi Sonuçları

Değişken	p
Ön test EİA 'Bilginin gerekçelendirilmesi' alt boyutu	0.963
Son test EİA 'Bilginin Gerekçelendirilmesi' alt boyutu	0.541

Tablo 4.94'te EİA'nin '*Bilginin gerekçelendirilmesi*' boyutuna ait verilen değerler $p>0.05$ olduğundan grupların varyansları eşit sayılmıştır. Farklı öğretim yöntemlerinin uygulandığı sınıfların EİA'nin '*Bilginin gerekçelendirilmesi*'ne ait düzeltilmiş son test puanlarının karşılaştırılması Tablo 4.95'te verilmiştir.

Tablo 4.95. Öğrencilerin EİA Bilginin gerekçelendirilmesi alt boyutu son test puanlarının gruplara göre dağılımı

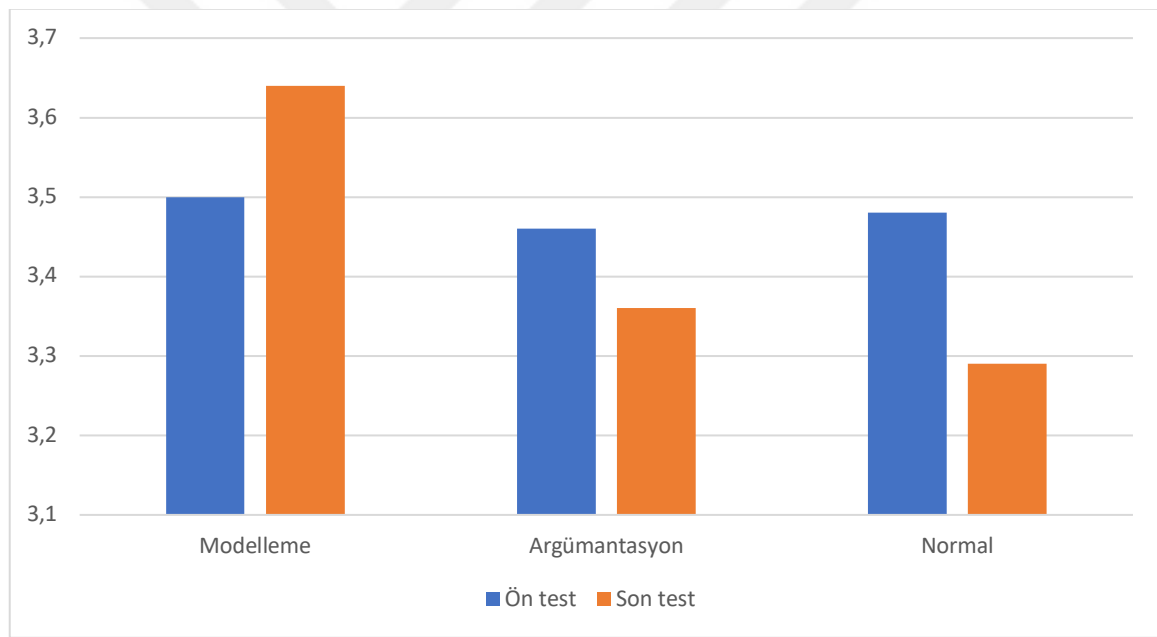
Gruplar	N	Ortalama	Düzeltilmiş Ortalama
Modelleme tabanlı öğretim	26	3.64	3.64
Argümantasyon tabanlı öğretim	28	3.36	3.36
Normal Öğretim	30	3.29	3.29

Farklı öğretim yöntemlerinin uygulandığı sınıflara ait düzeltilmiş son test ortalamalarına göre, öğrencilerin EİA'nin '*Bilginin gerekçelendirilmesi*'nin puanları ortalamaları üzerine en fazla çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretim yönteminin (3.64), en az ise normal öğretim yönteminin (3.29) etkili olduğu görülmüştür. 9. Sınıf öğrencilerinin, sınıfta uygulanan öğretim yöntemine göre EİA'nin '*Bilginin gerekçelendirilmesi*' puan ortalamaları açısından aralarında fark olup olmadığını anlamak için yapılan ANCOVA analizi sonuçları Tablo 4.96'da sunulmuştur.

Tablo 4.96. Yöntemin *Epistemolojik İnanç* ‘Bilginin gerekçelendirilmesi’ alt boyutu *puan ortalamaları* üzerine etkisini belirlemeye yönelik yapılan ANCOVA analizi sonucu

Kaynak	Sd	Kareler ortalaması	F	p	Kısmi Eta Kare
Ön test	1	0.019	0.048	.828	.001
Sınıf	2	0.919	2.337	.103	.055
Hata	80	0.393			
Toplam	84				

Tablo 4.96 incelendiğinde araştırmaya katılan ve üç farklı öğretim yöntemi uygulanan öğrencilerin ön *Epistemolojik İnanç Anketi* ‘Bilginin gerekçelendirilmesi’ alt boyutu puan ortalamalarına göre düzeltilmiş son test *Epistemolojik İnanç* ‘Bilginin gerekçelendirilmesi’ alt boyutu puan ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık yoktur ($F(2, 80)=2.337$, $p=.103$). Bu sonuca göre, öğretim yönteminin *Epistemolojik İnanç Gelişimi* ‘Bilginin gerekçelendirilmesi’ alt boyutu üzerine etkisinin olmadığı söylenebilir.



Grafik 4.19. EİA Bilginin gerekçelendirilmesi alt boyutu ön test ve son test puan ortalamalarının sınıflara göre karşılaştırılması

Çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretimi, Argümantasyon tabanlı SBK öğretimi ve normal öğretimin gerçekleştiği sınıflara ait EİA *Bilginin gerekçelendirilmesi* alt boyutu ortalama puanları Grafik 4.19’da verilmiştir. Bu grafiğe göre Çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretiminin uygulandığı sınıfta EİA *Bilginin gerekçelendirilmesi* alt boyutu puanlarının ortalamasına bakıldığında ön test

ve son test arasında diğer sınıflara oranla artış gözlenmektedir. Ancak Tablo 4.85’te de görüldüğü gibi sınıflar arasında anlamlı bir farklılık olmadığı sonucuna varılmıştır.

4.2.3.2.3. EİA Bilginin gelişimi alt boyutu:

Farklı öğretim yöntemlerinin uygulandığı gruplara yönelik Epistemolojik İnanç Gelişiminin ölçülmesi amacıyla yapılan EİA’nın ‘*Bilginin gelişimi*’ boyutundan alınan puanların normal dağılım gösterip göstermediğine dair yapılan Shapiro-Wilk Testi sonuçları Tablo 4.97’de gösterilmiştir.

Tablo 4.97. EİA Bilginin gelişimi alt boyutu Ön Test-Son test puanlarının Normal Dağılım Gösterip Göstermediğini Belirlemek Amacıyla Yapılan Tek Örneklem Shapiro-Wilk Analiz Sonuçları

Grup	Değişken	N	Ort	SS	sd	p	Skewness	Skewness Standart hata	Kurtosis	Kurtosis standart hata
Modelleme sınıfı	Ön test	26	3.69	0.14	0.71	0.07	-1.199	0.45	1.84	0.88
	Son test	26	3.91	0.13	0.66	0.01	-1.42	0.45	1.95	0.88
Argümantasyon Sınıfı	Ön Test	28	3.70	0.11	0.60	0.07	-0.51	0.44	-0.62	0.85
	Son test	28	3.72	0.14	0.79	0.20	-0.86	0.44	0.65	0.85
Normal Öğretim Sınıfı	Ön test	30	3.40	0.11	0.65	0.17	-0.13	0.42	-0.55	0.83
	Son test	30	3.41	0.09	0.54	0.20	0.22	0.42	-0.18	0.83

Tablo 4.97’de Shapiro-Wilk analiz sonuçlarından elde edilen verilere göre $p > 0.05$ olduğundan normal dağılıma uygundur. Çoklu modelleme uygulamaları ile zenginleştirilmiş SBK öğretiminin, Argümantasyon tabanlı SBK öğretiminin ve normal öğretimin uygulandığı sınıfların ön test ve son testlerinin varyanslarını belirlemek amacıyla yapılan Levene’s Testi sonuçları Tablo 4.98’de verilmiştir.

Tablo 4.98. Farklı Öğretim Yöntemleri Uygulanan Sınıfların EİA Bilginin gelişimi alt boyutu Ön Test-Son Test Puanlarının Levene’s Testi Sonuçları

Değişken	p
Ön test EİA ‘Bilginin gelişimi’ alt boyutu	0.933
Son test EİA ‘Bilginin gelişimi’ alt boyutu	0.244

Tablo 4.98’de verilen değerler $p > 0.05$ olduğundan grupların varyansları eşit sayılmıştır. Farklı öğretim yöntemlerinin uygulandığı sınıfların EİA *bilginin gelişimi* alt boyutu son test puanlarının karşılaştırılması Tablo 4.99’da verilmiştir.

Tablo 4.99. Öğrencilerin EİA Bilginin gelişimi alt boyutu son test puanlarının gruplara göre dağılımı

Gruplar	N	Ortalama Ortalama	Düzeltilmiş
Modelleme tabanlı öğretim	26	3.91	3.90
SBK tabanlı öğretim	28	3.41	3.40
Normal Öğretim	30	3.31	3.34

Farklı öğretim yöntemlerinin uygulandığı sınıflara ait düzeltilmiş son test ortalamalarına göre, öğrencilerin EİA'nin '*Bilginin gelişimi*'nin puanları ortalamaları üzerine en fazla çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretim yönteminin (3.90), en az ise normal öğretim yönteminin (3.34) etkili olduğu görülmüştür. 9. Sınıf öğrencilerinin, sınıfta uygulanan öğretim yöntemine göre EİA'nin '*Bilginin gelişimi*' puan ortalamaları açısından aralarında fark olup olmadığını anlamak için yapılan ANCOVA analizi sonuçları Tablo 4.100'de sunulmuştur.

Tablo 4.100. Yöntemin *Epistemolojik İnanç* '*Bilginin gelişimi*' alt boyutu *puan ortalamaları* üzerine etkisini belirlemeye yönelik yapılan ANCOVA analizi sonucu

Kaynak	Sd	Kareler ortalaması	F	p	Kısmi Eta Kare
Ön test	1	0.438	0.970	.328	.012
Sınıf	2	2.534	5.612	.005	.123
Hata	80	0.452			
Toplam	84				

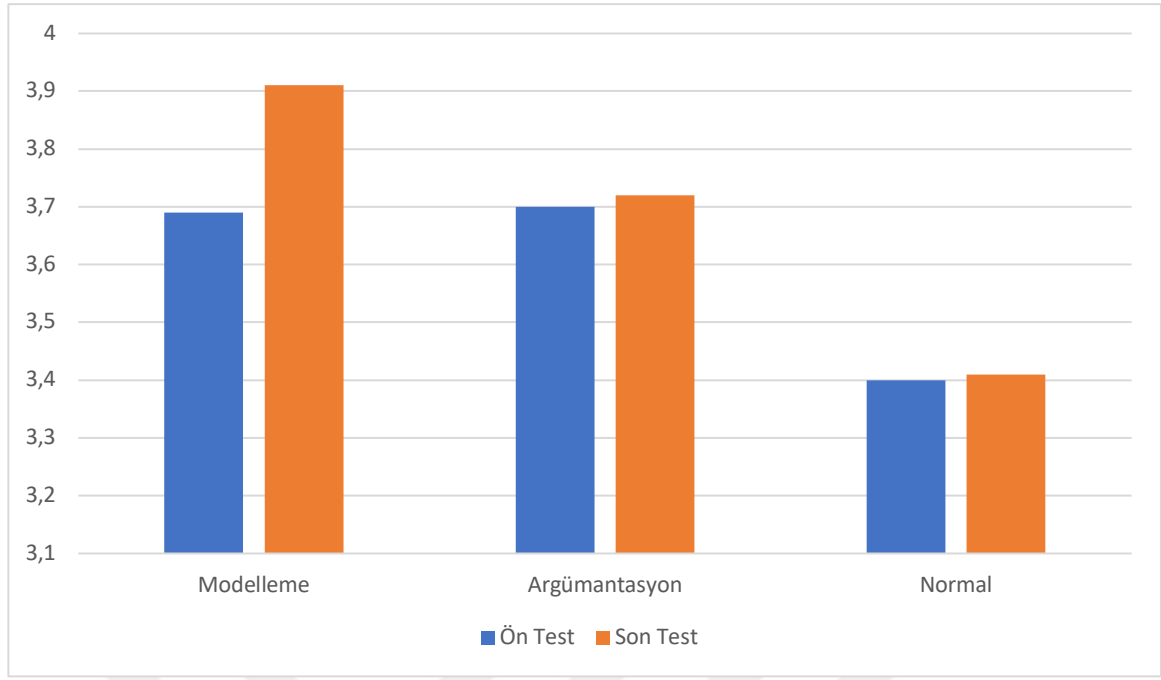
Tablo 4.100'e göre araştırmaya katılan ve üç farklı öğretim yöntemi uygulanan öğrencilerin ön *Epistemolojik İnanç Anketi* '*Bilginin gelişimi*' alt boyutu puan ortalamalarına göre düzeltilmiş son test *Epistemolojik İnanç* '*Bilginin gelişimi*' alt boyutu puan ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık vardır. ($F(2, 80)=5.612$, $p=.005$). Bu sonuca göre, öğretim yönteminin EİA '*Bilginin gelişimi*' alt boyutu üzerine etkisinin olduğu söylenebilir. Yöntemin başarı üzerine etkisi yüzde 12 düzeyindedir.

Farkın hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek amacıyla yapılan Bonferroni testi sonucu Tablo 4.101'de verilmiştir. Çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretim yöntemiyle öğrenen öğrencilerin EİA '*Bilginin gelişimi*' puan ortalaması (3.90), argümanatasyon tabanlı SBK öğretim yöntemiyle öğrenen öğrencilerin puan ortalaması (3.40), Normal öğretim yöntemiyle öğrenenlerden (3.34) anlamlı bir fark vardır. ($p<0.05$).

Tablo 4.101. Bonferroni Testine Ait Veriler

Sınıf	Sınıf	Mean Difference	Std. Error	Sig.	%95 Confidence Interval for Difference	
					Lower Bound	Upper Bound
Modelleme	Argümantasyon	0.499	0.183	0.024	0.051	0.946
	Normal	0.563	0.183	0.009	0.116	1.011
Argümantasyon	Modelleme	-0.499	0.183	0.024	-0.946	-0.051
	Normal	0.065	0.180	1.000	-0.375	0.504
Normal	Modelleme	-0.563	0.183	0.009	-1.011	-0.116
	Argümantasyon	-0.065	0.180	1.000	-0.504	0.375

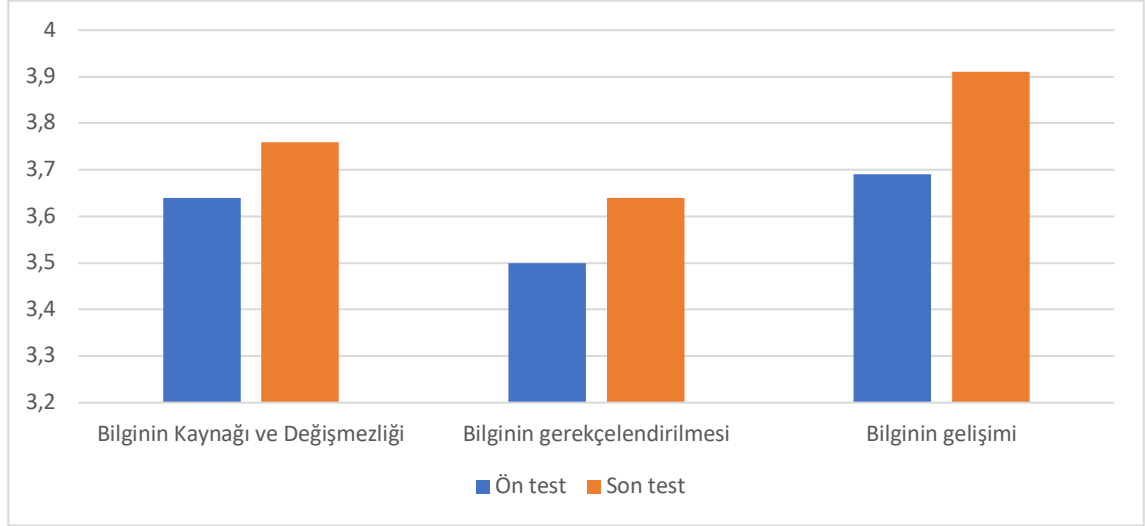
Farklı öğretim yöntemlerinin uygulandığı sınıfların EİA '*Bilginin gelişimi*' puan ortalamalarının hangi gruplar arasında gerçekleştiğini gösteren Bonferroni testi sonuçlarına göre Tablo 4.101'de görüldüğü üzere çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretimi ile argümantasyon tabanlı SBK öğretimi arasında anlamlı bir farklılık gözlenmiştir ($p<0.05$). Çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretimi ile normal öğretimin uygulandığı sınıf ile aralarında anlamlı bir farklılık gözlenmiştir ($p<0.05$). Argümantasyon tabanlı SBK öğretimi ile normal öğretim arasında anlamlı bir fark gözlenmemiştir. Elde edilen bu verilere göre çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretiminin Epistemolojik İnanç Anketinin '*Bilginin gelişimi*' boyutunun gelişimine etkisi argümantasyon tabanlı SBK öğretimi ve normal öğretime göre daha etkili olduğu söylenebilir.



Grafik 4.20. EİA Bilginin gelişimi alt boyutu ön test ve son test puan ortalamalarının sınıflara göre karşılaştırılması

Modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretimi, Argümantasyon tabanlı SBK öğretimi ve normal öğretimin gerçekleştiği sınıflara ait EİA *Bilginin gelişimi* alt boyutu ortalama puanları Grafik 4.20’de verilmiştir. Bu grafiğe göre Çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretiminin uygulandığı sınıfta EİA *Bilginin gelişimi* alt boyutu puanlarının ortalamasına bakıldığında ön test ve son test arasında diğer sınıflara oranla daha fazla artış gözlenmektedir.

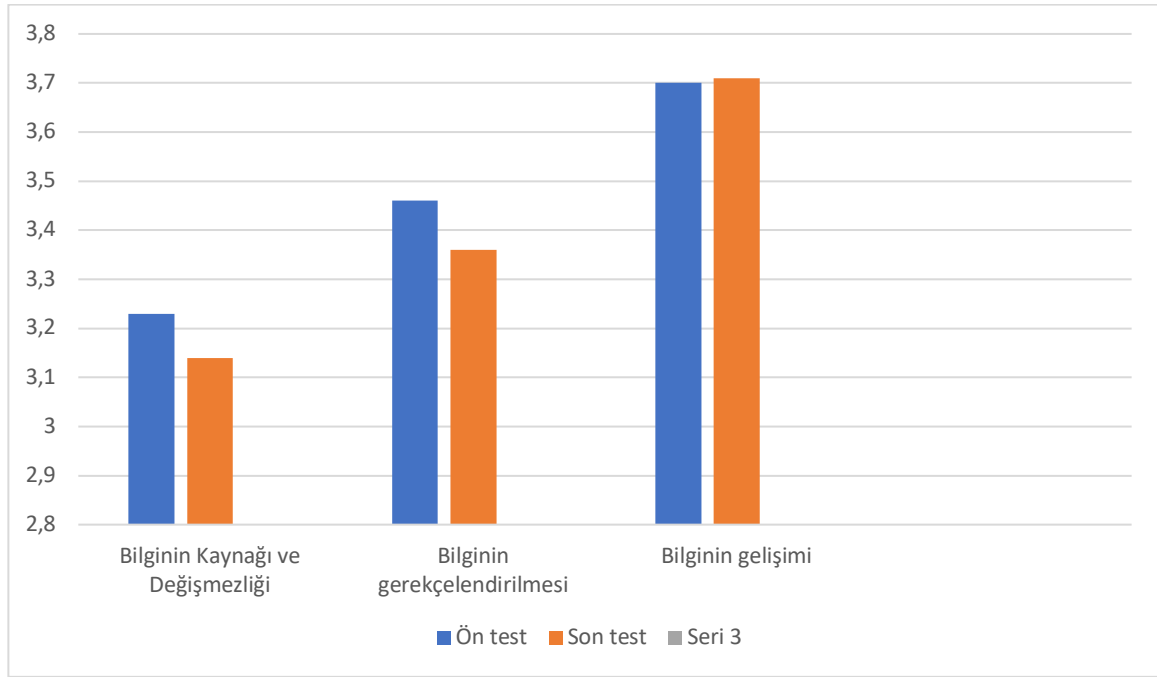
4.2.3.6. Çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretiminin uygulandığı sınıfa ait EİA bütün alt boyutlarının ön ve son test ortalama puanlarının karşılaştırılması



Grafik 4.21. Çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretiminin uygulandığı sına ait EİA alt boyutlarının ön test ve son test puan ortalamalarının karşılaştırılması

Grafik 4.21 incelendiğinde çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretiminin uygulandığı sınıfa ait EİA alt boyutlarının ön test ve son test ortalama puanları verilmiştir. Grafik 4.21'e göre EİA'nın bütün alt boyutlarının ortalama puanları artış göstermiştir. En fazla *bilginin gelişimi* alt boyutunda artış görüldüğü belirlenmiştir.

4.2.3.7. Argümantasyon tabanlı SBK öğretiminin uygulandığı sınıfa ait EİA bütün alt boyutlarının ön ve son test ortalama puanlarının karşılaştırılması



Grafik 4.22. Argümantasyon tabanlı SBK öğretiminin uygulandığı sınıfa ait EİA alt boyutlarının ön test ve son test puan ortalamalarının karşılaştırılması

Grafik 4.22 incelendiğinde ise argümantasyon tabanlı SBK öğretiminin uygulandığı sınıfa ait EİA alt boyutlarının ön test ve son test ortalama puanları verilmiştir. Grafiğe göre bütün sınıflarda EİA'nın bütün alt boyutlarının ortalama puanlarında belirgin bir artış görülmemiştir.

4.2.3.8. Normal öğretiminin uygulandığı sınıfa ait EİA bütün alt boyutlarının ön ve son test ortalama puanlarının karşılaştırılması



Grafik 4.23 Normal öğretimin uygulandığı sınıfa ait EİA alt boyutlarının ön test ve son test puan ortalamalarının karşılaştırılması

Grafik 4.23'te ise normal öğretiminin uygulandığı sınıfa ait EİA alt boyutlarının ön test ve son test ortalama puanları verilmiştir. Grafik 4.23'e göre EİA'nın bütün alt boyutlarının ortalama puanlarında belirgin bir artış görülmemiştir.

4.2.4. COVID-19 bağlamında çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretimi ile öğrencilerin yazılı argümantasyon becerisi gelişiminin normal (geleneksel) öğretim ve argümantasyon tabanlı SBK öğretimiyle karşılaştırma

4.2.4.1. Yazılı Argümantasyon Becerileri Anketinden Elde Edilen Bulgular

Farklı öğretim yöntemlerinin uygulandığı sınıfların yazılı argümantasyon becerisinin gelişimini belirlemek amacıyla öğrencilerin argümantasyon senaryolarına verdikleri cevapların Argümantasyon Becerilerini Değerlendirme Rubriği ile analizi sonucu elde edilen değişkenlerin betimleyici özellikleri Tablo 4.102, Tablo 4.103 ve Tablo 4.104'te verilmiştir.

Tablo 4.102. Modelleme ile zenginleştirilmiş SBK Öğretimi uygulanan sınıfın Yazılı Argümantasyon Becerileri Anketi ile ilgili Değişkenlerin Betimleyici Özellikleri

	Değişken	N	Ort	SS	95% Güven aralığı	
					Alt limit	Üst limit
Modelleme ağırlıklı SBK öğretimi	Ön test Yazılı Argümantasyon Anketi puan ortalaması	26	12.76	0.85	11.00	14.52
	Son test Yazılı Argümantasyon Anketi puan ortalaması	26	15.46	0.83	13.74	17.17

Tablo 4.102 incelendiğinde çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretiminin uygulandığı 26 kişilik sınıftaki öğrencilerin yazılı argümantasyon ön test puan ortalaması 12.76 olurken son test puan ortalaması 15.46 olduğu gözlenmiştir.

Tablo 4.103. Argümantasyon tabanlı SBK Öğretimi uygulanan sınıfın Yazılı Argümantasyon Becerileri Anketi ile ilgili Değişkenlerin Betimleyici Özellikleri

	Değişken	N	Ort	SS	95% Güven aralığı	
					Alt limit	Üst limit
Argümantasyon tabanlı SBK öğretimi	Ön test Yazılı Argümantasyon Anketi puan ortalaması	28	15.85	0.81	14.18	17.52
	Son test Yazılı Argümantasyon Anketi puan ortalaması	28	19.32	1.03	17.18	21.45

Tablo 4.103 incelendiğinde argümantasyon tabanlı SBK öğretiminin uygulandığı 28 kişilik sınıftaki öğrencilerin yazılı argümantasyon ön test puan ortalaması 15.85 olurken son test puan ortalaması 19.32 olduğu belirlenmiştir.

Tablo 4.104. Normal Öğretim uygulanan sınıfın Yazılı Argümantasyon Becerileri Anketi ile ilgili Değişkenlerin Betimleyici Özellikleri

	Değişken	N	Ort	SS	95% Güven aralığı	
					Alt limit	Üst limit
Normal Öğretim	Ön test Yazılı Argümantasyon Anketi puan ortalaması	30	16.16	0.53	15.06	17.26
	Son test Yazılı Argümantasyon Anketi puan ortalaması	30	12.60	0.79	10.97	14.22

Tablo 4.104'e göre normal öğretimin devam ettiği 30 kişilik sınıftaki öğrencilerin yazılı argümantasyon ön test puan ortalaması 16.16 olurken son test puan ortalaması 12.60 olduğu belirlenmiştir. Farklı öğretim yönteminin uygulandığı sınıfların Yazılı Argümantasyon Anketi ön test ve son test puanlarının normal dağılım analizi Tablo 4.105'te gösterilmiştir.

Tablo 4.105. Farklı öğretim yöntemi kullanılan sınıfların Yazılı Argümantasyon Becerileri
Ön Test-Son test puanlarının Normal Dağılım Gösterip Göstermediğini Belirlemek
Amacıyla Yapılan Tek Örneklem Shapiro-Wilk Analiz Sonuçları

Grup	Değişken	N	Ort	SS	sd	p	Skewness	Skewness Standart hata	Kurtosis	Kurtosis standart hata
Modelleme sınıfı	Ön test	26	12.76	0.85	4.35	0.361	0.128	0.456	-0.987	0.887
	Son test	26	15.46	0.83	4.24	0.246	0.366	0.456	0.763	0.887
Argümantasyon Sınıfı	Ön Test	28	15.85	0.81	4.30	0.590	0.526	0.441	-0.027	0.441
	Son test	28	19.32	1.03	5.49	0.171	-0.374	0.441	1.888	0.858
Normal Öğretim Sınıfı	Ön test	30	12.16	0.53	2.93	0.184	0.376	0.427	-0.067	0.833
	Son test	30	12.60	0.79	4.35	0.090	0.885	0.427	1.983	0.833

Tablo 4.105'te farklı öğretim yönteminin uygulandığı sınıfların yazılı argümantasyon puanlarının Shapiro-Wilk analizi sonucunda $p > 0.05$ olduğundan normal dağılıma uygun olduğu kabul edilmiştir. Çoklu modelleme ile zenginleştirilmiş SBK öğretiminin, argümantasyon tabanlı SBK öğretiminin ve normal öğretimin uygulandığı sınıfların ön test ve son testlerinin varyanslarını belirlemek amacıyla yapılan Levene's testi sonuçları Tablo 4.106'da verilmiştir.

Tablo 4.106. Farklı Öğretim Yöntemleri Uygulanan Sınıfların Yazılı Argümantasyon Anketi Ön Test-Son Test Puanlarının Levene's Testi Sonuçları

Değişken	p
Yazılı Argümantasyon Anketi Ön Test	0.080
Yazılı Argümantasyon Anketi Son test	0.578

Tablo 4.106'da yazılı argümantasyon ön test ve son test puanlarına ait $p > 0.05$ olduğundan grupların varyansları eşit sayılmıştır. Farklı öğretim yöntemlerinin uygulandığı sınıfların ön test ve son test düzeltilmiş puan ortalamalarının karşılaştırılması Tablo 4.107'de verilmiştir.

Tablo 4.107. Öğrencilerin yazılı argümantasyon becerileri test puanlarını gruplara göre dağılımı

Gruplar	N	Ortalama	Düzeltilmiş Ortalama
Modelleme tabanlı öğretim	26	15.46	16.70
Argümantasyon tabanlı öğretim	28	19.32	18.85
Normal Öğretim	30	12.60	11.95

Farklı öğretim yöntemlerinin uygulandığı sınıflara ait düzeltilmiş son test ortalamalarına göre, öğrencilerin yazılı argümantasyon puanları ortalamaları üzerine en fazla argümantasyon tabanlı SBK öğretim yönteminin (18.85), en az ise normal öğretim yönteminin

(11.95) etkili olduğu görülmüştür. 9. Sınıf öğrencilerinin, sınıfta uygulanan öğretim yöntemine göre yazılı argümantasyon puan ortalamaları açısından aralarında fark olup olmadığını anlamak için yapılan ANCOVA analizi sonuçları Tablo 4.108’de sunulmuştur.

Tablo 4.108. Yöntemin argümantasyon becerisi üzerine etkisini belirlemeye yönelik yapılan ANCOVA analizi sonucu

Kaynak	Sd	Kareler ortalaması	F	p	Kısmi Eta Kare
Ön test	1	376.572	20.939	.000	.207
Sınıf	2	357.572	19.877	.000	.332
Hata	80	17.989			
Toplam	84				

Tablo 4.108 incelendiğinde araştırmaya katılan ve üç farklı öğretim yöntemi uygulanan öğrencilerin ön testlerine göre düzeltilmiş son test puan ortalamaları arasında anlamlı farklılık vardır ($F(2, 80)=19.877$, $p=.00$). Bu sonuca göre, argümantasyon tabanlı SBK öğretim yönteminin yazılı argümantasyon becerisi üzerine etkisinin olduğu söylenebilir. Yöntemin yazılı argümantasyon becerisi üzerine etkisi yüzde 33 düzeyindedir.

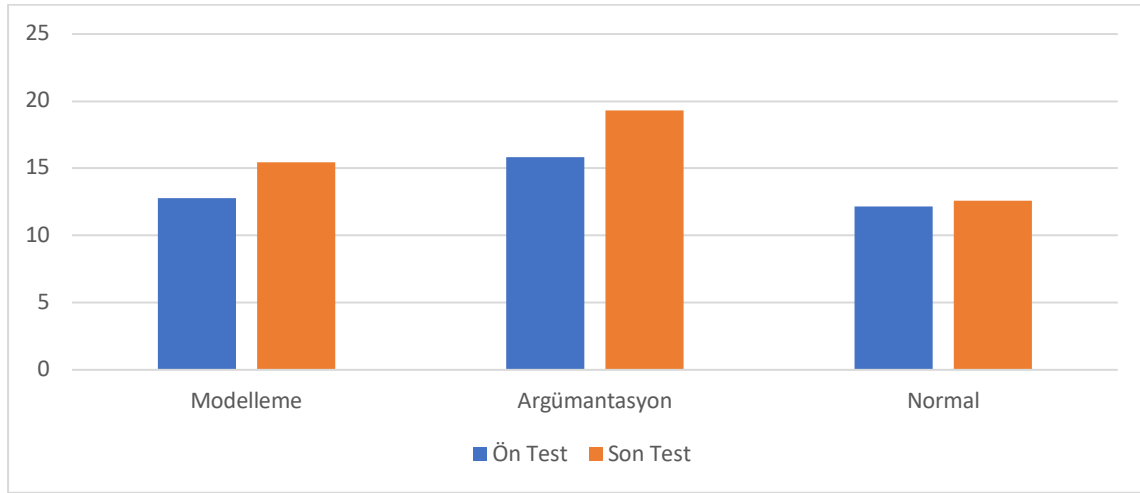
Farkın hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek amacıyla yapılan Bonferroni testi sonucu Tablo 4.109’da sunulmuştur. Argümantasyon tabanlı SBK öğretim yöntemiyle öğrenen öğrencilerin puan ortalaması (18.85), çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretim yöntemiyle öğrenen öğrencilerin yazılı argümantasyon beceri puan ortalaması (16.70), normal öğretim yöntemiyle öğrenenlerden (11.95) anlamlı derecede daha yüksektir ($p<0.05$).

Tablo 4.109. Bonferroni Testine Ait Veriler

Sınıf	Sınıf	Mean Difference	Std. Error	Sig.	%95 Confidence Interval for Difference	
					Lower Bound	Upper Bound
Modelleme	Argümantasyon	-2.147	1.214	0.243	-5.116	0.822
	Normal	4.746	1.209	0.001	1.790	7.702
Argümantasyon	Modelleme	2.147	1.214	0.243	-0.822	5.116
	Normal	6.893	1.115	0.000	4.166	9.620
Normal	Modelleme	-4.746	1.209	0.001	-7.702	-1.790
	Argümantasyon	-6.893	1.115	0.000	-9.620	-4.166

Farklı öğretim yöntemlerinin uygulandığı sınıfların yazılı argümantasyon becerisi puan ortalamalarının hangi gruplar arasında gerçekleştiğini gösteren Bonferroni testi sonuçlarına göre Tablo 4.109’da görüldüğü üzere argümantasyon tabanlı SBK öğretimi ile çoklu

modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretimi arasında anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir ($p>0.05$). Çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretimi ile normal öğretimin uygulandığı sınıf ile aralarında anlamlı bir farklılık gözlenmiştir ($p<0.05$). Argümantasyon tabanlı SBK öğretimi ile normal öğretim arasında anlamlı bir fark gözlenmiştir ($p<0.05$). Elde edilen bu verilere göre argümantasyon tabanlı SBK öğretimi ve çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretiminin yazılı argümantasyon becerisinin gelişimine etkisinin normal öğretime göre daha fazla olduğu söylenebilir.



Grafik 4.24. Farklı Öğretim Yöntemleri Uygulanan sınıfların Yazılı Argümantasyon Becerisi Ölçeğinden elde edilen ön test son test puanlarının karşılaştırılması

Grafik 4.24'te farklı öğretim yöntemlerinin uygulandığı sınıflardan elde edilen yazılı argümantasyon becerisi ön test son test puanları sınıflara göre karşılaştırılmıştır. Grafik 4.24'te görüldüğü gibi çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretimi uygulanan sınıf ile argümantasyon tabanlı SBK öğretiminin yapıldığı sınıfların ön test son test arasındaki fark normal öğretimin uygulandığı sınıfa göre fazladır.

4.2.4.2. Yazılı Argümantasyon Becerileri Anketinde Yer Alan Senaryolardan Elde Edilen Bulgular

Bu bölümde farklı öğretim yöntemlerinin uygulandığı sınıfların yazılı argümantasyon becerisini ölçmek amacıyla yapılan argümantasyon senaryolarına göre sınıfların aldıkları puanların karşılaştırılması sunulmuştur.

Senaryo 1: Glutensiz Diyet

Farklı öğretim yöntemlerinin uygulandığı sınıfların yazılı argümantasyon *Senaryo 1* puanlarının normal dağılıp dağılmadığını belirlemek amacıyla Shapiro-Wilk analizi sonuçları Tablo 4.110’da gösterilmiştir.

Tablo 4.110. Yazılı Argümantasyon Becerileri Senaryo 1 Ön Test-Son test puanlarının Normal Dağılım Gösterip Göstermediğini Belirlemek Amacıyla Yapılan Tek Örneklem Shapiro-Wilk Analiz Sonuçları

Grup	Değişken	N	Ort	SS	sd	p	Skewness	Skewness Standart hata	Kurtosis	Kurtosis standart hata
Modelleme sınıfı	Ön test	26	3.69	0.33	1.69	0.112	0.097	0.456	-0.872	0.887
	Son test	26	4.23	0.32	1.63	0.275	-0.044	0.456	-0.798	0.887
Argümantasyon Sınıfı	Ön Test	28	4.00	0.34	1.84	0.293	0.266	0.441	-0.368	0.858
	Son test	28	5.17	0.36	1.90	0.267	0.140	0.441	-0.369	0.858
Normal Öğretim Sınıfı	Ön test	30	4.26	0.27	1.48	0.238	0.253	0.427	0.675	0.833
	Son test	30	4.53	0.27	1.52	0.045	0.692	0.427	1.493	0.833

Tablo 4.110’da farklı öğretim yönteminin uygulandığı sınıfların *Senaryo 1’e ait* yazılı argümantasyon puanlarının Shapiro-Wilk analizi sonucunda $p>0.05$ olduğundan normal dağılıma uygun olduğu kabul edilmiştir. Çoklu modelleme ile zenginleştirilmiş SBK öğretiminin, argümantasyon tabanlı SBK öğretiminin ve normal öğretimin uygulandığı sınıfların ön test ve son testlerinin varyanslarını belirlemek amacıyla yapılan Levene’s testi sonuçları Tablo 4.111’de verilmiştir.

Tablo 4.111. Farklı Öğretim Yöntemleri Uygulanan Sınıfların Yazılı argümantasyon becerisi senaryo 1 Ön Test-Son Test Puanlarının Levene’s Testi Sonuçları

Değişken	p
Ön test Yazılı Argümantasyon becerisi Senaryo 1	0.383
Son test Yazılı Argümantasyon becerisi Senaryo 1	0.411

Tablo 4.111’de yazılı argümantasyon Senaryo 1’e ait ön test ve son test puanlarının $p>0.05$ olduğundan grupların varyansları eşit sayılmıştır. Farklı öğretim yöntemlerinin uygulandığı sınıfların yazılı argümantasyon Senaryo 1’e ait son test düzeltilmiş puan ortalamalarının karşılaştırılması Tablo 4.112’de verilmiştir.

Tablo 4.112. Öğrencilerin Yazılı Argümantasyon becerisi senaryo 1 son test puanlarının gruplara göre dağılımı

Gruplar	N	Ortalama	Düzeltilmiş Ortalama
Modelleme tabanlı öğretim	26	4.23	4.34
Argümantasyon tabanlı öğretim	28	5.17	5.17
Normal Öğretim	30	3.46	3.37

Farklı öğretim yöntemlerinin uygulandığı sınıflara ait düzeltilmiş son test ortalamalarına göre, öğrencilerin yazılı argümantasyon *Senaryo 1* puanları ortalamaları üzerine en fazla argümantasyon tabanlı SBK öğretim yönteminin (5.17), en az ise normal öğretim yönteminin (3.46) etkili olduğu görülmüştür. 9. Sınıf öğrencilerinin, sınıfta uygulanan öğretim yöntemine göre yazılı argümantasyon *Senaryo 1* puan ortalamaları açısından aralarında fark olup olmadığını anlamak için yapılan ANCOVA analizi sonuçları Tablo 4.113'te sunulmuştur.

Tablo 4.113. Yöntemin Yazılı Argümantasyon Becerisi Senaryo 1 puan ortalamaları üzerine etkisini belirlemeye yönelik yapılan ANCOVA analizi sonucu

Kaynak	Sd	Kareler ortalaması	F	p	Kısmi Eta Kare
Ön test	1	29.650	11.711	.001	.128
Sınıf	2	23.633	9.335	.000	.189
Hata	80	2.532			
Toplam	84				

Tablo 4.113 incelendiğinde araştırmaya katılan ve üç farklı öğretim yöntemi uygulanan öğrencilerin ön *Yazılı Argümantasyon Becerisi Senaryo 1* puan ortalamalarına göre düzeltilmiş son test puan ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık vardır. ($F(2, 80)=9.335$, $p=.000$). Bu sonuca göre, öğretim yönteminin *Yazılı argümantasyon becerisi senaryo 1 puanları* üzerine etkisinin olduğu söylenebilir. Yöntemin başarı üzerine etkisi yüzde 18 düzeyindedir.

Farkın hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek amacıyla yapılan Bonferroni testi sonucu Tablo 4.114'te verilmiştir. Argümantasyon tabanlı SBK öğretim yöntemiyle öğrenen öğrencilerin yazılı argümantasyon becerisi puan ortalaması (5.17), çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretim yöntemiyle öğrenen öğrencilerin Yazılı argümantasyon becerisi Senaryo 1 puan ortalaması (4.34), normal öğretim yöntemiyle öğrenenlerden (3.37) anlamlı bir fark vardır. ($p<0.05$).

Tablo 4.114. Bonferroni Testine Ait Veriler

Sınıf	Sınıf	Mean Difference	Std. Error	Sig.	%95 Confidence Interval for Difference	
					Lower Bound	Upper Bound
Modelleme	Argümantasyon	-0.837	0.435	0.173	-1.899	0.226
	Normal	0.971	0.431	0.080	-0.082	2.025
Argümantasyon	Modelleme	0.837	0.435	0.173	-0.226	1.899
	Normal	1.808	0.419	0.000	0.783	2.833
Normal	Modelleme	-0.971	0.431	0.080	-2.025	0.082
	Argümantasyon	-1.808	0.419	0.000	-2.833	-0.783

Farklı öğretim yöntemlerinin uygulandığı sınıfların yazılı argümantasyon becerisi *Senaryo 1* puan ortalamalarının hangi gruplar arasında gerçekleştiğini gösteren Bonferroni testi sonuçlarına göre Tablo 4.114'te de görüldüğü üzere argümantasyon tabanlı SBK öğretimi ile çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretimi arasında anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir ($p>0.05$). Çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretimi ile normal öğretimin uygulandığı sınıf ile aralarında anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir ($p>0.05$). Argümantasyon tabanlı SBK öğretimi ile normal öğretim arasında anlamlı bir fark gözlenmiştir ($p<0.05$). Elde edilen bu verilere göre argümantasyon tabanlı SBK öğretiminin çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretimi ve normal öğretime göre *Senaryo 1*'e ait yazılı argümantasyon becerisinin gelişimine etkisinin daha fazla olduğu söylenebilir.

Senaryo 2: Organik beslenme

Farklı öğretim yöntemlerinin uygulandığı sınıfların yazılı argümantasyon *Senaryo 2* puanlarının normal dağılıp dağılmadığını belirlemek amacıyla Shapiro-Wilk analizi sonuçları Tablo 4.110'da gösterilmiştir.

Tablo 4.115. Yazılı Argümantasyon Becerileri Senaryo 2 Ön Test-Son test puanlarının Normal Dağılım Gösterip Göstermediğini Belirlemek Amacıyla Yapılan Tek Örneklem Shapiro-Wilk Analiz Sonuçları

Grup	Değişken	N	Ort	SS	sd	p	Skewness	Skewness	Kurtosis	Kurtosis standart hata
								Standart hata		
Modelleme sınıfı	Ön test	26	3.46	0.24	1.27	0.088	0.535	0.456	-0.713	0.887
	Son test	26	3.88	0.30	1.53	0.245	1.222	0.456	1.191	0.887
	Ön Test	28	4.14	0.27	1.43	0.293	1.196	0.441	-1.368	0.858

Argümantasyon Sınıfı	Son test	28	4.82	0.26	1.38	0.017	0.522	0.441	0.164	0.858
Normal Öğretim Sınıfı	Ön test	30	4.10	0.14	0.80	0.080	0.668	0.427	0.553	0.833
	Son test	30	4.43	0.26	1.45	0.045	0.825	0.427	1.493	0.833

Tablo 4.115'te farklı öğretim yönteminin uygulandığı sınıfların *Senaryo 2*'ye ait yazılı argümantasyon puanlarının Shapiro-Wilk analizi sonucunda $p>0.05$ olduğundan normal dağılıma uygun olduğu kabul edilmiştir. Çoklu modelleme ile zenginleştirilmiş SBK öğretiminin, argümantasyon tabanlı SBK öğretiminin ve normal öğretimin uygulandığı sınıfların ön test ve son testlerinin varyanslarını belirlemek amacıyla yapılan Levene's testi sonuçları Tablo 4.116'da verilmiştir.

Tablo 4.116. Farklı Öğretim Yöntemleri Uygulanan Sınıfların Yazılı argümantasyon becerisi senaryo 2 Ön Test-Son Test Puanlarının Levene's Testi Sonuçları

Değişken	p
Ön test Yazılı Argümantasyon becerisi Senaryo 2	0.056
Son test Yazılı Argümantasyon becerisi Senaryo 2	0.924

Tablo 4.116'da yazılı argümantasyon *Senaryo 2*'ye ait ön test ve son test puanlarının $p>0.05$ olduğundan grupların varyansları eşit sayılmıştır. Farklı öğretim yöntemlerinin uygulandığı sınıfların yazılı argümantasyon *Senaryo 2*'ye ait son test düzeltilmiş puan ortalamalarının karşılaştırılması Tablo 4.117'de verilmiştir.

Tablo 4.117. Öğrencilerin Yazılı Argümantasyon becerisi senaryo 2 son test puanlarının gruplara göre dağılımı

Gruplar	N	Ortalama	Düzeltilmiş Ortalama
Modelleme tabanlı öğretim	26	3.88	4.00
Argümantasyon tabanlı öğretim	28	4.82	4.76
Normal Öğretim	30	3.46	3.41

Farklı öğretim yöntemlerinin uygulandığı sınıflara ait düzeltilmiş son test ortalamalarına göre, öğrencilerin yazılı argümantasyon *Senaryo 2* puanları ortalamaları üzerine en fazla argümantasyon tabanlı SBK öğretim yönteminin (4.82), en az ise normal öğretim yönteminin (3.46) etkili olduğu görülmüştür. 9. Sınıf öğrencilerinin, sınıfta uygulanan öğretim yöntemine göre yazılı argümantasyon *Senaryo 2* puan ortalamaları açısından aralarında fark olup olmadığını anlamak için yapılan ANCOVA analizi sonuçları Tablo 4.118'de sunulmuştur.

Tablo 4.118. Yöntemin *Yazılı Argümantasyon Becerisi Senaryo 2* puan ortalamaları üzerine etkisini belirlemeye yönelik yapılan ANCOVA analizi sonucu

Kaynak	Sd	Kareler ortalaması	F	p	Kısmi Eta Kare
Ön test	1	7.697	3.743	.057	.045
Sınıf	2	13.101	6.370	.003	.137
Hata	80	2.057			
Toplam	84				

Tablo 4.118'e göre araştırmaya katılan ve üç farklı öğretim yöntemi uygulanan öğrencilerin ön *Yazılı Argümantasyon Becerisi Senaryo 2* puan ortalamalarına göre düzeltilmiş son test puan ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık vardır. ($F(2, 80)=6.370$, $p=.003$). Bu sonuca göre, öğretim yönteminin *Yazılı argümantasyon becerisi senaryo 2 puanları* üzerine etkisinin olduğu söylenebilir. Yöntemin başarı üzerine etkisi yüzde 13 düzeyindedir.

Farkın hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek amacıyla yapılan Bonferroni testi sonucu Tablo 4.119'da verilmiştir. Argümantasyon tabanlı SBK tabanlı öğretim yöntemiyle öğrenen öğrencilerin yazılı argümantasyon becerisi *Senaryo 2* puan ortalaması (4.76), çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretim yöntemiyle öğrenen öğrencilerin *Yazılı argümantasyon becerisi Senaryo 2* puan ortalaması (4.00), Normal öğretim yöntemiyle öğrenenlerden (3.41) anlamlı bir fark vardır. ($p<0.05$).

Tablo 4.119. Bonferroni Testine Ait Veriler

Sınıf	Sınıf	Mean Difference	Std. Error	Sig.	%95 Confidence Interval for Difference	
					Lower Bound	Upper Bound
Modelleme	Argümantasyon	-0.760	0.401	0.185	-1.741	0.221
	Normal	0.583	0.394	0.427	-0.379	1.546
Argümantasyon	Modelleme	0.760	0.401	0.185	-0.221	1.741
	Normal	1.344	0.377	0.002	0.422	2.265
Normal	Modelleme	-0.583	0.394	0.427	-1.546	0.379
	Argümantasyon	-1.344	0.377	0.002	-2.265	-0.422

Farklı öğretim yöntemlerinin uygulandığı sınıfların yazılı argümantasyon becerisi *Senaryo 2* puan ortalamalarının hangi gruplar arasında gerçekleştiğini gösteren Bonferroni testi sonuçlarına göre Tablo 4.119'da görüldüğü üzere argümantasyon tabanlı SBK öğretimi

ile çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretimi arasında anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir ($p>0.05$). Çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretimi ile normal öğretimin uygulandığı sınıf ile aralarında anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir ($p>0.05$). Argümantasyon tabanlı SBK öğretimi ile normal öğretim arasında anlamlı bir fark gözlenmiştir ($p<0.05$). Elde edilen bu verilere göre argümantasyon tabanlı SBK öğretiminin çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretimi ve normal öğretime göre *Senaryo 2* 'ye ait yazılı argümantasyon becerisinin gelişimine etkisinin daha fazla olduğu söylenebilir.

Senaryo 3: Organ Nakli

Farklı öğretim yöntemlerinin uygulandığı sınıfların yazılı argümantasyon *Senaryo 3* puanlarının normal dağılıp dağılmadığını belirlemek amacıyla Shapiro-Wilk analizi sonuçları Tablo 4.120'de gösterilmiştir.

Tablo 4.120. Yazılı Argümantasyon Becerileri Senaryo 3 Ön Test-Son test puanlarının Normal Dağılım Gösterip Göstermediğini Belirlemek Amacıyla Yapılan Tek Örneklem Shapiro-Wilk Analiz Sonuçları

Grup	Değişken	N	Ort	SS	sd	p	Skewness	Skewness Standart hata	Kurtosis	Kurtosis standart hata
Modelleme sınıfı	Ön test	26	2.69	0.31	1.61	0.045	0.911	0.456	1.018	0.887
	Son test	26	3.50	0.23	1.17	0.011	0.160	0.456	-0.842	0.887
Argümantasyon Sınıfı	Ön Test	28	3.39	0.35	1.85	0.244	0.126	0.441	-0.808	0.858
	Son test	28	4.42	0.41	2.20	0.327	0.372	0.441	0.607	0.858
Normal Öğretim Sınıfı	Ön test	30	3.23	0.25	1.38	0.013	0.474	0.427	-0.321	0.833
	Son test	30	2.66	0.23	1.26	0.001	1.010	0.427	1.526	0.833

Tablo 4.120'de farklı öğretim yönteminin uygulandığı sınıfların *Senaryo 3'e ait* yazılı argümantasyon puanlarının Shapiro-Wilk analizi sonucunda $p>0.05$ olduğundan normal dağılıma uygun olduğu kabul edilmiştir. Çoklu modelleme ile zenginleştirilmiş SBK öğretiminin, argümantasyon tabanlı SBK öğretiminin ve normal öğretimin uygulandığı sınıfların ön test ve son testlerinin varyanslarını belirlemek amacıyla yapılan Levene's testi sonuçları Tablo 4.121'de verilmiştir.

Tablo 4.121. Farklı Öğretim Yöntemleri Uygulanan Sınıfların Yazılı argümantasyon becerisi senaryo 3 Ön Test-Son Test Puanlarının Levene's Testi Sonuçları

Değişken	p
Ön test Yazılı Argümantasyon becerisi Senaryo 3	0.236
Son test Yazılı Argümantasyon becerisi Senaryo 3	0.212

Tablo 4.121'de yazılı argümantasyon *Senaryo 3'e* ait ön test ve son test puanlarının $p>0.05$ olduğundan grupların varyansları eşit sayılmıştır. Farklı öğretim yöntemlerinin uygulandığı sınıfların yazılı argümantasyon *Senaryo 3'e* ait son test düzeltilmiş puan ortalamalarının karşılaştırılması Tablo 4.122'de verilmiştir.

Tablo 4.122. Öğrencilerin Yazılı Argümantasyon becerisi senaryo 3 son test puanlarının gruplara göre dağılımı

Gruplar	N	Ortalama	Düzeltilmiş Ortalama
Modelleme tabanlı öğretim	26	3.50	3.67
Argümantasyon tabanlı öğretim	28	4.42	4.31
Normal Öğretim	30	2.66	2.62

Farklı öğretim yöntemlerinin uygulandığı sınıflara ait düzeltilmiş son test ortalamalarına göre, öğrencilerin yazılı argümantasyon *Senaryo 3* puanları ortalamaları üzerine en fazla argümantasyon tabanlı SBK öğretim yönteminin (4.42), en az ise normal öğretim yönteminin (2.66) etkili olduğu görülmüştür. 9. Sınıf öğrencilerinin, sınıfta uygulanan öğretim yöntemine göre yazılı argümantasyon *Senaryo 3* puan ortalamaları açısından aralarında fark olup olmadığını anlamak için yapılan ANCOVA analizi sonuçları Tablo 4.123'te sunulmuştur.

Tablo 4.123. Yöntemin Yazılı Argümantasyon Becerisi Senaryo 3 puan ortalamaları üzerine etkisini belirlemeye yönelik yapılan ANCOVA analizi sonucu

Kaynak	Sd	Kareler ortalaması	F	p	Kısmi Eta Kare
Ön test	1	34.322	15.452	.000	.162
Sınıf	2	21.350	9.612	.000	.194
Hata	80	2.221			
Toplam	84				

Tablo 4.123 incelendiğinde araştırmaya katılan ve üç farklı öğretim yöntemi uygulanan öğrencilerin ön test *Yazılı Argümantasyon Becerisi Senaryo 3* puan ortalamalarına göre düzeltilmiş son test puan ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık vardır. ($F(2, 80)=9.612$, $p=.000$). Bu sonuca göre, öğretim yönteminin *Yazılı argümantasyon becerisi senaryo 3*

puanları üzerine etkisinin olduğu söylenebilir. Yöntemin başarı üzerine etkisi yüzde 19 düzeyindedir.

Farkın hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek amacıyla yapılan Bonferroni testi sonucu Tablo 4.124'te sunulmuştur. Argümantasyon tabanlı SBK öğretim yöntemiyle öğrenen öğrencilerin yazılı argümantasyon becerisi puan ortalaması (4.42), çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretim yöntemiyle öğrenen öğrencilerin Yazılı argümantasyon becerisi *Senaryo 3* puan ortalaması (3.50), Normal öğretim yöntemiyle öğrenenlerden (3.51) anlamlı bir fark vardır ($p<0.05$).

Tablo 4.124. Bonferroni testine Ait Veriler

Sınıf	Sınıf	Mean Difference	Std. Error	Sig.	%95 Confidence Interval for Difference	
					Lower Bound	Upper Bound
Modelleme	Argümantasyon	-0.648	0.412	0.360	-1.656	0.360
	Normal	1.050	0.403	0.033	0.064	2.036
Argümantasyon	Modelleme	0.648	0.412	0.360	-0.360	1.656
	Normal	1.698	0.392	0.000	0.739	2.656
Normal	Modelleme	-1.050	0.403	0.033	-2.036	-0.064
	Argümantasyon	-1.698	0.392	0.000	-2.656	-0.739

Farklı öğretim yöntemlerinin uygulandığı sınıfların yazılı argümantasyon becerisi *Senaryo 3* puan ortalamalarının hangi gruplar arasında gerçekleştiğini gösteren Bonferroni testi sonuçlarına göre Tablo 4.124'te görüldüğü üzere argümantasyon tabanlı SBK öğretimi ile çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretimi arasında anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir ($p>0.05$). Çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretimi ile normal öğretimin uygulandığı sınıf ile aralarında anlamlı bir farklılık gözlenmiştir ($p>0.05$). Argümantasyon tabanlı SBK öğretimi ile normal öğretim arasında anlamlı bir fark gözlenmiştir ($p<0.05$). Elde edilen bu verilere göre argümantasyon tabanlı SBK öğretimi ve çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretiminin *Senaryo 3*'e ait yazılı argümantasyon becerisinin gelişimine etkisinin normal öğretime göre daha fazla olduğu söylenebilir.

Senaryo 4: Aşı

Farklı öğretim yöntemlerinin uygulandığı sınıfların yazılı argümantasyon *Senaryo 4* puanlarının normal dağılıp dağılmadığını belirlemek amacıyla Shapiro-Wilk analizi sonuçları Tablo 4.125'te gösterilmiştir.

Tablo 4.125. Yazılı Argümantasyon Becerileri Senaryo 4 Ön Test-Son test puanlarının Normal Dağılım Gösterip Göstermediğini Belirlemek Amacıyla Yapılan Tek Örneklem Shapiro-Wilk Analiz Sonuçları

Grup	Değişken	N	Ort	SS	sd	p	Skewness	Skewness Standart hata	Kurtosis	Kurtosis standart hata
Modelleme sınıfı	Ön test	26	2.88	0.29	1.50	0.025	0.212	0.456	-0.899	0.887
	Son test	26	3.84	0.31	1.59	0.198	0.594	0.456	0.442	0.887
Argümantasyon Sınıfı	Ön Test	28	4.35	0.27	1.44	0.124	0.030	0.441	0.206	0.858
	Son test	28	4.85	0.35	1.86	0.088	-0.594	0.441	0.638	0.858
Normal Öğretim Sınıfı	Ön test	30	4.50	0.17	0.93	0.024	1.747	0.427	1.321	0.833
	Son test	30	4.03	0.26	1.46	0.032	0.142	0.427	-0.980	0.833

Tablo 4.125'te farklı öğretim yönteminin uygulandığı sınıfların *Senaryo 4'e ait* yazılı argümantasyon puanlarının Shapiro-Wilk analizi sonucunda $p>0.05$ olduğundan normal dağılıma uygun olduğu kabul edilmiştir. Çoklu modelleme ile zenginleştirilmiş SBK öğretiminin, argümantasyon tabanlı SBK öğretiminin ve normal öğretimin uygulandığı sınıfların ön test ve son testlerinin varyanslarını belirlemek amacıyla yapılan Levene's testi sonuçları Tablo 4.126'da verilmiştir.

Tablo 4.126. Farklı Öğretim Yöntemleri Uygulanan Sınıfların Yazılı argümantasyon becerisi senaryo 4 Ön Test-Son Test Puanlarının Levene's Testi Sonuçları

Değişken	p
Ön test Yazılı Argümantasyon becerisi Senaryo 4	0.340
Son test Yazılı Argümantasyon becerisi Senaryo 4	0.876

Tablo 4.126'da yazılı argümantasyon *Senaryo 3'e* ait ön test ve son test puanlarının $p>0.05$ olduğundan grupların varyansları eşit sayılmıştır. Farklı öğretim yöntemlerinin uygulandığı sınıfların yazılı argümantasyon *Senaryo 4'e* ait son test düzeltilmiş puan ortalamalarının karşılaştırılması Tablo 4.127'de verilmiştir.

Tablo 4.127. Öğrencilerin Yazılı Argümantasyon becerisi senaryo 4 son test puanlarının gruplara göre dağılımı

Gruplar	N	Ortalama	Düzeltilmiş Ortalama
Modelleme tabanlı öğretim	26	3.96	4.14
SBK tabanlı öğretim	28	4.85	4.78
Normal Öğretim	30	3.00	2.90

Farklı öğretim yöntemlerinin uygulandığı sınıflara ait düzeltilmiş son test ortalamalarına göre, öğrencilerin yazılı argümantasyon *Senaryo 4* puanları ortalamaları üzerine en fazla argümantasyon tabanlı SBK öğretim yönteminin (4.85), en az ise normal öğretim yönteminin (3.00) etkili olduğu görülmüştür. 9. Sınıf öğrencilerinin, sınıfta uygulanan öğretim yöntemine göre yazılı argümantasyon *Senaryo 4* puan ortalamaları açısından aralarında fark olup olmadığını anlamak için yapılan ANCOVA analizi sonuçları Tablo 4.128’de sunulmuştur.

Tablo 4.128. Yöntemin *Yazılı Argümantasyon Becerisi Senaryo 4* puan ortalamaları üzerine etkisini belirlemeye yönelik yapılan ANCOVA analizi sonucu

Kaynak	Sd	Kareler ortalaması	F	p	Kısmi Eta Kare
Ön test	1	3.922	1.477	.228	.018
Sınıf	2	26.116	9.833	.000	.197
Hata	80	2.656			
Toplam	84				

Tablo 4.128 incelendiğinde araştırmaya katılan ve üç farklı öğretim yöntemi uygulanan öğrencilerin ön test *Yazılı Argümantasyon Becerisi Senaryo 4* puan ortalamalarına göre düzeltilmiş son test puan ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık vardır. ($F(2, 80)=9.833$, $p=.000$). Bu sonuca göre, öğretim yönteminin *Yazılı argümantasyon becerisi senaryo 4 puanları* üzerine etkisinin olduğu söylenebilir. Yöntemin başarı üzerine etkisi yüzde 19 düzeyindedir.

Farkın hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek amacıyla yapılan Bonferroni testi sonucu Tablo 4.129’da sunulmuştur. Argümantasyon tabanlı SBK öğretim yöntemiyle öğrenen öğrencilerin yazılı argümantasyon becerisi *Senaryo 4* puan ortalaması (4.78), çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretim yöntemiyle öğrenen öğrencilerin Yazılı argümantasyon becerisi *Senaryo 4* puan ortalaması (4.14), Normal öğretim yöntemiyle öğrenenlerden (2.90) anlamlı bir fark vardır. ($p<0.005$).

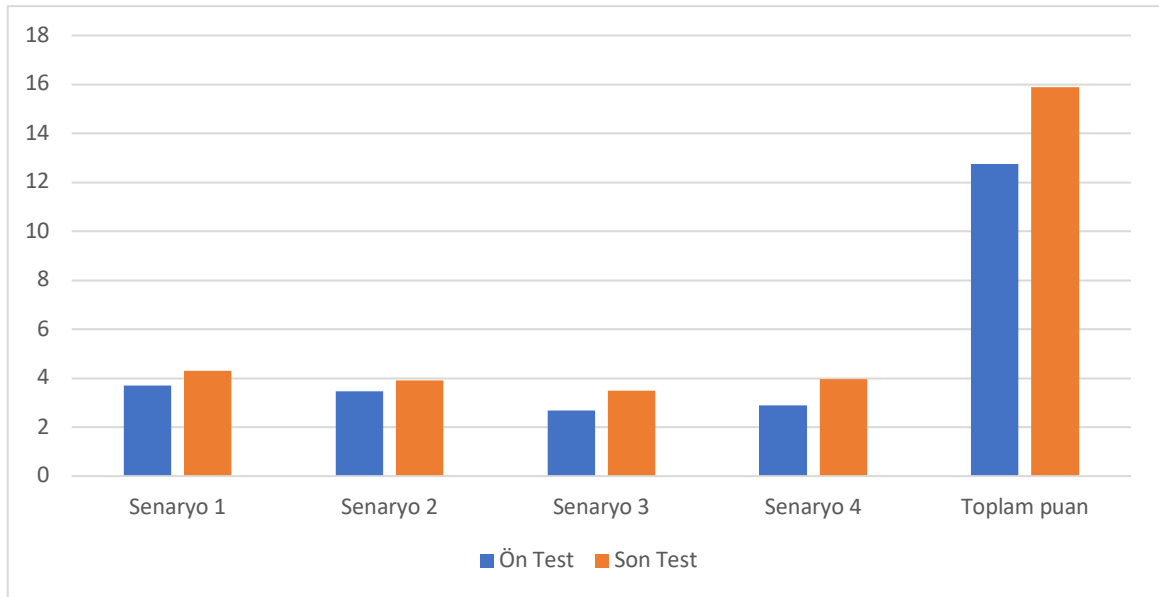
Tablo 4.129. Bonferroni Testine Ait Veriler

Sınıf	Sınıf	Mean Difference	Std. Error	Sig.	%95 Confidence Interval for Difference	
					Lower Bound	Upper Bound
Modelleme	Argümantasyon	-0.648	0.488	0.565	-1.842	0.546
	Normal	1.233	0.491	0.042	0.034	2.433
Argümantasyon	Modelleme	0.648	0.488	0.565	-0.546	1.842
	Normal	1.881	0.429	0.000	0.833	2.929
Normal	Modelleme	-1.233	0.491	0.042	-2.433	-0.034
	Argümantasyon	-1.881	0.429	0.000	-2.929	-0.833

Farklı öğretim yöntemlerinin uygulandığı sınıfların yazılı argümantasyon becerisi *Senaryo 4* puan ortalamalarının hangi gruplar arasında gerçekleştiğini gösteren Bonferroni testi sonuçlarına göre Tablo 4.129’da görüldüğü üzere argümantasyon tabanlı SBK öğretimi ile çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretimi arasında anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir ($p>0.05$). Çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretimi ile normal öğretimin uygulandığı sınıf ile aralarında anlamlı bir farklılık gözlenmiştir ($p>0.05$). Argümantasyon tabanlı SBK öğretimi ile normal öğretim arasında anlamlı bir fark gözlenmiştir ($p<0.05$). Elde edilen bu verilere göre argümantasyon tabanlı SBK öğretimi ve çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretiminin *Senaryo 4’e* ait yazılı argümantasyon becerisinin gelişimine etkisinin normal öğretime göre daha fazla olduğu söylenebilir.

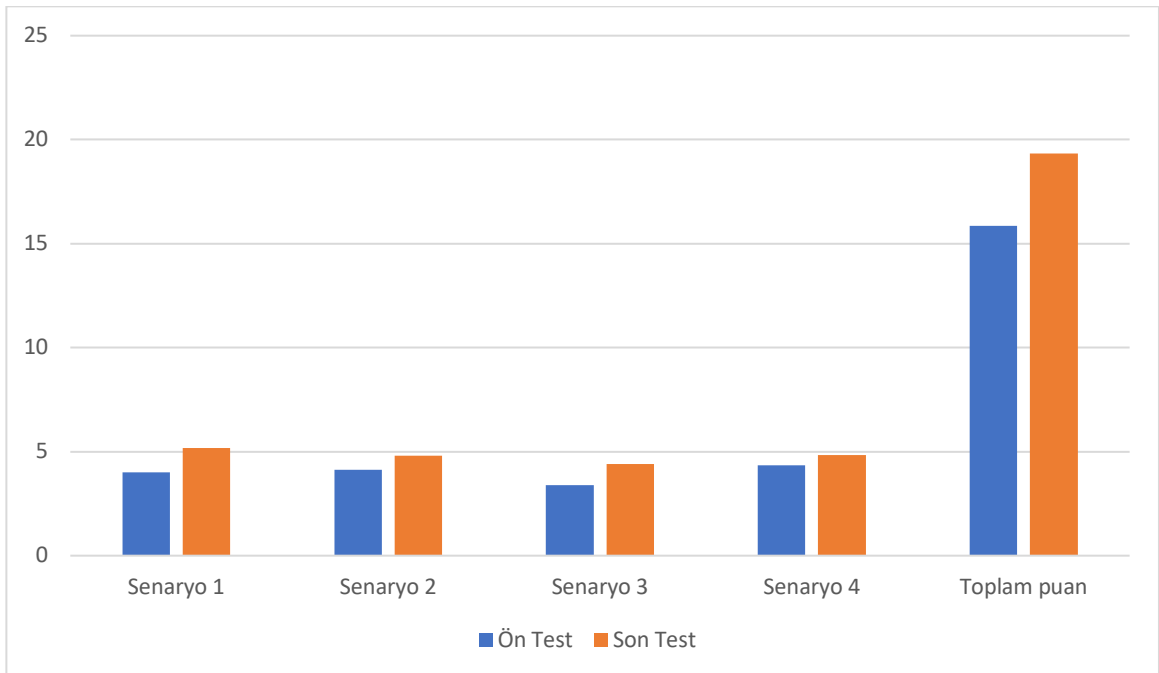
4.2.4.3. Farklı öğretim yöntemi kullanılan sınıfların Yazılı argümantasyon becerisi puanlarının senaryolara göre karşılaştırılması

Farklı öğretim yöntemlerinin uygulandığı sınıflarda Yazılı Argümantasyon Becerisini ölçmek için kullanılan dört senaryonun ön test son test farklarını görebilmek için Grafik 4.25, Grafik 4.26 ve Grafik 4.27 oluşturulmuştur.



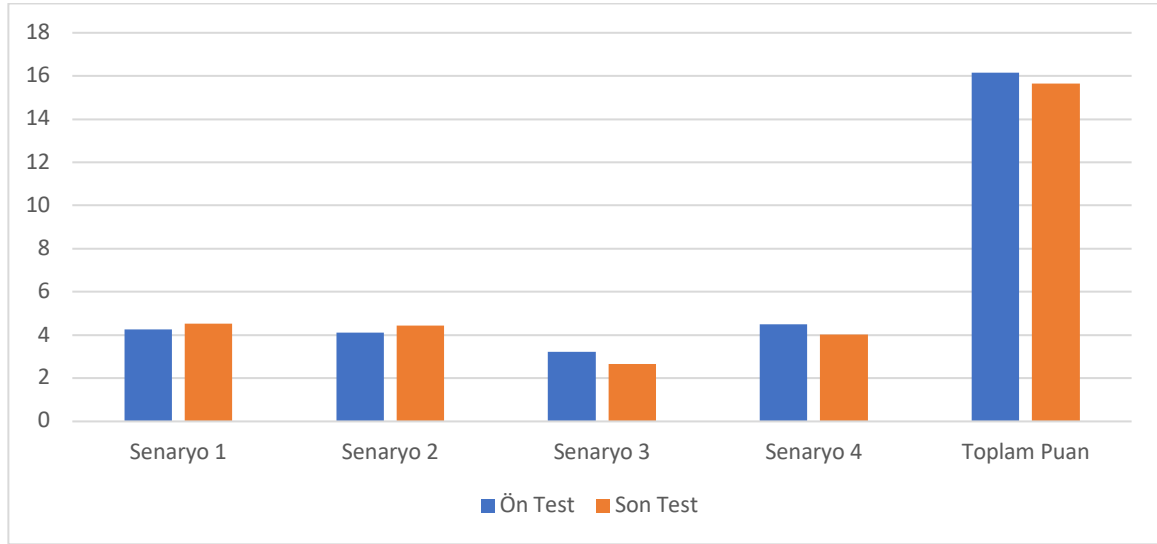
Grafik 4.25. Çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretimi uygulanan sınıfa ait Yazılı Argümantasyon Becerisi ön test-son test puanlarının karşılaştırılması

Modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretiminin yapıldığı sınıfa ait Yazılı Argümantasyon Becerisi ön test son test değerleri Grafik 4.25'te görülmektedir. Grafik incelendiğinde dört senaryoda da benzer oranlarda artış gerçekleştiği görülmektedir. Bütün senaryolardan alınan toplam puan incelendiğinde ise belirgin bir artışın gerçekleştiği görülmektedir.



Grafik 4.26. Argümantasyon Tabanlı SBK Öğretimi uygulanan sınıfa ait Yazılı Argümantasyon Becerisi ön test-son test puanlarının karşılaştırılması

Grafik 4.26’da ise Argümantasyon tabanlı SBK öğretiminin uygulandığı sınıfa ait Yazılı Argümantasyon Becerisi ön test ve son test değerleri görülmektedir. Grafiğe göre dört senaryonun hepsinde benzer oranlarda artış gözlemlendiği belirlenmiştir. Dört senaryonun tamamından elde edilen toplam puan değerlerine bakıldığında da belirgin bir artışın gerçekleştiği ortaya çıkmıştır. Normal öğretimin devam ettiği sınıfa ait Yazılı Argümantasyon Becerisi ön test ve son test değerleri ise Grafik 4.27’de verilmiştir.



Grafik 4.27. Normal Öğretimi uygulanan sınıfa ait Yazılı Argümantasyon Becerisi ön test-son test puanlarının karşılaştırılması

Grafik 4.27’de ise Senaryo 1 ve Senaryo 2 de bir miktar artış gözlenirken Senaryo 3 ve Senaryo 4’te yazılı argümantasyon becerisi puanlarında bir artış gözlenmemiştir. Bu değerlerin toplama yansımaları ise Yazılı Argümantasyon Becerisi ön test ve son test arasında belirgin bir artışın olmadığı şeklindedir.

4.2.4.4. Yazılı argümantasyon becerisinin alt becerilerinin incelenmesi

Farklı öğretim yönteminin uygulandığı sınıfların yazılı argümantasyon becerisi rubriğine göre belirlenen argümantasyon alt becerileri ile ilgili değişkenlerin betimleyici özellikleri Tablo 4.130, Tablo 4.131 ve Tablo 4.132’de verilmiştir.

Tablo 4.130. Modelleme ile zenginleştirilmiş SBK Öğretimi yapılan grubun yazılı argümantasyon alt becerileri ile ilgili Değişkenlerin Betimleyici Özellikleri

	Değişken	N	Ort	SS	95% Güven aralığı	
					Alt limit	Üst limit
Modelleme ağırlıklı SBK öğretimi	Ön test İddia ortaya koyabilme	26	3.96	0.38	3.88	4.04
	Ön test gerekçe sunabilme	26	3.84	0.38	3.05	4.63
	Ön test karşı iddia ortaya koyabilme	26	2.38	0.27	1.82	2.94
	Ön Test destekleyici sunabilme	26	2.42	0.37	1.64	3.19
	Ön Test Kanıt ya da çürütücü kullanabilme	26	0.07	0.07	-0.08	0.23
	Son test İddia ortaya koyabilme	26	4.23	0.11	3.99	4.46
	Son test gerekçe sunabilme	26	4.80	0.28	4.21	5.40
	Son test karşı iddia ortaya koyabilme	26	3.26	0.26	2.71	3.82
	Son Test destekleyici sunabilme	26	2.80	0.38	2.02	3.59
	Son Test Kanıt ya da çürütücü kullanabilme	26	0.69	0.34	-0.02	1.41

Tablo 4.130 incelendiğinde çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretiminin uygulandığı 26 kişilik sınıfta öğrencilerin argümantasyon senaryolarına verdikleri cevaplara bağlı olarak belirlenen argümantasyon alt becerilerine ait son test puan ortalamalarının ön teste göre artış gösterdiği gözlenmektedir. Bu alt becerilerden ‘İddia ortaya koyabilme’ ön testte ortalama puan 3.96 iken son testte 4.23 belirlenmiştir. ‘Gerekçe Sunabilme’ ön testte 3.85 olurken son test ortalama puanı 4.80’dir. Ön testte ‘Karşı iddia ortaya koyabilme’den alınan ortalama puan 2.38 iken son testte 3.26 olmuştur. Diğer bir argümantasyon alt becerisi olan ‘Destekleyici Sunabilme’den alınan puan ortalaması 2.42 iken son testte 2.80 olarak gözlenmiştir. Son olarak ‘Kanıt ya da çürütücü kullanabilme’ alt becerisinden alınan ortalama puan 0.07 iken son testte 0.69 olarak ölçülmüştür.

Tablo 4.131. Argümantasyon tabanlı SBK Öğretimi yapılan grubun yazılı argümantasyon alt becerileri ile ilgili Değişkenlerin Betimleyici Özellikleri

	Değişken	N	Ort	SS	95% Güven aralığı	
					Alt limit	Üst limit
Argümantasyon tabanlı SBK öğretimi	Ön test İddia ortaya koyabilme	28	3.89	0.05	3.77	4.01
	Ön test gerekçe sunabilme	28	4.53	0.25	4.00	5.06
	Ön test karşı iddia ortaya koyabilme	28	3.85	0.27	3.30	4.41
	Ön Test destekleyici sunabilme	28	3.42	0.43	2.53	4.32
	Ön Test Kanıt ya da çürütücü kullanabilme	28	0.28	0.16	-0.06	0.63
	Son test İddia ortaya koyabilme	28	4.01	0.14	3.10	3.72
	Son test gerekçe sunabilme	28	6.00	0.31	5.35	6.64
	Son test karşı iddia ortaya koyabilme	28	3.26	0.26	2.71	3.82
	Son Test destekleyici sunabilme	28	3.53	0.35	2.80	4.26
	Son Test Kanıt ya da çürütücü kullanabilme	28	1.85	0.88	0.98	2.72

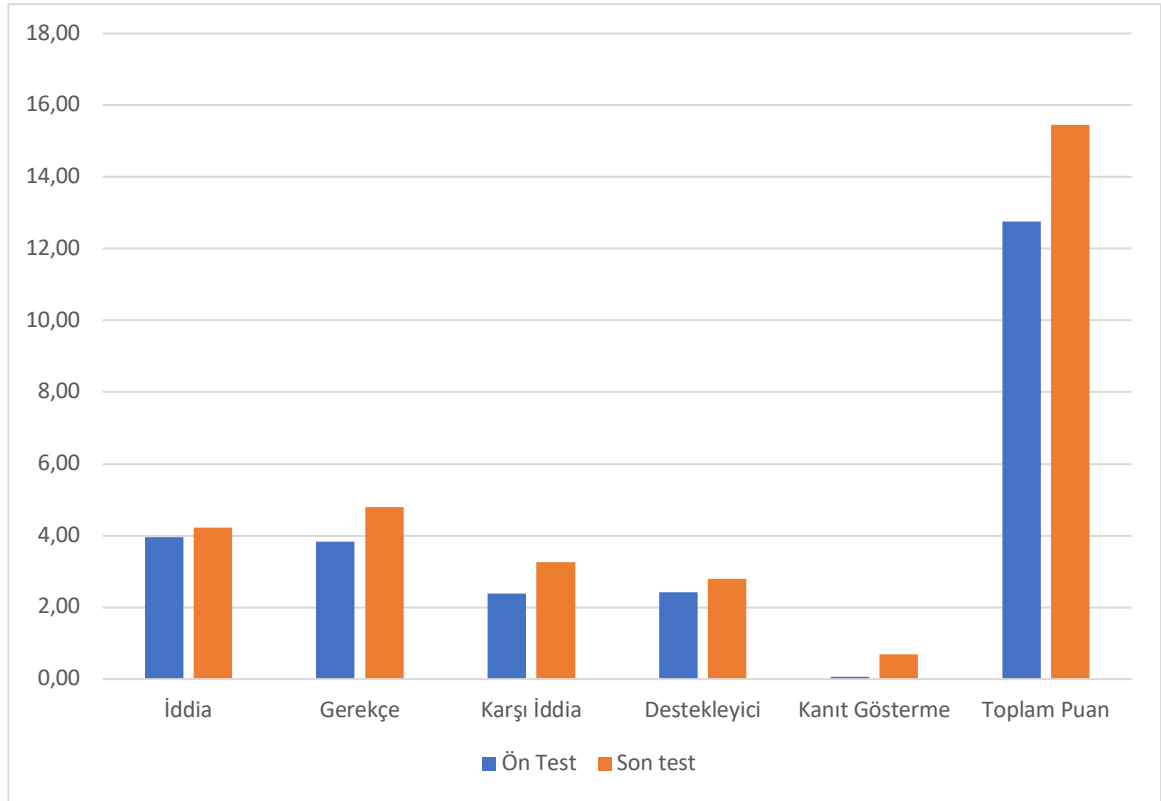
Tablo 4.131 incelendiğinde çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretiminin uygulandığı 28 kişilik sınıfta öğrencilerin argümantasyon senaryolarına verdikleri cevaplara bağlı olarak belirlenen argümantasyon alt becerilerine ait son test puan ortalamalarının ‘*Karşı iddia koyma*’ alt becerisi hariç ön teste göre artış gösterdiği gözlenmektedir. Bu alt becerilerden ‘*İddia ortaya koyabilme*’ ön testte ortalama puan 3.89 iken son testte 4.01 belirlenmiştir. ‘*Gerekçe Sunabilme*’ ön testte 4.53 olurken son test ortalama puanı 6.00’dir. Ön testte ‘*Karşı iddia ortaya koyabilme*’den alınan ortalama puan 3.85 iken son testte 3.26 olmuştur. Diğer bir argümantasyon alt becerisi olan ‘*Destekleyici Sunabilme*’den alınan puan ortalaması 3.42 iken son testte 3.53 olarak gözlenmiştir. Son olarak ‘*Kanıt ya da çürütücü kullanabilme*’ alt becerisinden alınan ortalama puan 0.28 iken son testte 1.85 olarak ölçülmüştür.

Tablo 4.132. Normal Öğretimi yapılan grubun yazılı argümantasyon alt becerileri ile ilgili Değişkenlerin Betimleyici Özellikleri

	Değişken	N	Ort	SS	95% Güven aralığı	
					Alt limit	Üst limit
Normal Öğretim	Ön test İddia ortaya koyabilme	30	4.03	0.03	3.96	4.10
	Ön test gerekçe sunabilme	30	4.76	0.2	4.31	5.22
	Ön test karşı iddia ortaya koyabilme	30	3.40	0.14	3.11	3.68
	Ön Test destekleyici sunabilme	30	3.06	0.85	2.57	3.55
	Ön Test Kanıt ya da çürütücü kullanabilme	30	0.86	0.24	0.35	1.37
	Son test İddia ortaya koyabilme	30	4.06	0.06	3.93	4.20
	Son test gerekçe sunabilme	30	4.03	0.33	3.35	4.70
	Son test karşı iddia ortaya koyabilme	30	2.63	0.24	2.12	3.13
	Son Test destekleyici sunabilme	30	1.56	0.23	1.07	2.05
	Son Test Kanıt ya da çürütücü kullanabilme	30	0.46	0.24	-0.04	0.97

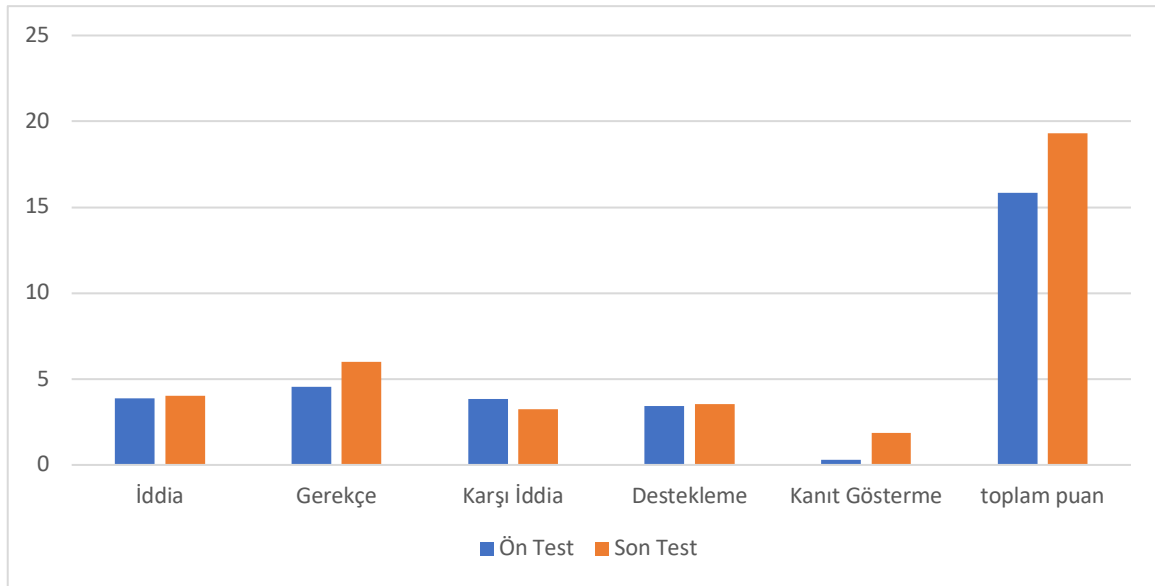
Tablo 4.132 incelendiğinde çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretiminin uygulandığı 30 kişilik sınıfta öğrencilerin argümantasyon senaryolarına verdikleri cevaplara bağlı olarak belirlenen argümantasyon alt becerilerine ait ön test ve son test puan ortalamaları verilmiştir. Bu alt becerilerden ‘İddia ortaya koyabilme’ ön testte ortalama puan 4.03 iken son testte 4.06 belirlenmiştir. ‘Gerekçe Sunabilme’ ön testte 4.76 olurken son test ortalama puanı 4.03’dir. Ön testte ‘Karşı iddia ortaya koyabilme’den alınan ortalama puan 3.40 iken son testte 2.63 olmuştur. Diğer bir argümantasyon alt becerisi olan ‘Destekleyici Sunabilme’den alınan puan ortalaması 3.06 iken son testte 1.56 olarak gözlenmiştir. Son olarak ‘Kanıt ya da çürütücü kullanabilme’ alt becerisinden alınan ortalama puan 0.86 iken son testte 0.46 olarak ölçülmüştür.

Farklı öğretim yöntemlerinin uygulandığı sınıfların ayrı ayrı Yazılı Argümantasyon alt becerilerine ait bulgular Grafik 4.28, Grafik 4.29 ve Grafik 4.30’da verilmiştir.



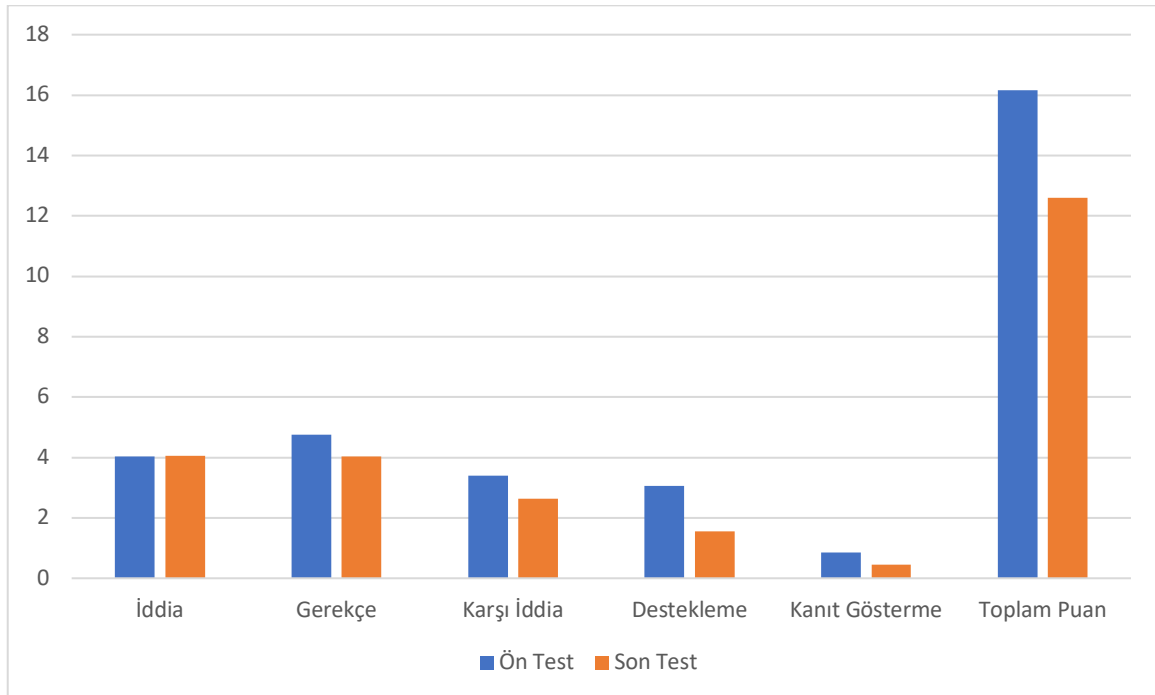
Grafik 4.28. Çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretiminin yapıldığı sınıfa ait alt argümantasyon becerileri puanına göre ön-son test karşılaştırması

Grafik 4.28’de Çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretiminin uygulandığı sınıfa ait alt argümantasyon becerileri puanının ön test ve son test karşılaştırılması verilmiştir. Grafik incelendiğinde alt argümantasyon becerilerinden iddia ortaya koyma, gerekçe gösterme, karşı iddia oluşturma, destekleyici sunma ve kanıt gösterme becerilerinin ön test puanlarına göre artış gösterdiği görülmektedir. Yazılı argümantasyon becerilerinin toplam puanları göz önüne alındığında ise ön test ve son test arasında anlamlı bir artışın olduğu görülmektedir. Grafik 4.29’da ise Argümantasyon temelli SBK öğretimi yönteminin uygulandığı sınıfa ait alt argümantasyon beceri puanlarının ön test ve son test karşılaştırılması verilmiştir.



Grafik 4.29. Argümantasyon temelli SBK öğretiminin yapıldığı sınıfa ait alt argümantasyon becerileri puanına göre ön-son test karşılaştırması

Grafik 4.29'a göre alt argümantasyon becerilerinden karşı iddia oluşturma dışında bütün alt argümantasyon becerilerine ait puanlarda artış görüldüğü ortaya çıkmıştır. Toplam yazılı argümantasyon puanları arasında da anlamlı bir artışın olduğu yapılan analizler ve grafikte de görülmektedir. Grafik 4.30'da normal öğretimin devam ettiği sınıfa ait yazılı argümantasyon becerilerine ait ön test ve son test değerleri verilmiştir.



Grafik 4.30. Normal öğretimin yapıldığı sınıfa ait alt argümantasyon becerileri puanına göre ön-son test karşılaştırması

Grafik 4.30 incelendiğinde alt argümantasyon becerilerinden iddia ortaya koyma, gerekçe öne sürme, karşı iddia oluşturma, destekleyici sunma ve kanıt gösterme puanlarında artış olmadığı gözlenmiştir. Benzer bir sonuç toplam yazılı argümantasyon puanlarında da görülmektedir.

4.3. Öğrencilerin COVID-19 Bağlamında Çoklu Modelleme Uygulamalarıyla Zenginleştirilmiş SBK Öğretimine İlişkin Algıları

Araştırmanın ikinci problemi, “Öğrencilerin COVID-19 bağlamında modelleme etkinlikleriyle zenginleştirilmiş SBK öğretimine ilişkin görüşleri nelerdir?” şeklinde tanımlanmıştır. Deney grubuna katılan öğrencilerin, araştırma kapsamında geliştirilen programın etkililiğine yönelik görüşlerini belirlemek amacıyla sınıf içi nitel gözlem notları, öğrenci günlükleri ve görüş formlarından elde edilen veriler içerik analizi yöntemiyle incelenmiştir. İçerik analizi sonucunda elde edilen kod ve temalar Tablo 4.77’de sunulmuştur.

COVID-19 bağlamında modelleme etkinlikleriyle zenginleştirilmiş SBK öğretiminin etkililiğine ilişkin öğrenci görüşlerinden elde edilen kodları, *Modelleme ile ilgili görüşler*, *Modellemenin bilimle ilişkisi*, *Modellemede karşılaşılan zorluklar*, *Modelleme ve öğrenme ile modellemenin günlük yaşamla ilişkisi* olmak üzere beş tema altında toplamak mümkündür.

4.3.1. COVID-19 bağlamında çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretimi ile ilgili öğrenci görüşlerinden elde edilen kodlar

Katılımcıların Modelleme ile ilgili görüşlerini ortaya koymak için görüş formundaki Canlılar Alemi ünitesi kapsamında yaptığımız çalışmaları genel olarak nasıl bulduğunuzu açıklar mısınız? ve Modelleme Süreci hakkında ne düşünüyorsunuz? sorularına ile öğrenci günlüklerinde yer alan Etkinliğin hoşunuza giden ve gitmeyen tarafları ve Etkinlik süreci ile ilgili görüşlerim bölümlerine verilen cevaplar beraber değerlendirilmiştir.

Bu tema uygulanan öğretim yöntemine ilişkin duygu, düşünce, görüş ve önerilerini yansıttıkları kodlar bu tema altında toplanmıştır.

Tablo 4.133. COVID-19 Bağlamında modelleme etkinlikleriyle zenginleştirilmiş SBK öğretimine ilişkin öğrenci görüşlerinden elde edilen kodlar

Tema ve Kodlar	f	%	Örnek kodlamalar
Pozitif görüşler			
İş birliği ve grup çalışması	10	38.5	'Etkinlikleri yaparken hoşunuza giden veya gitmeyen yönleri var mıydı? "Grupla çalışma olduğu için arkadaşlarımızla eğlendik bazı konuları tartışırken. Fikir alışverişinde bulunmak güzeldi." (Ö14)
Akılda kalıcılık	9	35	'Coronavirüs ve gribin yayılma oranlarının karşılaştırılması etkinliğinin 'Etkinliğin sevdiğim tarafları' kısmına "Bilgisayarda excel üzerinde Matematiksel model olarak grafik oluşturmak hesaplamalarla uğraşmak iyiydi daha bilgilendirici ve kalıcı oldu" (Ö26)
Teorik bilgi öğrenme	17	65.4	'sabunun virüsler üzerindeki etkisi etkinliğinin 'Etkinliğin bana fayda sağlayacağı noktalara' kısmına "Ellerimizi 20 sn yıkayınca ne kadar etki ettiğini gördük". (Ö12)
Derse motivasyon	17	65.4	'Etkinlikleri yaparken hoşunuza giden ya da gitmeyen yönleri var mıydı? Sorusuna Hoşuma giden yönü hapşırma deneyiydi "Gayet eğlenceliydi" Yapılan uygulamalar, bilime ilişkin düşüncelerinizi etkiledi mi? sorusuna "Evet etkiledi çünkü yaptığımız ve dinlediğimiz her şey dikkatimi çekti ve birçok düşüncem değişti merak etmeye başladım" (Ö2)
Negatif görüşler			
Sıkıcı olması	5	19.2	'Biyoloji derslerinin bu tarz uygulamalar ile işlenmesini ister misiniz? Neden? Bazen evet bazen hayır çünkü "Bazı uygulamalar bazen çok sıkıcı bazıları ise çok eğlenceli" (Ö5)
Zor olması	7	27	'Model geliştirme ve test etme süreçlerinde yaşadığınız zorluklar nelerdir? "Matematiksel modellemede sayıları ve hesaplamaları yapmakta zorlandım." (Ö6)

Canlılar Alemi ünitesi kapsamında yaptığımız çalışmaları genel olarak nasıl bulduğunuzu açıklar mısınız? ve Modelleme Süreci hakkında ne düşünüyorsunuz? sorularına verilen cevaplara ilişkin analiz sonuçları Tablo 4.117’de sunulmuştur. Tabloda da görüldüğü gibi 26 kişilik sınıfta 10 öğrencinin (% 38.5) iş birliği ve grup çalışmasına değinirken, 9 öğrenci (%35) akılda kalıcılığa vurgu yapmış, 17 öğrenci (%65.4) teorik bilgi

öğrendiğini ve yine 17 öğrenci (%65.4) derslerin daha eğlenceli, verimli, etkili geçtiğini yani derse motivasyonda artış olduğunu belirtmiştir.

İşbirliği ve grup çalışmasına vurgu yapan 10 öğrenciden Ö17 yapılan yarı yapılandırılmış görüşmede şu şekilde bir ifade kullanmıştır:

“...arkadaşlarımızla beraber yaptığımız için eğlenceliydi, fikir alışverişinde bulunduk...”

Bu ifadeden de anlaşılacağı gibi deney grubunda yer alan bazı öğrenciler bu süreçle birlikte kendi düşüncelerini paylaşma ve tartışma fırsatı bulmuşlardır ve bu durum onları mutlu etmiştir. Benzer bir durum yapılan etkinlik ile ilgili olarak Ö9 günlüğünde de rastlanmaktadır.

“Arkadaşlarımızla çalıştığımız için daha güzel geçti.”

şeklinde ifade etmiştir. Bu bulguya paralel olarak Ö7 yapılan görüşmede derse motivasyonun arttığını arkadaşlarıyla çalışmanın eğlenceli olduğuna vurgu yaparak şöyle ifade etmiştir:

“...şahsen diğer ders ve ünitelerde de bu tarz uygulamaların olmasını şahsen isterim, çünkü eğlenceli bir hal alıyor. Arkadaşlarımızla beraber düşündüğümüz için güzeldi...”

Benzer bir ifadeyi Ö2 şu ifadelerle ele almıştır.

“...yapılan etkinliklerin hoşuma giden tarafı gayet eğlenceli olmasıydı. Bilime ilişkin düşüncelerim değişti, yaptığımız dinlediğimiz her şey dikkatimi çekti ve birçok düşüncem değişti ve merak etmeye başladım.”

Ö2 bu ifadelerle derse olan ilgisi merak duygusuyla artış göstermiş olup dikkat çekici olması bağlamında derse motivasyonunu arttırdığını göstermiştir. Derse motivasyonun doğal sonucu olan teorik bilgi öğrenmenin de benzer artış oranlarında olduğu görülmektedir. Öğrencilerden Ö3 yapılan etkinlik sonrası günlüğündeki şu ifadelere yer vermiştir.

“Etkinliğin bana sağlayacağı faydalardan biri yeni bilgiler öğrenmem oldu. Mesela sabunun dezenfektandan daha etkili olduğu, sabun moleküllerinin yapısı ve yağ molekülleriyle nasıl etkileşime girdiği virüslerin nasıl yok edilebildiğini öğrendim.”

Ö12 ise hem günlük hem de görüşmede şu ifadeleri kullanmıştır:

“...etkinliğin bana sağladığı fayda ellerimizi 20 saniye yıkandığında ne kadar etkili olduğunu ve maske kullanımı, grip ve covid arasındaki fark, yayılım oranları gibi bir çok yeni bilgi öğrendim...”

Bu süreç öğretmen günlükleriyle desteklenmiş olup öğrencilerin derse katılım süreçlerinde artış olduğunu teorik bilgi öğrenmede zorlukların yaşanmadığını ancak; etkinlik föylerinin doldurulmasında ön bilgi eksikliğinden ve öz yeterlilik düşüklüğünden dolayı zorlandıklarını gözlemlemiştir.

Öğrencilerin COVID-19 bağlamında modelleme etkinlikleriyle zenginleştirilmiş SBK öğretimine ilişkin negatif görüşleri arasında *sıkıcı ve zor olduğu* yönünde görüşler belirtmiştir.

Bu görüşe sahip olan Ö20 etkinlik yapılırken sıkılmasını şu şekilde ifade etmiştir:

“Model geliştirme ve test etme süreçlerinde yaşadığım zorluklardan biri mantık gerektiren şeylerde biraz sıkıldım ama etkinliklere özellikle deney şeklinde yaptıklarımız daha eğlenceli geçiyordu.”

Benzer görüşe sahip olan Ö7 ise görüşlerini şu şekilde ifade etmiştir:

“...modelleme süreci sıkıcıydı ama bilgi edindiren bir süreçti. Ben normalde haber izlemem böyle güncel şeyleri takip etmem ama bu süreç sayesinde çoğu şeyin önemini kavradım, farına vardım en azından mantığını kavradım...”

Benzer görüşe sahip diğer öğrenciler ise bazı etkinliklerin eğlenceli bazılarının sıkıcı olduğunu ve bazı etkinliklerin uzun sürdüğü için sıkıldığını ifade etmiştir. Buna paralel olarak ön bilgi eksikliği nedeniyle zor bulduğu için de derse motivasyonu düşen öğrencilerde mevcuttur. Örneğin Ö7 ve Ö6 günlük ve görüşmelerde şu şekilde ifade etmişlerdir.

“Model geliştirme ve test etme süreçlerinde yaşadığım zorluk matematiksel modelleme yaparken sayıları ve hesaplamaları yapmakta zorlandım.” (Ö6)

“Virüslerin hapsirlik içindeki yolculuğu etkinliğinde tahmin yürütmekte biraz zorlandım” (Ö7-günlük)

“...model geliştirme ve test etme süreçlerindeki etkinlikler zor ve uğraştırıcıydı...”
(Ö7-görüşme)

Özetle öğrenciler COVID-19 bağlamında modelleme etkinlikleriyle zenginleştirilmiş SBK öğretimindeki deneyimlerinden yararlanarak yaptıkları yansıtmalarda ve paylaşımlarında, uygulamaları eğlenceli ve farklı bulduklarını ifade etmişler ve gerek grup çalışması gerekse dersteki etkinliklerden memnuniyetlerini dile getirmişlerdir. Öte yandan etkinlik föylerinin bazılarının zor olması bazılarının süreçte sıkıldıklarını ifade etmişlerdir. Çoğu zaman süreç içerisinde mutlu olduklarını ifade etseler de ön bilgi eksikliklerinden ve daha önce böyle bir deneyim yaşamamalarından dolayı öz yeterlilik sorunları ve bu noktada zorlandıklarını öğretmen günlüklerinde de gözlemlenmiştir. Süreç boyunca öğrencilerin anlamlı ve kalıcı öğrenme gibi kazanımların yanında araştırmanın hedeflerinden biri olan argümantasyon yeteneğinin geliştiğini ve akademik bilgi kazandıklarını gösteren ifadeler ve düşünceler paylaşılmıştır.

4.3.2. COVID-19 bağlamında modelleme etkinlikleriyle zenginleştirilmiş SBK öğretimi ile bilime ilişkin bakış açısı ile ilgili öğrenci görüşlerinden elde edilen kodlar

“Yapılan uygulamalar, bilime ilişkin düşüncelerinizi etkiledi mi? Nasıl?” ve *“Yaptığınız uygulamaların bilimsel olup olmamasına ilişkin düşünceleriniz nelerdir?”* sorularına verilen cevaplara ilişkin analiz sonuçları Tablo 4.118’de sunulmuştur. Tabloda da görüldüğü gibi 26 öğrenciden 3 öğrenci (%12) COVID-19 bağlamında modelleme etkinlikleriyle zenginleştirilmiş SBK öğretiminin bilime ilişkin tutum ve düşüncelerinde değişim gözlediği, 4 öğrenci (%15) uygulanan etkinliklerin konuyu somutlaştırmada etkili olduğu ve 9 öğrenci (%35) yaptıkları uygulamaların bilimsel olup olmadığıyla ilgili cevaplar vermiştir.

Tablo 4.134. COVID-19 Bağlamında modelleme etkinlikleriyle zenginleştirilmiş SBK öğretimi ile bilime ilişkin bakış açısı ile ilgili öğrenci görüşlerinden elde edilen kodlar

Tema ve Kodlar	f	%	Örnek kodlamalar
Bilime ilişkin tutum ve düşüncelerde değişim	3	12	"Yapılan uygulamalar bilime ilişkin düşüncelerimi etkiledi, merakımı ve isteğimi daha da arttırdı. Salgında pandemide bilim sayesinde atlattık." (Ö14)
Konuyu somutlaştırma	4	15	'Virüslerin hapsirlik içindeki yolculuğu etkinliğinin 'Etkinliğin bana fayda sağlayacağı noktalar' kısmına "Hapsirlik simülasyonunu sınıfta yapmamız bir çok şeyi somut bir şekilde görmemizi sağladı, bence oldukça verimli geçti." (Ö19)
Bilimsel olup olmadığı	9	35	'Yaptığınız uygulamaların bilimsel olup olmamasına ilişkin düşünceleriniz nelerdir? sorusuna "Bilimle ilişkili çünkü hepsi araştırılmış bilgiler" "Bilimsel çünkü kanıtlara ve deneylere dayalı olarak yapılmış" (Ö4)

COVID-19 bağlamında modelleme etkinlikleriyle zenginleştirilmiş SBK öğretiminin bilime ilişkin tutumunun değiştiğine ilişkin “*Yaptığınız uygulamaların bilimsel olup olmamasına ilişkin düşünceleriniz nelerdir?*” sorusuna Ö4 şöyle bir açıklama yapmıştır:

"...bilimle ilişkili çünkü hepsi araştırılmış bilgiler, bilimsel çünkü kanıtlara ve deneylere dayalı olarak yapılmış..."

Konuyu somutlaştırma temasına baktığımızda Ö21 yapılan ‘Coronavirüs ve grip virüsünün yayılın oranlarının karşılaştırılması’ etkinliği sonrası yazdığı öğrenci günlüğüne bu konuyla ilgili *"Bilgisayarda çalışarak bilim insanların bu hesaplamaları nasıl bulmuş olabileceği üzerinde konuştuk. Yeni bilgilerin simülasyon halinde görmemizi sağladı."* Şeklinde bir açıklamada bulunmuştur. Bu açıklama ile konunun somutlaştırılarak bilim insanların bilimsel bilgiyi nasıl ürettiğine dair bir farkındalık oluştuğu görülmektedir. Bu durum konunun somutlaştırılarak bilime bakış açısını yansıtmaktadır.

Benzer bir açıklamayı Ö16 virüslerin hapsirlik içindeki yolculuğu etkinliği sonrasında yazdığı öğrenci günlüğünde şöyle açıklamaktadır:

"...ellerimizi yeterince temiz yıkamadığımızın farkına vardım. Hapşırıkla hastalıkları nasıl yaydığımızı biliyordum ama bilim insanları gibi deneyler yaparak daha gözle görülür halde görmüş olduk..."

Bilim kategorisinde en yüksek orana sahip olan ‘*Bilimsel olup olmadığı*’ temasında “*Yaptığınız uygulamaların bilimsel olup olmamasına ilişkin düşünceleriniz nelerdir?*” sorusuna veren 9 öğrenciden biri olan Ö11 bu temaya ilişkin sorulan soruya,

"...bilimsel olduğunu düşünüyorum çünkü bilim insanlarının çalışmaları ve araştırmalarıyla ortaya çıkmış. Mesela ellerimizi 20 saniye yıkamamız gerektiği bir çok deney yapılarak tespit edilmiştir bence..." şeklinde cevap vermiştir.

Diğer bir açıklamayı ise Ö23 şu şekilde ele almıştır:

Yaptığınız uygulamaların bilimsel olup olmamasına ilişkin düşünceleriniz nelerdir? "Bilimsel olduğunu düşünüyorum zaten öğrendiğimiz bilgiler daha önce çalışılmış deneyler yapılmış bilgiler bence."

Benzer şekilde Ö4’te şöyle bir açıklama yapmıştır:

"...bilimle ilişkili çünkü hepsi araştırılmış bilgiler, bilimsel çünkü kanıtlara ve deneylere dayalı olarak yapılmış..."

Yapılan açıklamalardan da anlaşılacağı üzere yapılan ve uygulanan etkinliklerden sonra uygulanan görüşme, günlük ve gözlem sonuçlarına göre öğrencilerin %35’i deney kullanıldığı için bilim insanlarının bilimsel bilgi üretilirken bilimsel yöntem basamaklarını uyguladığını ve bir bilim insanı gibi bilgi ürettiklerini ve biyoloji dersinin zaten bir bilim olduğunu düşünüp elde edilen bilgilerin de bilimsel olması gerektiği, deneyler sonucu ortaya atıldığı, bilim insanlarınca üretilip kanıtlandığı için bilimsel olduğu sonucuna ulaşmıştır.

4.3.3. COVID-19 bağlamında modelleme etkinlikleriyle zenginleştirilmiş SBK öğretiminde karşılaşılan zorluklar ile ilgili öğrenci görüşlerinden elde edilen kodlar

"Model geliştirme ve test etme süreçlerinde yaşadığınız zorluklar nelerdir?" sorusunun yöneltildiği görüşme ve öğrenci günlüklerinden elde edilen bulgular Tablo 4.119’da gösterilmiştir. Tabloda görüldüğü gibi COVID-19 bağlamında modelleme etkinlikleriyle zenginleştirilmiş SBK öğretiminde öğrencilerin karşılaştıkları zorluklarda ‘*Araç-gereç*

kullanım zorluğu 3 öğrenci (%12) tarafından, *Modelleme hakkında bilgi eksikliği* 2 öğrenci (%8), *Düşük öz yeterlilik* 3 öğrenci (%12) ve *Ön bilgi eksikliği* ise 8 öğrenci (%31) tarafından ifade edilmiştir.

Tablo 4.135. COVID-19 Bağlamında modelleme etkinlikleriyle zenginleştirilmiş SBK öğretiminde karşılaşılan zorluklar ile ilgili öğrenci görüşlerinden elde edilen kodlar

Tema ve Kodlar	f	%	Örnek kodlamalar
Araç gereç kullanım zorluğu	3	12	'COVID-19 ve grip virüsünün yayılım oranlarının karşılaştırılması etkinliğinin 'Etkinliğin beni zorlayan tarafı' kısmına "Bilgisayar kullanmak beni zorladı." (Ö15)
Modelleme hakkında bilgi eksikliği	2	8	'Model geliştirme ve test etme süreçlerinde yaşadığınız zorluklar nelerdir? "Ders içerisinde çoğu modelleme etkinlikleriyle ilk kez karşılaştığım için Modelleme yapmakta biraz zorlandım, " (Ö5)
Düşük öz yeterlilik	3	12	'Modelleme süreci hakkında ne düşünüyorsunuz? 'Çizimler konusunda pek iyi olmadığım için zorlandım. (Ö26)
Ön bilgi eksikliği	8	31	'Model geliştirme ve test etme süreçlerinde yaşadığınız zorluklar nelerdi? "Bazı tahminleri yaparken yeterli bilgim olmadığı için fikir yürütemedim." (Ö9)

Araç gereç kullanımında zorluklar yaşadığını belirten Ö6 şu ifadeleri kullanmıştır:

"...matematiksel modelleme yaparken kullandığımız Bilgisayarda hesaplamaları yapmak, sayıları bulmak biraz zorladı..."

Benzer zorluğu Ö24 ise "Model geliştirme ve test etme süreçlerinde özellikle bilgisayarda matematiksel modelleme yaptığımızda grafik oluşturmaya çalışmak bana zor geldi" şeklinde bir açıklama yapmıştır.

Araç gereç kullanımı sürecinde 3 öğrencinin de bilgisayar ortamında matematiksel model oluştururken zorluk yaşadığı ortaya çıktığı görülmüştür.

COVID-19 bağlamında modelleme etkinlikleriyle zenginleştirilmiş SBK öğretiminin uygulandığı sınıfta 2 öğrencinin modelleme oluşturma ve test etme süreci hakkında bilgi eksikliği yaşadığı tespit edilmiştir. Bu süreçte bu iki öğrencinin ortak ifadesi ilk kez

karşılaştığı bir durum olduğunu ve modellemenin ne demek olduğunu bilmediği için nasıl yapıldığını da bilmediğini ifade etmiştir.

Düşük öz yeterliliğe sahip olan 3 öğrenci ise model oluşturma ve test etme süreçlerinde model çizimlerinde zorlandıkları ve çizim yeteneğinin olmadığını ve yeterince iyi çizemediklerini ifade etmiştir. Örneğin Ö3 şu şekilde ifade etmiştir:

"...resimleri çizmek zordu, pek becerebildiğim söylenemez. Ama bunları çizmeye çalışmak bile bana bu canlıların yapısını öğrenmemde bana fayda sağladı bence..."

Benzer ifadeyi Ö25 ve Ö26 sırayla şöyle ifade etmiştir:

"...model geliştirme ve test etme sürecinde özellikle model oluştururken mesela virüs ve bakteri çizmeye çalışırken zorluk yaşadım çünkü beceremedim çizmeyi..."

"...çizimler konusunda pek iyi olmadığım için zorlandım model oluştururken..."

COVID-19 bağlamında modelleme etkinlikleriyle zenginleştirilmiş SBK öğretiminin uygulandığı sınıfta öğrencilerin en çok zorluk yaşadığı tema olan ‘ön bilgi eksikliği’ nde 8 öğrenci (%31) yeterli açıklamada bulunmuştur. Bu öğrencilerden Ö1 şu şekilde ifade etmiştir:

"Model geliştirme ve test etme süreçlerinde yaşadığım zorluk açıkçası bazı modelleme etkinliklerinde yeterli bilgim olmadığı için biraz zorladı. Mesela tahmin etme süreçlerinde bu zorluğu çok yaşadım..."

Ö5 ise COVID-19 sistem haritası modeli oluştururken etkinliğin zorlayan tarafları nelerdir sorusuna "Sistem haritası tasarlarken virüsler hakkında yeterli bilgim olmadığı için negatif ve pozitif etkileri kısmını yapmakta zorlandım" şeklinde açıklama yapmıştır.

Benzer açıklamayı Ö14 ise şu şekilde yapmıştır:

"...bazı konularda yeterliye sahip olmadığım için zorlandım. Mesela bakteri ve virüsün aynı olduğunu düşünmüştüm. Modeli çizerken ikisini aynı çizdim. Sistem haritası yaparken aklıma bir şey gelmedi."

Diğer öğrencilerin de ortak açıklaması virüsler hakkında yeterli bilgiye sahip olmadıkları ve tahmin yürütme ve model hakkında tahmin yürütme sürecinde eksiklik hissettikleri yönünde olmuştur.

4.3.4. COVID-19 bağlamında modelleme etkinlikleriyle zenginleştirilmiş SBK öğretiminde Modelleme ve Öğrenme ile ilgili öğrenci görüşlerinden elde edilen kodlar

Biyoloji dersinin bu tarz uygulamalar ile işlenmesini ister misiniz? Neden? Ve diğer ders ve ünitelerde bu tarz uygulamaların olmasını ister misiniz? sorularının yöneltildiği deney grubundan elde edilen bulgular Tablo 4.136’da gösterilmiştir.

Tablo 4.136. COVID-19 Bağlamında modelleme etkinlikleriyle zenginleştirilmiş SBK öğretiminde modelleme ve öğrenme ile ilgili öğrenci görüşlerinden elde edilen kodlar

Tema ve Kodlar	f	%	Örnek kodlamalar
Süreç memnuniyeti	16	62	'Diğer ders ve ünitelerde de bu tarz uygulamaların olmasını tercih eder misiniz? Neden? "Sözel derslerde daha eğitici olabileceğini düşünüyorum." 'Modelleme süreci hakkında ne düşünüyorsunuz? "Her ders farklı uygulamalar yaptığımız için sıkılmadık. Bazen deney, bazen grafik çizme gibi değişik etkinlikler dersin içinde olduğu için diğer derslere benzemedi. Farklı oldu. (Ö8)
Yaparak Öğrenme	8	31	'Virüslerin hapşırık içindeki yolculuğu etkinliğinin 'Etkinliğin bana fayda sağlayacağı noktalar' kısmına "Hapşırma deneyini kendimiz yaptık ve virüslerin ortalama ne kadar uzağa gittiğini ve tahminlerimizden ne kadar farklı olduğunu tespit ettik." (Ö10)
Çoklu model kullanımı	8	31	'Yaptığımız çalışmaları genel olarak nasıl buldunuz açıklar mısınız? "Birçok etkinlik yapmak grafik çizmek, video izlemek, deney yapmak, sistem haritası vs. hepsi derslerde çok etkili oldu bence. Aynı konuyu sürekli farklı etkinliklerle tekrar ettik, daha kalıcı oldu öğrenirken" (Ö15)

Tablo 4.136’da görüldüğü gibi öğrencileri %62’si (16) yaşadıkları sürecin bilgi öğrenmeyi kolaylaştırdığı, daha etkili olduğu, aklıda kalıcılığı arttırdığı ve süreci kendilerinin de katılmasının dersi sıkıcılıktan kurtardığına dair görüşler bildirmiştir. Aşağıda

bu öğrencilerin sorulara verdiği cevapları örnekleyen alıntılar yer almaktadır. Aşağıdaki ifadelerden de anlaşılacağı gibi COVID-19 bağlamında modelleme etkinlikleriyle zenginleştirilmiş SBK öğretiminin uygulandığı öğrenciler süreç memnuniyetini farklı şekillerde ele almıştır.

“Etkinliklerde deney yapmak, tablo ve grafik oluşturmak güzeldi.” (Ö6-Görüşme)

“Etkinliklerin sevdiğim tarafı farklı yöntemler ve modeller tasarladığımız için bilgileri daha kolay öğrendik ve akılda kalıcı oldu bu şekilde.” (Ö6-Öğrenci günlüğü)

“...diğer ders ve ünitelerde de bu tarz uygulamaların olmasını isterdim çünkü daha eğitici oluyor bence. Bazen deney, bazen grafik çizme gibi değişik etkinliklerin dersin içinde olması dersi diğer derslerden farklı kıldı. Daha çok sevdim” (Ö8)

“...biyoloji dersinin bu tarz uygulamalarla işlenmesini isterim çünkü zor olmuyor ve daha etkili oluyor ve daha kolay anlamamızı sağlıyor. Modellerle çalışmak hem de farklı uygulamalar şeklinde yapmak bize hem bildiklerimizin tekrarı hem de yeni öğrendiğimizi bilgilerin daha kalıcı olmasını sağladığını düşünüyorum...” (Ö10)

Grubun bir bölümü sürecin derse katılma isteğini arttırdığını ve farklı fikirler oluşturmak için zemin hazırladığını düşünmektedir.

“...dersler böyle işlenmeli bence hem eğlenceli hem de derse katılma isteğim artıyor...” (Ö18)

“...Tahmin et-düşün-yap şeklindeki model tasarlama süreçleri bizi daha çok düşünmeye ve farklı fikirler oluşturmaya itiyor bence...” (Ö19)

Yaparak öğrenme temasına vurgu yapan öğrenciler ise sürece etkin katılım gösterdiklerini, bilim insanı gibi çalışarak sürecin nasıl ilerlediğini, bildikleri ya da yeni öğrendikleri bilgileri daha somut bir şekilde gördüklerinin altını çizmiştir. ‘Virüslerin hapsirlik içindeki yolculuğu’ etkinliğinde buna değinen Ö10 şu ifadelerle açıklamıştır:

“Etkinlikte hapsirlik simülasyonunu kendimiz yaptık, virüslerin hapsirirken ortalama ne kadar uzağa gittiğini, tahminlerimizden ne kadar farklı olduğunu görmek farklı bir deneyim oldu benim için.”

Ö21 ‘Coronavirüs ve grip virüsünün yayılım oranlarının karşılaştırılması’ etkinlik sonrası öğrenci günlüğünde şu ifadeler yer vermiştir:

“...Bilgisayarda çalışarak bilim insanların virüslerin yayılım oranlarını nasıl hesapladıklarını, bu hesapları nasıl bulmuş olabilecekleri üzerinde tartıştık. Yeni bilgileri simülasyon halinde görmemizi ve öğrenmemizi sağladı...”

Ö24 ise bu duruma farklı bir açıdan bakarak “Covid-19 gibi virüsler hakkında yeni bilgileri haberlerde duyduğumuza göre tahminler yürüttük ancak kendimiz deney yaparak tasarladığımız modellerle kendimiz bilgilere ulaştık, daha iyi oldu...”

Benzer şekilde Ö16 da “...hapşırıkla hastalıkların yayıldığını biliyordum ama deney yaparak simülasyonlarla daha gözle görülür halde görmüş olduk...” şeklinde ifade etmiştir.

Bu temadaki farklı bir grup ise COVID-19 bağlamında modellerle zenginleştirilmiş SBK öğretiminin uygulanmasında çoklu model uygulamalara yer verilmesini değerlendirmiştir. Aşağıda sunulan alıntılar bu grupta yer alan öğrencilerin görüşlerinden örnekleri içermektedir.

“... ders farklı uygulamalar yaptığımız için sıkılmadık. Bazen deney, bazen grafik çizme gibi değişik etkinlikler dersin içinde olduğu için diğer derslere benzemedi. Farklı oldu...”
(Ö8)

“...Birçok etkinlik yapmak grafik çizmek, video izlemek, deney yapmak, sistem haritası vs. hepsi derslerde çok etkili oldu bence. Aynı konuyu sürekli farklı etkinliklerle tekrar ettik, daha kalıcı oldu öğrenirken...” (Ö15)

“...diğer derslerde de hep böyle farklı modelleme etkinlikleri olsa bence öğrencilerin katılım isteği artar...” (Ö18)

“...Modellerle çalışmak hem de farklı farklı uygulamalar halinde yapmak bize bildiğimiz bilgilerin bir nevi tekrarı olurken yeni öğrendiğimiz bilgiler olduğunda daha kalıcı olmasını sağladı...” (Ö10)

4.3.5. COVID-19 bağlamında modelleme etkinlikleriyle zenginleştirilmiş SBK öğretiminde modelleme ve günlük yaşam ilişkisi ile ilgili öğrenci görüşlerinden elde edilen kodlar

Öğrencilerin COVID-19 bağlamında modelleme etkinlikleriyle zenginleştirilmiş SBK öğretiminin günlük yaşam ilişkisi ile ilgili görüşlerini ortaya çıkarmak için öğrencilerin görüşme formunda yer alan '*Modelleme sürecini öğrenmenin ve kullanmanın günlük yaşantınıza herhangi bir katkısı oldu mu? Olduysa örneklerle açıklayabilir misiniz?*' sorusuna verdikleri cevaplar, etkinlik sonrası yapılan öğrenci günlükleri ve öğretmen gözlemleri birlikte değerlendirmeye alınmıştır. Elde edilen bulgular Tablo 4.137'de sunulmuştur.

Tablo 4.137. COVID-19 Bağlamında modelleme etkinlikleriyle zenginleştirilmiş SBK öğretiminde modelleme ve günlük yaşam ilişkisi ile ilgili öğrenci görüşlerinden elde edilen kodlar

Tema ve Kodlar	f	%	Örnek kodlamalar
Günlük yaşam entegrasyonu	14	54	"Modellerle çalışmak hem de farklı farklı uygulamalar halinde yapmak bize bildiğimiz bilgilerin bir nevi tekrarı olurken yeni öğrendiğimiz bilgiler olduğunda daha kalıcı olmasını sağladı. Günlük yaşamımda da uyguladığım bilgiler öğrendim. Mesela ellerimi çok kısa yıkıyordum şimdi daha uzun süre yıkamaya çalışıyorum. (Ö10)
Farkındalık oluşturma	9	35	'Virüslerin hapşırık içindeki yolculuğu etkinliğinin 'Etkinlik süreci ile ilgili düşüncelerim' kısmına "Ellerimizi yeterince temiz yıkamadığımızın farkına vardım. Hapşırıkla hastalıkları nasıl yaydığımızı biliyordum ama deneyle daha gözle görülür halde görmüş olduk" (Ö16)

Tablo 4.137'ye göre öğrencilerin %54'ü (14) yapılan uygulamaları günlük yaşamla ilişkilendirip günlük yaşama aktarabildiğini vurgulamıştır. Ö10 bu temada şu ifadelere yer vermiştir:

"...Günlük yaşamımda da uyguladığım bilgiler öğrendim. Mesela ellerimi çok kısa yıkıyordum şimdi daha uzun süre yıkamaya çalışıyorum..."

Benzer temaya değinen Ö11 ise şöyle ifade etmiştir:

“...Ellerimi 20 saniye yıkama deneyini ciddiye aldım. Hapşırırken peçete kullanmanın daha etkili olduğunu öğrendim ve günlük yaşamımda da kullanabileceğim bilgiler çünkü...”

Bu temaya COVID-19 Sistem Haritası etkinliğinden sonraki öğrenci günlüğünde vurgu yapan Ö10 aşuya değinerek:

“...aşının olumlu etkilerinden dolayı aşı olmak konusunda kararsızlığım netleşti...”

Bu temaya vurgu yapan diğer öğrenciler, ellerini 20 saniye kuralına göre yıkadığı, öksürürken hapşırırken daha dikkatli olduğu, hijyenin virüs ve bakterilerden kurtulmanın tek yolu olduğu, sabunun dezenfektandan daha etkili olduğu ifadelerine yer vererek etkinlikleri günlük yaşamlarına entegre ettiklerini belirtmiştir.

Diğer grupta yer alan öğrenciler ise etkinlerin günlük yaşamlarında belli konularda farkındalık oluştuğunu, bu konulara daha çok dikkat ettiklerini, takip ettikleri ve ciddiye aldıklarını ifade eden cümlelere yer vermiştir. Aşağıda bu temaya ait öğrencilerin ifadeleri yer almaktadır.

“...sistem haritası tasarlama etkinliğinde aslında çevreye ve sağlığa çok önem verilmediğini ve sağlığımızın risk altında olduğunu anlayıp nelere dikkat edilmesi gerektiğini ve daha dikkatli davranabileceğimi farkettim...” (Ö1)

“Hapşırdığımızda daha dikkatli olmamız gerektiğini anladım ve özellikle hasta olan birisinin virüslerinin nasıl diğer insanlara bulaştığını simülasyonlar sayesinde öğrenmek güzeldi...” (Ö17)

“...ellerimi yeterli sürede ve yeterince temiz yıkamadığımızın farkına vardım. Hapşırıkla hastalıkları nasıl yaydığımızı biliyorum ama deney ve simülasyonla gözümüzle görmüş olduk...” (Ö16)

“...dışarıdan gelen virüslerden korunmak için aşı olmamız gerektiğini ve hiçbir şekilde ertelememiz gerektiğinin farkına vardım...” (Ö10)

COVID-19 Bağlamında modelleme etkinlikleriyle zenginleştirilmiş SBK öğretiminde modelleme ve günlük yaşam ilişkisi ile ilgili öğrenci görüşlerinden elde edilen bulgulardan ve ifadelerden anlaşılağı üzere öğrencilerin etkinliklerde elde ettiğı bilgileri ve yaşadığı deneyimleri günlük yaşamlarına aktardıkları ve bu konuda farkındalık oluşturdıkları

görülmektedir. Bu durum öğrencilerin SBK bağlamında modelleme uygulamaları aracılığıyla günlük yaşamda karşılaştıkları ya da karşılaşılabilecekleri konular hakkında fikir sahibi olmalarına katkı sağladığını ortaya koymaktadır.



BÖLÜM V: SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu bölümde, araştırmanın bulgularına dayalı olarak elde edilen sonuçlar ile bu sonuçlar üzerine yapılan tartışmalara yer verilmiştir. Ayrıca, araştırma sürecinde yapılan gözlemler ve ulaşılan bulgular ışığında geliştirilen öneriler de bu bölümde sunulmaktadır.

Bu çalışmada COVID-19 bağlamında çoklu modelleme etkinlikleriyle zenginleştirilmiş SBK öğretiminin uygulandığı biyoloji dersinde öğrencinin bilimsel epistemolojik inançları, ahlaki muhakeme yetenekleri, alan bilgisi gelişimi, sosyobilimsel muhakeme becerisi ve argümantasyon yeteneğine SBK tabanlı argümantasyon ve normal öğretime kıyasla etkisi incelenmiştir. Bu incelemeleri yapmak üzere çalışma grubu olarak 9. Sınıf lise öğrencisi seçilmiştir. Çoklu modelleme etkinlikleriyle zenginleştirilmiş SBK öğretiminin yapıldığı, SBK tabanlı argümantasyonun uygulandığı ve mevcut öğretimin gerçekleştiği olmak üzere üç ayrı 9. Sınıf, modelleme ve argümantasyon etkinlikleri ve veri toplama araçları hazırlanmıştır.

Asıl uygulamaya başlamadan önce pilot bir uygulama gerçekleştirilmiş, bu süreçte araştırma kapsamında geliştirilen modelleme etkinlikleri test edilmiş, uygulama sırasında karşılaşılabilecek olası zorluklar belirlenmiş ve çoklu modelleme etkinlikleriyle SBK öğretim yönteminin uygulanabilirliği hakkında veri toplanmıştır. Pilot uygulama sonucunda elde edilen veriler ve yapılan gözlemler doğrultusunda ders materyalleri üzerinde düzenlemeler yapılmış ve nihai uygulama süreci yeniden planlanmıştır. Pilot uygulamanın tamamlanmasından iki ay sonra aynı okulda nihai uygulama gerçekleştirilerek veri toplama süreci tamamlanmıştır.

Pilot uygulamaya toplam 17 öğrenci katılırken, nihai uygulamaya 84 öğrenci katılım sağlamıştır. Pilot uygulama tek bir sınıf ile yürütülmüş, nihai uygulama ise üç farklı sınıfla gerçekleştirilmiştir. Araştırmaya katılan tüm çalışma grupları, araştırmacının uygunluk kriterlerine göre seçilmiş olup, öğrencilerin tamamı gönüllü olarak çalışmaya katıldıklarını ifade etmiştir.

Uygulamalardan elde edilen veriler analiz edilirken öğrencilere uygulanan veri toplama araçları dikkatlice incelenmiş, araştırmacının gözlemleri ve katılımcı öğrencilerin görüşleri değerlendirilmiştir. Çalışmadan elde edilen nicel verilerin analizi için tek yönlü kovaryans analizi (ANCOVA) kullanılmış, elde edilen nicel bulgular nitel verilerle desteklenerek kapsamlı bir değerlendirme yapılmıştır.

Elde edilen verilerin analizlerine dayalı olarak ortaya çıkan araştırma sonuçları ile bu sonuçlara ilişkin olarak yapılan tartışmalar araştırmanın alt problemleri dikkate alınarak aşağıda sırasıyla ele alınmıştır.

1. Model uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretiminin öğrencilerin muhakeme becerilerine, akademik başarısının, epistemolojik anlayışlarının, ahlaki sorgulama yeteneğinin ve argümantasyon yeteneğinin gelişimine, normal öğretim ve SBK temelli öğretime kıyasla etkisi nasıldır?
 - 1.1. Model uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretiminin öğrencilerin sosyobilimsel muhakeme becerilerine etkisi nasıldır?
 - 1.2. Model uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretimin öğrencilerin virüslere yönelik alan bilgisine etkisi nasıldır?
 - 1.3. Model uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretiminin öğrencilerin epistemolojik anlayışlarına etkisi nasıldır?
 - 1.4. Model uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretiminin öğrencilerin ahlaki sorgulama becerisine etkisi nasıldır?
 - 1.5. Model uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretiminin öğrencilerin argümantasyon yeteneğine etkisi nasıldır?
2. Öğrencilerin modelle zenginleştirilmiş SBK öğretime ilişkin görüşleri nelerdir?

5.1. Sosyobilimsel Muhakeme Becerilerine İlişkin Sonuçlar ve Tartışmalar

Bu araştırmada ilk olarak “çoklu modelleme etkinlikleriyle zenginleştirilmiş SBK öğretiminin öğrencilerin sosyobilimsel muhakeme becerisine etkisi SBK tabanlı argümantasyon yöntemine ve mevcut öğretime kıyasla etkisi nasıldır?” sorusuna cevap aranmıştır. Çalışmada 9. Sınıf öğrencilerine çalışma öncesinde ve sonrasında olmak üzere ön test-son test uygulaması yapılmıştır. Sosyobilimsel muhakeme becerisi ölçeğinde (Romine vd., 2017) farklı SBK içerikli iki senaryo sunulmuş ve bu senaryolara göre her senaryoda 10 soru olmak üzere toplamda 20 soruya cevap vermesi istenmiştir. Öğrenciler bu sorulardan 0 (düşük muhakeme yeteneği), 1 (orta muhakeme yeteneği) ve 2 (yüksek muhakeme yeteneği) olmak üzere üç farklı puan alabilmektedir. Uygulama sonucunda öğrencilerin verdiği cevaplar doğrultusunda bu iki SBK içerikli senaryolardan farklı sonuçlar elde edildiği görülmüştür.

Tablo 4.28 ve Tablo 4.29 birlikte değerlendirildiğinde çoklu modelleme etkinlikleriyle zenginleştirilmiş SBK öğretiminin uygulandığı sınıftaki sosyobilimsel muhakeme becerisi puanı ortalama 19,02, SBK tabanlı argümantasyonun uygulanan sınıftaki sosyobilimsel muhakeme puan ortalaması 20,15 iken mevcut öğretimin gerçekleştiği sınıftaki öğrencilerin sosyobilimsel muhakeme puanı ise 14,33 olarak bulunmuştur. Araştırmaya katılan ve üç farklı öğretim yöntemi uygulanan öğrencilerin sosyobilimsel muhakeme gelişimi açısından en yüksek gelişimi kontrol grubu ve modelleme tabanlı SBK öğretiminin yapıldığı sınıfa göre SBK tabanlı argümantasyon yönteminin uygulandığı sınıfta görülmektedir. Puan türlerindeki artışın anlamlı olup olmadığını belirlemek üzere yapılan ANCOVA analizi ve bonferroni testine göre Tablo 4.29 ve Tablo 4.30’da görüldüğü üzere modelleme tabanlı SBK öğretimi ile SBK tabanlı argümantasyon yöntemi arasında anlamlı farklılık görülmezken mevcut öğretimin yapıldığı sınıf ile aralarında anlamlı şekilde farklılaştığı görülmektedir. SBK tabanlı argümantasyonun ve modelleme tabanlı SBK öğretiminin öğrencinin sosyobilimsel muhakeme yeteneğinin gelişimini etkilediği sonucuna ulaşan pek çok çalışma bulunmaktadır (Wu ve Tsai, 2007; Sadler ve Zeidler, 2004; Topçu, Sadler ve Yılmaz-Tüzün, 2010; Fang, Hsu ve Lin, 2019).

Bu çalışma, SBK öğretimi ve öğrenimi için birden fazla model geliştirmeyi ve kullanmayı içeren yeni bir yaklaşım öne sürmektedir. Bu yaklaşımı destekleyen Le ve ark.’nın (2021) yürüttüğü çalışmada da öğrencilerin birden fazla bilimsel modele katılımının öğrencinin ilgili SBK hakkında anlayış geliştirdiğini ve sosyobilimsel modellere katılımının öğrencilerin bu bilimsel bilgiyi daha geniş sosyal bağlamlarda kullanmalarını sağladığını ifade etmiştir. Bunun yanında etkileşimli bilim ve sosyal faktörlerin öğrencilerin karmaşık ve soyut konular hakkındaki bakış açılarını genişleterek muhakeme yeteneğinin gelişimine katkıda bulunduğunu ve bu bakış açısının hem disiplinler arası bilgi ve günlük karar verme arasında köprü görevi gördüğünü hem de bilimsel okuryazarlık için fen öğretiminde önemli çıktılar sağladığını belirtmiştir.

Öğrencilerin sosyobilimsel muhakeme becerisi alt boyutları incelendiğinde puan yüzdelерinin oldukça düşük olduğu görülmektedir. ‘*Sosyobilimsel muhakeme ölçeğinin karmaşıklık alt boyutuna*’ ilişkin düzeltilmiş son test puan ortalamaları incelendiğinde Tablo 4.32, Tablo 4. 33 ve Tablo 4. 34’te görüldüğü üzere modelleme etkinlikleriyle zenginleştirilmiş SBK öğretiminin uygulandığı sınıfta ortalama puan 4.06, SBK tabanlı argümantasyon yönteminin uygulandığı sınıfta 4.91 iken normal öğretimin gerçekleştiği

sınıfta 3.68’de kalmıştır. ANCOVA analizi sonucunda Sosyobilimsel muhakeme ölçeğinin *karmaşıklık alt boyutu* üzerine anlamlı bir etkisi olduğu ortaya çıkmıştır. Farkın hangi gruplar arasında olduğuna dair yapılan bonferroni testinde ise modelleme etkinlikleriyle zenginleştirilmiş SBK öğretimi ile SBK tabanlı argümantasyon yöntemi arasında anlamlı bir farkın olmadığı ancak bu iki öğretim yönteminin yapıldığı sınıf ile normal öğretim yapılan sınıf arasındaki farkın anlamlı olduğu görülmektedir.

‘*Sosyobilimsel muhakeme ölçeğinin bakış açısı alt boyutuna*’ ilişkin düzeltilmiş son test puan ortalamaları incelendiğinde Tablo 4.35, Tablo 4. 36 ve Tablo 4. 37’de görüldüğü üzere modelleme etkinlikleriyle zenginleştirilmiş SBK öğretiminin uygulandığı sınıfta ortalama puan 4.17, SBK tabanlı argümantasyon yönteminin uygulandığı sınıfta 4.04 iken normal öğretimin gerçekleştiği sınıfta 2.17’de kalmıştır. ANCOVA analizi sonucunda Sosyobilimsel muhakeme ölçeğinin *bakış açısı alt boyutu* üzerine anlamlı bir etkisi olduğu ortaya çıkmıştır. Farkın hangi gruplar arasında olduğuna dair yapılan bonferroni testinde ise modelleme etkinlikleriyle zenginleştirilmiş SBK öğretimi ile SBK tabanlı argümantasyon yöntemi arasında anlamlı bir farkın olmadığı ancak bu iki öğretim yönteminin yapıldığı sınıf ile normal öğretim yapılan sınıf arasındaki farkın anlamlı olduğu görülmektedir.

Sosyobilimsel muhakeme ölçeğinin sorgulama alt boyutuna’ ilişkin düzeltilmiş son test puan ortalamaları incelendiğinde Tablo 4. 40, Tablo 4.41 ve Tablo 4.42’de görüldüğü gibi modelleme etkinlikleriyle zenginleştirilmiş SBK öğretiminin uygulandığı sınıfta ortalama puan 6.15, SBK tabanlı argümantasyon yönteminin uygulandığı sınıfta 5.77 iken normal öğretimin gerçekleştiği sınıfta 4.37 bulunmuştur. ANCOVA analizi sonucunda Sosyobilimsel muhakeme ölçeğinin *sorgulama alt boyutu* üzerine anlamlı bir etkisi olduğu ortaya çıkmıştır. Farkın hangi gruplar arasında olduğuna dair yapılan bonferroni testinde ise modelleme etkinlikleriyle zenginleştirilmiş SBK öğretimi ile SBK tabanlı argümantasyon yöntemi arasında anlamlı bir farkın olmadığı ancak bu iki öğretim yönteminin yapıldığı sınıf ile normal öğretim yapılan sınıf arasındaki farkın anlamlı olduğu görülmektedir.

Sosyobilimsel muhakeme ölçeğinin şüphecilik alt boyutuna’ ilişkin düzeltilmiş son test puan ortalamaları incelendiğinde Tablo 4. 44, Tablo 4.45 ve Tablo 4.46’da görüldüğü gibi modelleme etkinlikleriyle zenginleştirilmiş SBK öğretiminin uygulandığı sınıfta ortalama puan 4.75, SBK tabanlı argümantasyon yönteminin uygulandığı sınıfta 5.28 iken normal öğretimin gerçekleştiği sınıfta 4.62 bulunmuştur. ANCOVA analizi sonucunda Sosyobilimsel muhakeme ölçeğinin *şüphecilik alt boyutu* üzerine anlamlı bir etkisi olmadığı

ortaya çıkmıştır. Bu durumun nedeni, uygulama süresinin sosyobilimsel muhakeme becerisinin şüphecilik boyutunun gelişimi için yeterli olmamasından kaynaklanabilir (Romine vd., 2017; Sadler vd., 2011).

Özetlemek gerekirse çalışmanın sonucunda modelle zenginleştirilmiş SBK öğretimi ile SBK tabanlı argümantasyon yönteminin öğrencilerin sosyobilimsel muhakeme becerilerinin gelişimine etkisi olduğu bulunmuştur. Sosyobilimsel muhakeme ölçeği alt boyutlarına ilişkin sonuçları inceleyecek olursak, öğretim yöntemlerinin ‘karmaşıklık, sorgulama ve bakış açısı alt boyutlarının’ gelişimine etkisi olduğu; ancak şüphecilik alt boyutunda anlamlı bir farklılık gözlenmediği tespit edilmiştir. Öğrenciler sınıf ortamında COVID-19 gibi güncel ve tartışmalı sosyobilimsel konuların incelenmesine odaklandıklarında Latour’un (1989) ifade ettiği gibi ‘bilim yapmak’ ile yani bilim insanlarının fikir birliğine varamadığı belirsizlik bağlamıyla karşı karşıya bırakılmış olur. Albe’nin (2007) literatür taramasında çoğu araştırmadan da anlaşılabileceği üzere ‘en verimli uygulamalar, öğrenciler ile tartışılan konular arasında kişisel bağlantılar teşvik eden, iddiaları haklı çıkarma değerini açıkça ele alan ve çelişkili görüşlere dikkat etmenin önemini ortaya koyan uygulamalar’ olduğunu belirtmiştir (Sadler, 2004; Perkins vd., 1991; Patronis vd., 1999). Bu uygulamalardan modelleme etkinlikleriyle zenginleştirilmiş SBK öğretimi ve SBK tabanlı argümantasyon yöntemleri çalışmada kullanılmış ve her iki öğretim yönteminin öğrencilerin sosyobilimsel muhakeme becerilerinin gelişiminde etkili olduğu ortaya çıkmıştır. Benzer şekilde Cansız, (2014) çalışmasında da nükleer enerji bağlamında SBK tabanlı öğretim uygulamalarının katılımcıların sosyobilimsel muhakeme becerilerine ilişkin benzer sonuçlara ulaşmıştır. Yine Kinslow vd. (2019) yürüttükleri çalışmada yaz döneminde SBK odaklı uygulamalardan sonra öğrencilerin sosyobilimsel muhakeme becerisinde önemli kazanımlar elde ettiğini bulmuştur. SBK tabanlı argümantasyon sürecinde Simon (2004) da ifade ettiği gibi en basit argümantasyon senaryosunun bile öğrencileri bilim insanlarının yaşadığı süreçlere benzeyen süreçlere dahil edebileceği benimsenmiştir. Modelleme etkinlikleriyle SBK öğretimi yapılan sınıfta uygulanan modelleme sürecinde argümantasyona da yer vererek öğrencinin tartışma ve muhakeme yeteneği güçlendirilmek istenmiştir. Her iki grupta da süreçte yer alan öğrenciler bilim insanlarının yaşadığı süreçlere benzer süreçler yaşamıştır. Batı ve Kaptan (2017) yürüttükleri çalışmada modellemenin öğrencinin derslere aktif katılımını sağladığını ifade etmiştir. Modelleme ve argümantasyon gibi uygulamalar öğrencilerin argümantasyona ve onun değerlendirilmesine dahil etmek, fen sınıflarında sunulan geleneksel yöntemlerin

dogmatik, eleştirel olmayan ve sorgulamayan doğasını aşmanın bir yolunu sunmaktadır (Osborne, Erduran ve Simon, 2004).

Bu çalışmada öğrencilerin çoklu modeller oluşturduklarında hem argümantasyon sürecini hem de farklı modeller oluşturarak farklı bakış açılarından modelleme sürecine katılmaları önemsenmiştir. Bu durumu Wu ve Tsai (2007) yaptıkları çalışmada öğrencilerin SBK'lara ilişkin daha bilinçli karar vermeleri için birden fazla perspektiften düşünmeye teşvik edilmeleri gerektiği şeklinde ifade etmiştir. Örnek olarak nükleer enerji kullanımı hakkında öğrencilerin yürüttükleri informal muhakeme sürecini dört perspektiften oluşan bir çerçeveye oturtmuştur. Sosyal yönelimli, ekonomik yönelimli, ekolojik yönelimli ve bilim odaklı olmak üzere dört perspektiften bahseden araştırmacılar öğrencilerin sosyobilimsel muhakeme becerilerini yönlendirmek için bu perspektiflerin kullanılabileceğini belirtmiştir. Bu bağlamda Romine vd., (2020) SBK tabanlı öğretimin bilimsel okuryazarlık Vizyon II doğrultusunda öğrencilerin bilim içeriği ve uygulamaları öğrenmelerini ve ilgi geliştirmelerini desteklemekten daha fazlasını yapması gerektiğini ifade etmektedir. Dolayısıyla SBK tabanlı öğretimin öğrencileri demokratik bir toplumda sorumlu vatandaşlar olarak hizmet etmeye hazırlaması gerektiği öne sürülmektedir (Sjöström ve Eilks, 2018). Bu durum öğrencilerin SBK bağlamında nasıl muhakeme yaptıklarını anlama gerekliliğini ortaya koymuştur (Haskell, 2000). Bunun için fen içeriğini ve uygulamalarını öğretmek öğrencilerin sosyobilimsel muhakeme yeteneklerini geliştirmek için yeterli değildir (Romine vd., 2017). Bu nedenle çalışmada da kullanılan modelleme etkinlikleriyle zenginleştirilmiş SBK öğretimi ve SBK tabanlı argümantasyon yöntemlerinin uzun süreli sınıf ortamında uygulanması diğer bir ifadeyle modelleme ve SBK öğretimi entegrasyonunun sınıf ortamına taşınması durumunda öğrencilerin sosyobilimsel muhakeme becerilerinin gelişmesini sağlayabilir.

5.2. Alan Bilgisine İlişkin Sonuçlar ve Tartışmalar

Öğrencilerde fen başarısını olumlu yönde etkileyen en önemli nedenlerden birisi de öğrencilerin öğrenme sürecine aktif katılmasıdır (Köseoğlu ve Kavak, 2011). Bu süreçte öğrencinin fen içeriğine ilişkin anlayışlar geliştirmenin bir yolu olarak SBK bağlamının kullanılmasıyla ilgilidir (Sadler vd., 2011). Yapılan araştırmalar SBK ve modellemenin ayrı ayrı fen içeriğini öğrenmek için anlamlı bağlamlar sağlamanın bir yolu olarak güçlü potansiyele sahip olduğunu ifade etmiştir (Cajas, 1999; Kolsto, 2001; Zeidler ve ark., 2002; Zangor, ve ark., 2017; Lehrer ve Schauble, 2012; Barab vd., 2007; Dori vd., 2003;

Klosterman ve Sadler, 2010; Sadler vd., 2011). Bu araştırmada da SBK ve modelleme yöntemlerinin entegrasyonunun sınıf ortamında uygulamaya geçirilmesiyle öğrencilerin akademik başarıları üzerine etkisi incelenmiştir. Elde edilen bulgulara göre öğretim yönteminin öğrencilerin akademik başarıları üzerine etkisini belirlemeye yönelik yapılan ANCOVA analizinde düzeltilmiş son test ortalamalarının yer aldığı Tablo 4.51'e göre modelleme etkinlikleriyle zenginleştirilmiş SBK öğretiminin uygulandığı sınıftaki öğrencilerin en yüksek ortalama puanlara sahip olduğu görülmüştür. SBK tabanlı argümantasyonun uygulandığı sınıftaki öğrencilerin puanlarında da artış gözlemlendiği görülmektedir. Normal öğretimin uygulandığı sınıfta da diğer öğretim yönteminin uygulandığı sınıflara kıyasla az da olsa artış görülmüştür. Araştırmaya katılan ve üç farklı öğretim yöntemi uygulanan öğrencilerin ön testlerine göre düzeltilmiş son test puan ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık olduğu gözlenmiştir. Bu farkın hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek için yapılan Bonferroni testi sonucuna göre modelleme etkinlikleriyle enginleştirilmiş SBK öğretiminin hem SBK tabanlı argümantasyon uygulanan sınıfla hem de normal öğretim yapılan sınıf arasında anlamlı bir farklılık görülmüştür. Benzer şekilde SBK tabanlı argümantasyon yönteminin uygulandığı sınıf ile normal öğretim yapılan sınıf ile aralarındaki farkın anlamlı olduğu sonucuna varılmıştır. Bu sonuçlara paralel olarak modelleme etkinlikleriyle zenginleştirilmiş SBK öğretiminin hem SBK tabanlı argümantasyon hem de normal öğretimin uygulandığı sınıfa göre akademik başarılarında artış olduğu belirlenmiştir. Sadler vd.'nin (2011) yürüttüğü çalışmada da SBK tabanlı öğretimin öğrencilerin akademik başarılarında etkili olduğu sonucuna varması mevcut çalışmayla uyum göstermektedir.

Alan bilgisine ilişkin elde edilen diğer sonuçlardan biri de kavram haritası elemanlarından *'bağlantı'* (kavram), *'hiyerarşi'* ve *'örnek'* puanları ayrı ayrı karşılaştırıldığında yine modelle zenginleştirilmiş SBK öğretiminin uygulandığı sınıfın diğer gruplara oranla daha fazla yüksek olduğu görülmüştür. Bu sonuç Frederiksen vd. (1998) yaptığı çalışmada modelleme sürecinin aynı zamanda öğrencilerin kavramsal bağ kurabilme düzeylerini arttırarak anlamlı öğrenme gerçekleştirmelerini ve daha iyi problem çözmelerini sağladığını ortaya koyduğu sonuç ile paralellik göstermektedir. Diğer yandan çalışmada uygulanan yöntemle öğrenciler SBK bağlamında modellerle temsil ettikleri gerçekler arasında bağ kurabilmeyi kolaylaştırmıştır (Barab vd., 2000). Bu durum öğretim yönteminin öğrencilerde bilgilerin kalıcılığına etkisinde işlevsel olduğunu göstermiştir. Benzer şekilde modelleme etkinlikleriyle zenginleştirilmiş SBK öğretimi yardımıyla öğrenciler, derste

edindikleri bilgileri diğer gruplara göre daha uzun süre zihinde tuttuğunu göstermektedir. Bunun sebepleri arasında öğrenmenin zenginliğini ve heyecanını birinci elden tecrübe etmelerinin (Jackson, Dukerich ve Hestenes, 2008) yanı sıra modelleme sürecinde birçok duyu organının aktif kullanılmasının unutmaya süresini uzatması ve kalıcılığı artırması söylenebilir. Bu sonuç Demirhan ve Şahin'in (2015) modelleme etkinliklerinin kavramları somutlaştırdığı ve kalıcı öğrenmeyi sağladığına dair çalışmasının sonucu ile paralellik göstermektedir.

Modelleme, analitik bilişsel sistemlerin yansıması için bağlam sağlayarak öğrencileri karar almaya dahil eder (Mulder, Bollen, Jong ve Lazonder, 2016; Svihla ve Linn, 2012). Geliştirme, kullanma, değerlendirme ve gözden geçirmenin yer aldığı yinelemeli modelleme döngüsü öğrencilerin bilgi üretme sürecinde önemli rol oynamaktadır (Gilbert, 2005). Bu süreç boyunca öğrenciler modeli kullanma ve modelleri geliştirme, değerlendirme ve gözden geçirme boyutları arasında geçiş yapmaktadır (Svoboda ve Passmore, 2013). Kavramsal gelişim ise bu geçiş sürecinde virüsler konusunu daha iyi anlamak ve açıklamak için modele hangi yapıları dahil etmeleri gerektiğini belirledikçe gerçekleşmektedir (Passmore, Gouvea ve Giere, 2014). Modelleme etkinlikleriyle zenginleştirilmiş SBK öğretimi öğrencileri belirli bir SBK ile tanıştırmak konu hakkında muhakeme yapmak için gereken fen içeriği hakkında modelleme sürecine dahil etmektedir. Bu süreçte öğrenci bilimsel olguyu araştırır ve sorunun altında yatan bilimi anlamak için modelini kullanır, değerlendirir, gözden geçirir ve gerekli düzenlemeleri yaparak modelleme döngüsüne katılmaktadır. Sonraki süreçte öğrenciler konunun ahlaki ve etik kısmının karmaşıklığını, ilgili SBK'ya ilişkin çeşitli bakış açıları keşfederek bilimsel bilgileri duruma entegre etmektedir. Özetle bu süreç öğrencilerin modelleme yoluyla gerçek dünya sorunlarıyla ilgilenmelerini sağlayarak fen içeriğini farklı ortamlara aktararak anlamlı ve yansıtıcı hale getirmektedir. Peel vd., (2019) benzer süreci doğal seçim ve antibiyotik direnci bağlamında gerçekleştirmiştir. Mevcut çalışmanın sonuçları, Peel vd., (2019) tarafından yürütülen ve sürecin çoğunu laboratuvar ortamında gerçekleştirdikleri çalışmanın sonucu ile uyum sağlamaktadır. Çünkü öğrenciler modeller geliştirdiklerinde, gözlemi altta yatan teoriyle ilişkilendirmek (yani anlamlandırmaya katılmak) ve dünyanın nasıl ve neden işlediğine dair kavramsal bir anlayış oluşturmak için bir bakış açısı oluştururlar (Bechtel ve Abrahamson, 2005; Sadler vd., 2019). Benzer şekilde Bamger ve Davis'in (2013) yaptıkları çalışmada modelleme etkinliklerinin öğrencilerin akıl yürütmesinde bilimsel bilgiyi kullandıkları ve model tabanlı öğretimin öğrencilerin içerik bilgilerini de geliştirdiği gözlenmiştir.

Modelleme etkinlikleriyle zenginleştirilmiş SBK öğretiminin SBK tabanlı argümantasyon yöntemine göre öğrencinin akademik başarısında daha etkili olmasını sağlayan durum, modelleme etkinliklerinin SBK bağlamıyla entegre edilmesi olmuştur. Jho, Yoon ve Kim, (2014) SBK odaklı öğretim uygulamalarının katılımcıların akademik başarı düzeylerini geliştirdiğini belirtmektedir. Araştırmacılar SBK odaklı öğretimin bilgiyi anlama ve yansıtma açısından önemli olduğunun altını çizmiştir. Yürütülen çalışmada konu alan bilgisini kavram haritası oluşturma, grafik yorumlama, bir örnek olay karşısında karar verme gibi farklı durumlara transfer edebilme becerileri olarak değerlendirmiştir. Bu doğrultuda çalışmada ulaşılan, SBK odaklı öğretim uygulamalarının akademik başarıyı arttırdığı yönündeki sonuç mevcut araştırma ile benzerlik göstermektedir.

Bu süreçte vurgulanan noktalardan çoklu model uygulamasıdır. Bu uygulamanın önemini Lehrer ve Schauble (2012) yürüttükleri çalışmada öğrencilerin birden fazla model geliştirerek ve kullanarak doğal dünyayı anlamlandırabilmeyi kolaylaştırdığını ifade etmiştir. Benzer şekilde Schwarz vd. (2009) birden fazla model oluşturma öğretimin nihai hedeflerinden biri olduğunu vurgulamıştır. Bu çalışmaların sonuçlarının da birden fazla model kullanmanın öğrencilerin fen içeriğini anlamlandırması sürecinde etkili olduğu ve akademik başarıyı arttırdığı belirtildiği için bu çalışmanın sonuçlarıyla paralellik göstermektedir (Lehrer ve Schauble, 2012; Schwarz vd., 2009).

Sonuç olarak bu çalışma SBK öğrenimine ve öğretimine, birden fazla model geliştirmeyi ve kullanmayı içeren bir süreç önermektedir. Özellikle birden fazla modele öğrencinin katılması ilgili SBK hakkında anlayışlar geliştirdiği ve sosyobilimsel modeller oluşturmaları öğrencilerin bilimsel bilgiyi daha geniş sosyal bağlamlara aktarmalarına ve sosyal faktörlerin öğrencilerin karmaşık konu hakkında muhakemelerini nasıl etkilediğini bir önceki bölümde vurgulanmıştır. Bu çalışma disiplinler arası bilgi ve günlük karar alma süreçleri arasında bir etkileşim sağlamak için önemli olup fen içeriğinin öğrenilmesi için önemli bağlamlar sunmaktadır.

5.3. Ahlaki Muhakemeye İlişkin Sonuç ve Tartışmalar

Literatürde yapılan çalışmalarda öğrencilerin ahlaki muhakemelerinin çeşitli şekillerde sınıflandırıldığı görülmektedir (Patronis vd., 1999; Sadler ve Zeidler, 2005b; Yang ve Anderson, 2003). Bu çalışmada Rest ve ark., (1999) tarafından geliştirilen Değerleri Belirleme Testi kullanılmıştır. DBT ile öğrencilerin COVID-19 pandemi süreci gibi genel

toplumsal sorunlardaki ahlaki muhakeme becerisinin ölçülmesi hedeflenmiştir. Bu çerçevede doğrultusunda öğrencilerin ahlaki bağlamlarda akıl yürütme ve karar almaya rehberlik eden gelişimsel şemalar boyunca ilerlediği düşünülmektedir (Sadler ve Donnelly, 2007). En üst şema adalet, zarar vermeme ve iyilikseverlik gibi genelleştirilebilir ahlaki ilkelere dayanmaktadır. DBT’de ahlaki muhakeme yeteneğini belirleyen değer ‘*P puanı*’ olarak ele alınmıştır.

Mevcut çalışmada DBT verilerinden elde edilen bulgulara göre öğrencilerin son DBT puanlarının (P puanı) gruplara göre dağılımının gösterildiği Tablo 4.6’da da görüldüğü gibi en yüksek P değerinin modelle zenginleştirilmiş SBK uygulamasının olduğu sınıfta gözlenmiştir. Ancak modelle zenginleştirilmiş SBK öğretiminin öğrencilerin ahlaki muhakeme becerilerini belirlemeye yönelik yapılan ANCOVA analizinde gruplar arasında anlamlı bir farklılığın olmadığı görülmüştür. Sadler ve Donnelly (2007) çalışmasında nitel analizler lise öğrencilerinin genetik mühendisliği tartışmalarında çoğunlukla ele alınan konuları ahlaki sorunlar olarak yorumladığını ortaya koymuştur. Ancak nicel analizlerde benzer bulguya rastlanılmamıştır. Dolayısıyla bu sonucuna sebebinin DBT’nin doğasıyla ilişkili olduğunu belirtmiştir. Çünkü DBT adalet, iyilikseverlik, kötü niyetli olmama gibi soyut ahlaki ilkelerin uygulanmasına odaklanmıştır (Rest vd., 1999). Bu durumda DBT’nin öğrencilerin kişisel ahlak türünü yeterince yansıtmadığı düşünülmektedir (Sadler ve Donnelly, 2007). Soyut ilkelere vurgu yapan neo-Kohlberci paradigmanın öğrencilerin SBK bağlamında ahlaki muhakeme becerisini tanımlamada yeterli olamayacağı vurgusu yapılmıştır (Sadler, 2004c). Öte yandan Lee vd., (2013) karakter ve değerleri geliştirmenin önemli miktarda zaman ve çaba gerektirdiğini ifade etmiştir. Bu nedenle karakter ve değerlerin gelişimi için fen eğitimini ahlak, karakter ve vatandaşlık eğitimiyle bütünleştirip SBK öğretimiyle uzun vadede olumlu sonuçların alınabileceğini vurgulamıştır.

DBT’de ölçülmek istenen ahlaki muhakeme becerilerinin boyutlarından alınan puanların sonuçları da modelleme etkinlikleriyle zenginleştirilmiş SBK öğretiminin yapıldığı sınıflarda yüksek olsa da farklı öğretim yönteminin uygulandığı sınıflar arasında anlamlı farklılıklar olmadığı tespit edilmiştir. Benzer sonuçlar Demir ve Namdar, (2021) modelleme etkinliklerinin öğrencilerin ahlaki muhakeme becerileri üzerine etkisinin incelendiği çalışmada görülmüştür. 17 öğrencinin katılımıyla yürütülen çalışmada öğrencilerin ahlaki muhakeme becerileri ahlaki muhakeme örüntü değerlendirme ölçeği

kullanılarak analiz edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre modelleme etkinliklerinin yüksek kalitede ahlaki muhakeme oluşturmada yeterli olmadığını ortaya koymuştur.

Öğrencilerle yapılan çalışmalar, modellerden elde edilen verilerin karmaşık konular hakkındaki argümanları desteklemek için kullanılabileceğini göstermektedir (Pallant ve Lee, 2015). Ancak modelleme etkinliklerinin lise öğrencilerinin COVID-19 gibi gerçek yaşam konuları hakkındaki ahlaki muhakemeleri üzerindeki etkisi hakkında çok az şey bilinmektedir. Bu çalışmada lise öğrencilerinin güncel gerçek yaşam konuları hakkında karar verirken ahlaki muhakeme becerilerini ifade edebilecekleri bir öğrenme ortamı bağlamı sağlamanın bir yolu olarak modelleme etkinlikleri kullanılmıştır.

5.4. Argümantasyon Yeteneğine İlişkin Tartışma ve Sonuçlar

Fen eğitimi araştırmaları argümantasyonun faydalarına vurgu yapmaktadır (Bağ ve Çalık, 2017). Ortaokul öğrencilerinde deneysel sonuçlar argümantasyonun bilimin doğası anlayışını, sosyobilimsel konularla ilgili karar verme becerilerini, kavramsal anlayışı ve bilime yönelik tutumları arttırdığını göstermektedir (Bell ve Linn, 2000; Günel, Memiş ve Büyükkasap, 2010; Ulu ve Bayram, 2015). Bu çalışmaların sonuçlarıyla benzerlik gösteren mevcut çalışmada da araştırmaya katılan ve üç farklı öğretim yöntemi uygulanan lise 9. Sınıf öğrencilerinin yazılı argümantasyon becerisine ilişkin ön testlerine göre düzeltilmiş son test puan ortalamalarının gruplara göre dağılımı incelendiğinde (Tablo 4.96) SBK tabanlı argümantasyon yönteminin uygulandığı sınıfın puanlarının diğer gruplara göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Ön test son test arasındaki fark incelendiğinde (Tablo 4.94) modelleme etkinlikleriyle zenginleştirilmiş SBK uygulamalarının uygulandığı sınıf ile SBK tabanlı argümantasyonun uygulandığı sınıfın puan artışının yakın olduğu görülmektedir. Normal öğretimin gerçekleştiği sınıfta ise diğer sınıflara oranla çok büyük bir değişiklik gözlenmemiştir. Araştırmaya katılan ve üç farklı öğretim yöntemi uygulanan öğrencilerin ön testlerine göre düzeltilmiş son test puan ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık vardır. Farkın hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek için yapılan Bonferroni testinde modelleme etkinlikleri ile zenginleştirilmiş SBK öğretimi ile SBK tabanlı argümantasyon uygulamasının uygulandığı sınıflar arasında anlamlı bir farklılık gözlenmezken normal öğretimin gerçekleştiği sınıf arasında anlamlı bir farklılık gözlenmiştir. Deney grubundaki öğrencilerin SBK bağlamında hem argümantasyon hem de modelleme sürecinde etkinlikleri uygulamalı olarak gerçekleştirip, kendi öğrenmelerinde doğrudan ve aktif biçimde rol almaları argümantasyon (bilimsel tartışma) seviyelerinin gelişmesini sağlamıştır.

SBK doğası gereği karmaşık ve çok yönlüdür ve her bireyin en iyi eylem planının ne olduğu konusunda hepsinin farklı bakış açıları olabilir. Bireyler kendi değerlerine ve önceliklerine göre farklı çözüm yolları belirledikçe bu durum tartışma ortamının oluşmasına yol açar (Durak ve Topçu, 2023). Bu nedenle tek bir doğru cevap aramak yerine ilgili tüm değişkenleri göz önünde bulundurarak kabul edilebilir bir çözüme ulaşmak için argümantasyon süreci önemlidir. Argümantasyon, öğrencilerin bilim insanlarının uygulamalarıyla tutarlı olan modellerin geçerliğini test etmelerine olanak tanır (Demir ve Namdar, 2019). Bilimsel bilgi değiştikçe, bilim insanları modelleri değiştirerek ve yeniden yaratarak yeniden düzenler (Kozma, 2003). Benzer şekilde öğrenciler modellerini sınıf içi tartışmalardan ve argümantasyondan elde edilen verilere dayanarak gözden geçirmektedir. Hogan ve Thomas, (2001) öğrencilerin ekolojideki sistem modelleme sürecini araştırmış ve araştırmanın sonucunda öğrencilerin modellerini argümantasyona ve model yorumlama sürecine dayanarak gözden geçirdiğini tespit etmiştir. Araştırmalar modellemenin öğrencilerin gerçek yaşam sorunlarının altında yatan bilimsel kavramları anlamalarını kolaylaştırabileceğini gösterse de modellemenin argümantasyonu nasıl etkilediğine dair çok az kanıt bulunmaktadır.

Argümantasyon bileşenleriyle ilgili elde edilen bulgular, modelleme ile zenginleştirilmiş SBK öğretimi ve SBK tabanlı argümantasyon uygulanan sınıflarda iddia, gerekçe, karşı iddia ve destekleyici puanlarının arttığını göstermektedir. Ancak kanıt (çürütücü) puanlarında ön test ve son test arasında yalnızca küçük bir artış olduğu tespit edilmiştir. Bu durum, SBK tabanlı modelleme ve argümantasyon yönteminin öğrencilerin kanıt (çürütücü) puanlarını kayda değer şekilde artırmadığını ortaya koymaktadır. Erduran vd. (2004), öğrencilerin, özellikle yazılı argümanlarda, aksi belirtilmediği sürece karşı iddia ve çürütücü kullanmadıklarını ifade etmiştir. Kuhn (1991), karşıt argümanları çürütebilmek için öncelikle kişinin kendi argümanını oluşturması ve ardından karşı argümanı anlaması gerektiğini belirtmiştir. Lin ve Mintzes (2010) tarafından yürütülen bir çalışmada ise öğrencilerin sosyobilimsel bir konuda argümantasyon becerileri incelenmiştir. Çalışma bulguları, yüksek düzeyde alan bilgisine sahip bazı öğrencilerin bile karşı argümanlara yönelik çürütücü oluşturmakta zorlandıklarını göstermiştir. Araştırmacılar, çürütmenin üst düzey düşünme becerilerini gerektiren bir süreç olduğunu ve birçok öğrenci için bu sürecin bilişsel olarak zorlayıcı olduğunu ileri sürmüştür. Başka bir deyişle, çürütücü oluşturmak için yalnızca bilgi yeterli değildir; eleştirel düşünme gibi üst düzey becerilerin de gelişmiş olması gerekmektedir. Bu bulgular, mevcut araştırmanın sonuçlarını destekler niteliktedir.

Bu çalışmada modelleme etkinlikleriyle zenginleştirilmiş SBK öğretimi ve SBK tabanlı argümantasyon sürecinde COVID-19 odaklı olması fakat argümantasyon senaryolarında Aşı konulu bir senaryo hariç diğer senaryolarla konu bağlamı açısından uyuşmadığı için yüksek kalitede argümanların oluşturulamadığı düşünülebilir. Oluşturulan çürütücülerin sadece Aşı konulu senaryoda görülmesi de bu durumu kanıtlamaktadır. Demir'de (2017) yaptığı çalışmada modellemeye dayalı yaptıkları etkinlik sonrası yapılan yazılı argümantasyon sürecinde daha çok modelleye dayalı etkinliklerinde edindikleri bilgileri argümanları desteklemede kullandığını belirtmiştir. Farklı öğretim kademelerinde öğrenim gören öğrencilerin karmaşık konularda argümantasyon kalitelerinde benzer bulgulara rastlanmıştır. Örneğin Wu ve Tsai (2007) tarafından yürütülen çalışmada 10. Sınıfta öğrenim gören 71 Tayvanlı öğrencinin nükleer enerji konusundaki argümantasyon süreci incelenmiştir. Bu öğrencilerden çürütücü kullanabilenlerin oranı %40'a ulaşmadığı görülmüştür.

Uluslararası literatürde Kortland (1996), atık yönetimi ve geri dönüşüme ilişkin SBK öğretim sürecinin öğrencilerin temel seviyede argümantasyon yeteneği kazandığını, ancak deneysel müdahalenin bu becerilerde yalnızca ihmal edilebilir düzeyde bir gelişme sağladığını ifade etmiştir. Buna karşılık, Zohar ve Nemet (2002), genetik mühendisliği ve insan genetiği uygulamalarını içeren genetik ikilemler üzerinde yapılan çalışmalarında, argümantasyon tabanlı öğretim yönteminin öğrencilerin argümantasyon becerileri üzerinde olumlu bir etkisi olduğunu ortaya koymuştur. Demir ve Namdar (2019) çalışmasında öğrencilerin modelleme etkinliklerinden sonra bile yüksek kalitede argümanlar oluşturamadıklarını öne sürmüştür. Chin ve Osborne (2010) ise bu duruma karşılık karşı iddiaları ve çürütücüleri teşvik etmek için öğrencilerin daha ayrıntılı argümanları kaydedebilecekleri çalışma kağıtları sağlamanın yardımcı olabileceğini diğer yandan Cho ve Jonassen (2002) ise bilgisayar destekli argümantasyon senaryolarının bu süreçte etkili olabileceğini ifade etmiştir. Ayrıca öğretmenlerin yazılı argümantasyon sürecinde karşı iddia ve çürütücü oluşturabilmeleri için sözlü uyarılarda bulunulmasının önemli olduğu düşünülmektedir (Demir ve Namdar, 2019).

5.5. Epistemolojik İnanç Ölçeğine İlişkin Tartışma ve Sonuçlar

Öğrencilerin Epistemolojik İnanç anketinden elde edilen düzeltilmiş son test ortalamalarına göre modelleme etkinlikleriyle zenginleştirilmiş SBK öğretiminin uygulandığı sınıfın diğer gruplara oranla daha yüksek puana sahip olduğu görülmektedir (Tablo 4.74). Öğretim yönteminin epistemolojik inanç puan ortalamaları üzerine etkisini

belirleyeme yönelik yapılan ANCOVA analizi sonucunda gruplar arasında anlamlı bir farklılık görüldüğü tespit edilmiştir (Tablo 4.75). Farkın hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek için yapılan Bonferroni testi sonucuna göre modelleme etkinlikleriyle zenginleştirilmiş SBK öğretiminin uygulandığı sınıfa ait değerlerle diğer gruplar arasındaki değerlerdeki farkın anlamlı olduğu görülmüştür (Tablo 4.76). Bu sonuçlar modelleme etkinliklerinin öğrencilerin epistemolojik inanç gelişiminde daha etkili olduğu görülmektedir. Öğrencilerin fen eğitiminde model kullanımına ilişkin modelleme uygulamalarına etkin katılımı, bilimsel modellerin doğası ve amacına ilişkin epistemolojik farkındalıklarını arttırabilir (Petridou vd., 2009). Diğer taftan Schwarz ve White (2005) tarafından yürütülen çalışmada model ve modelleme hakkında açık bir metabilişsel yönergeler kullanarak bir sorgulama-modelleme yaklaşımı uygulamıştır. Araştırma sonucunda öğrencileri yalnızca modeller geliştirmeye dahil etmenin, modeller ve modelleme hakkında epistemolojik farkındalık geliştirmek için yeterli olmadığını ve yalnızca bilimsel modeller değil, aynı zamanda doğaları ve amaçları hakkında epistemolojik farkındalık geliştirmek için modeller ve modelleme hakkında açık yönergeler eklenmesi gerektiğini ifade etmiştir. Bu çalışmada tek başına modelleme etkinliklerinden ziyade COVID-19 bağlamında SBK öğretimi de entegre edilmiştir. Sonuç olarak SBK'nın doğası gereği tartışmalı ve farklı fikirlere açık ve delillerin sorgulandığı öğrenme ortamlarının öğrencinin epistemolojik gelişimi için uygun olduğu ortaya konulmuştur.

Epistemolojik inanç ölçeğinin alt boyutları açısından incelendiğinde modelleme etkinlikleriyle zenginleştirilmiş SBK öğretiminin uygulandığı sınıftaki öğrencilerin bütün alt boyutlarda son test puanlarının ön test puanlarına göre artış gösterdiği görülmektedir. SBK tabanlı argümantasyonun uygulandığı sınıfta ise *Bilginin kaynağı ve değişmezliği* boyutu ile *Bilgini gerekçelendirilmesi* alt boyutunda son test puanlarının ön test puanlarına göre olan artış ihmal edilecek düzeydeyken, *Bilginin gelişimi* boyutuna ilişkin son test puanları ön test puanlarına göre artış gösterdiği görülmektedir. Mevcut öğretimin gerçekleştiği sınıfta ise bütün boyutlarda kayda değer bir değişimin gözlenmediği görülmüştür. Bu doğrultuda yapılan çalışmalarda da görüldüğü üzere öğrencilerin epistemolojik inançlarındaki gelişimin çok kolay ve kısa sürede olamayacağı düşünülmektedir (Han-Tosunoğlu, 2018). Benzer sonuçlara ulaşan çalışmalardan biri Yılmaz-Tüzün ve Topçu (2007) tarafından yapılan aday öğretmenlerin SBK ile ilgili epistemolojik inançlarının nasıl değiştiğini incelemiştir. Schommer'in (1990) Epistemolojik İnanç Anketinin kullanıldığı araştırma sonucunda aday öğretmenlerin epistemolojik inanç seviyelerinin orta düzeyde olduğunu ve SBK öğretiminin

epistemolojik inancı etkilediğine dair kanıt bulunamadığını belirtmiştir. Bu durumun kültürel farklılıklardan, otorite figüründen ya da önceki eğitim hayatındaki fen müfredatında uygulanan geleneksel öğretim stratejilerinin öğrencilerin görüşlerini etkileyebileceğini savunmuştur.

5.6. Modelleme Sürecine Yönelik Öğrenci Görüşlerine İlişkin Tartışma ve Sonuçlar

İkinci problem kapsamında öğrencilerle gerçekleştirilen yarı yapılandırılmış görüşme formları, öğrenci günlükleri ve gözlem notlarından elde edilen bulgular incelendiğinde öğrencilerin modelleme etkinliklerine yönelik düşüncelerinin olumlu yönde geliştiği gözlenmiştir. Araştırmada hedeflenen temel özelliklerden biri öğrencilerin modelleme etkinliklerine yönelik görüşlerinin ne olduğunu ortaya çıkarmaktır. Modelleme bilimsel düşünmenin temelidir ve modeller hem birer ürün hem de bilimsel yöntemdir (Harrison ve Treagust, 1998). Diğer yandan Passmore vd. (2005) modellerin geliştirilmesi, ölçülmesi ve yeniden düzenlenmesi süreçleri bilimsel sorgulamada çok önemli bir yere sahip olduğu ve öğrencilerin fen bilimine ilişkin donanımlı olmasını sağladığını ifade etmiştir. Aynı zamanda mevcut çalışmada da olduğu gibi modelleme süreci çoklu modelleme etkinlikleri içerdiği için farklı zekâ düzeylerine hitap etmektedir. Bu süreçte gerçekleştirilen etkinliklerden dolayı öğretmenlere kavramsal öğrenmeyi gerçekleştirmeleri adına farklı öğretim stratejileri sunar ve öğrencilerin konu olan bilimsel modelin doğasını anlamalarına yardımcı olur (Shen ve Confrey, 2007).

Görüşmelerden elde edilen bir diğer bulgu, modelleme etkinliklerinin fen biliminin günlük yaşamda nerelerde kullanıldığını göstererek, öğrencilerin fenin pratik hayattaki işlevselliği konusundaki görüşlerini etkilediğidir. Öğrencilerin büyük bir kısmı, modelleme etkinliklerinin başarılarını ve derse katılımlarını artırdığını (derse olan motivasyonlarını), fen biliminin günlük yaşamla bağlantılarını ortaya koyduğunu ve olumlu tutum geliştirmelerine katkı sağladığını ifade etmiştir. Bu nedenle, öğrenciler bu tür modelleme etkinliklerinin diğer derslerde de uygulanmasını faydalı bulmaktadır. Özellikle modelleme sürecinde öğrencilerin daha aktif bir rol üstlenmesi ve modellerin kendileri tarafından üretilmesi, derslerin daha keyifli hale gelmesini sağlamaktadır. Bu durum, öğrencilerde derse yönelik olumlu beklentiler oluşmasına neden olmaktadır. Görüşmelerde sıklıkla dile getirilen bir diğer görüş ise, modelleme sürecine yönelik memnuniyet kodudur. Kaiser ve Schwarz (2006) tarafından yapılan bir çalışmada da öğrencilerin büyük bir çoğunluğunun modelleme etkinliklerinden memnuniyet duyduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Modelleme etkinliklerinin, öğrencilerin günlük yaşam ile fen bilimleri arasında bağ kurmalarında önemli bir etkisi bulunmaktadır. Çoğu öğrenci, modelleme etkinliklerinin uygulanmasıyla fen derslerine karşı daha olumlu bir tutum geliştirdiklerini, öğrendiklerini daha kalıcı hale getirdiklerini, düşünmeye daha fazla teşvik edildiklerini, biyoloji dersinde ele alınan konularla günlük yaşam arasındaki ilişkileri fark ettiklerini ve grup çalışmalarını oldukça faydalı bulduklarını belirtmiştir.

Öğrencilerin fen dersine ait bir konuyu tam anlamıyla kavrayabilmesi, o üniteye ilişkin temel bilgi ve kavramları doğru bir şekilde öğrenmesi ve bu kavramları birbiriyle ilişkilendirerek zihninde doğru biçimde yapılandırmasıyla mümkündür (Tokatlı, 2010). Modelleme sürecinde geliştirilen modeller, öğrencilerin kendi modellerini birbirleriyle karşılaştırmalarına ve bu modelleri yeniden değerlendirme fırsatı bulmalarına olanak tanımaktadır (Coll-Richard, France ve Taylor, 2005). Modelleme etkinliklerinin bu çalışmada olduğu gibi öğrencilerin akademik başarısını arttırdığını (Cajas, 1999; Kolsto, 2001; Zeidler vd., 2002; Zangor, vd., 2017; Lehrer ve Schauble, 2012; Barab vd., 2007; Dori vd., 2003; Klosterman ve Sadler, 2010; Sadler vd., 2011) ve geleneksel fen bilimleri derslerinin aksine modelleme etkinlikleri ile öğrencinin fen bilimleri derslerine yönelik tutumlarının olumlu yönde değiştiğini tespit eden çalışmalar da mevcuttur (Ünal Çoban, 2009; Templin ve Fetters, 2002; Schmalz, 2012). Bu bağlamda, bir öğrenme ve öğretme aracı olarak modeller, fen derslerinde sıkça karşılaşılan soyut ve karmaşık konu, fikir ve kavramların daha kolay anlaşılmasına olanak tanır. Bu durum, fen derslerinin daha keyifli bir şekilde işlenmesini sağlarken, öğrencilerin bu derslere karşı olumlu bir tutum geliştirmelerine de katkıda bulunur. Bu doğrultuda öğrenciler kavramsal anlamalarını sosyal yapılandırmacı bir öğrenme ortamında iş birliği içerisinde gerçekleştirebilmektedir (Driel ve Verloop, 2010). Bu çalışmada da yüksek oranda öğrencinin içerik bilgisini öğrenmesinin kolaylaştığını, daha kalıcı olduğu yönünde görüş bildirdikleri görülmüştür. Bu görüşlere paralel olarak bölüm 4.2’de öğrencilerin alan bilgisine ilişkin sonuçlarla da uyum göstermektedir. Hem nicel hem nitel anlamda modelle zenginleştirilmiş SBK öğretiminin öğrencilerin akademik başarılarını olumlu yönde etkilediği tespit edilmiştir. Bu bulgular modelleme yöntemiyle öğretimin fen derslerinde öğrencilerin kavramsal anlayışlarını inceleyen çalışmalarda modellemeye dayalı fen öğretiminin öğrencilerin akademik başarısına pozitif etki ettiği sonuçlarıyla paralellik göstermektedir. (Mortaş, 2011; Bilal, 2010; Çoban, 2009). Benzer şekilde Bambarger ve Davis (2013) model tabanlı öğretimin öğrencilerin modellemeye yönelik performanslarını alan bilgisine nasıl aktardıklarını

belirlemeye çalışmıştır. Araştırmacılar model tabanlı öğretimin öğrencilerin içerik bilgisini arttırdığını ifade etmiştir. Frederiksen ve Gutwill (1999) ise yürüttüğü çalışmada modelleme sürecinin öğrencilerin bilgi düzeyini arttırdığını ve öğrencilerde anlamlı öğrenme gerçekleştiğini ifade etmiştir. Ayrıca anlamlı öğrenmenin öğrencilerde problem çözme becerilerini geliştirdiği sonucuna ulaşmıştır.

Uygulanan görüş formlarında modelleme etkinliklerinin olumlu yanlarının neler olduğunun sorulması üzerine en çok *grup halinde çalışma* olduğu ifade edilmiştir. Bunun yanında modelleme sürecinde gruplar halinde çalışarak fikir alışverişi yaptıklarını, farklı düşüncelerin varlığını gördüklerini, yaratıcılıklarının arttığını ve farklı fikirlerden yola çıkarak beyin fırtınası yaparak kendi düşüncelerinde revizyona gittiklerini belirtmiştir. Öğrencilerin katıldığı modelleme sürecinde etkinliklerin grup olarak yapılması öğrencilerde olumlu birçok kazanım elde etmesini sağlamıştır. Grup çalışmasının ve akran tartışmalarının öğrencilerde bilişsel ve üst bilişsel düşünme yeteneklerini geliştirmektedir (Coll, France ve Taylor, 2005). Mevcut araştırmada yarı yapılandırılmış görüşme formlarında ve öğrenci günlüklerinde öğrencilerin grupla çalışılmasından memnun olduklarını ve modelleme sürecindeki model oluşturma ve modellerin test edilmesi sürecinde birbirlerine destek oldukları gözlemlenmiştir.

Öte yandan görüşme günlüklerden elde edilen bulgulara modelleme etkinlikleriyle zenginleştirilmiş SBK öğretiminin öğrencinin bilimin doğasına ilişkin anlayışlarında da etkili olduğu görülmüştür. Özellikle bilime ilişkin tutum ve düşüncelerde olumlu yönde değişim olduğu, bilgilerin bilimsel olup olmadığına yönelik fikir yürütebildikleri ayrıca bilim insanlarının bilimsel bilginin oluşma süreçlerinin farkında olma yolunda ilerledikleri gözlemlenmiştir. Bu sonuca paralel olarak Campell, Zhang ve Neilson (2011) modellemeye dayalı sorgulama yaklaşımının lise öğrencilerinin bilimin doğasına ilişkin görüşlerini arttırdığını tespit etmiştir. Literatürde modelleme tabanlı öğretimin öğrencilerin bilimin doğasına (Batı, 2014), bilimsel süreç becerilerine (Ünal Çoban, 2009), bilimsel yöntem (Nelson ve Davis, 2012) ilişkin görüşlerinin incelendiği araştırmalarda öğrencilerin bilimin doğasına ilişkin görüşlerini geliştirebildiği ortaya konmuştur. Bu bağlamda kanıtları ve argümanları kullanarak teori temelli modeller oluşturulması öğrencilerin bilimsel bakış açılarını anlamalarına yardımcı olmaktadır (NRC, 2012).

Tüm bu sonuçlar doğrultusunda model tabanlı öğrenme, fen öğretimi ile bir bütündür (Gobert ve Buckley, 2000). Öğrencileri modelleme sürecine katarak anlamlandırılmayan kavramlar somutlaştırılmakta, öğrenilmesi zor konular zihinlerinde ya da ortaya koydukları modeller ile daha anlaşılır hale gelebilmektedir. Nitel verilerden de anlaşılacağı üzere modelleme etkinlikleri öğrenciler için konular daha ulaşılabilir, anlaşılabilir ve eğlenceli olmaktadır. Fen öğretiminin de öncelikli amaçlarından olan bilimsel okuryazar bireyler yetiştirmek için argümantasyon yeteneği, alan bilgisi ve muhakeme becerilerine sahip donanımlı bireylerin yetiştirilmesi, bu süreçte modelleme etkinliklerine yer vererek bu hedefe ulaşmayı kolaylaştırabilir. Toplumu ilgilendiren, gerçek yaşamla ilgili konular olan SBK ile ilgili öğrencilerin alan bilgisine sahip olması, bu alan bilgisini kullanarak argümanlar üretmeleri gerekmektedir (Topçu, 2015).

5.7. Sınırlılıklar

Bu araştırma, çok yöntemli bir desen çerçevesinde yürütülmüş olup, belirli sınırlılıklar içermektedir. Öncelikle, çalışma İstanbul'da yer alan tek bir devlet lisesinde, 9. sınıf düzeyindeki sınırlı sayıda öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Bu durum, elde edilen bulguların farklı coğrafi bölgelerdeki ya da farklı sosyo-kültürel düzeydeki öğrencilere genellenmesini sınırlandırmaktadır.

Araştırma kapsamında kullanılan veri toplama araçları hem nicel (ölçekler, kavram haritaları, yazılı senaryolar) hem de nitel (öğrenci görüş formu, öğrenci-öğretmen günlükleri, gözlem notları) bileşenleri içermektedir. Ancak, yazılı görüş formlarına dayalı olarak elde edilen nitel veriler, öğrencilerin ifade becerileri, motivasyon düzeyleri ve sorulara yaklaşım tarzlarına bağlı olarak değişiklik gösterebilir. Bu durum, bazı anlamlı verilerin yeterince derinlemesine ifade edilememesine neden olmuş olabilir.

Ayrıca, uygulama süreci belirli bir zaman dilimi (6-8 hafta) ile sınırlı tutulmuş olup, öğretim yöntemlerinin uzun vadeli etkilerini gözlemlene imkânı bulunmamaktadır. Uygulama dönemi boyunca elde edilen veriler, bu zaman dilimi içerisinde oluşan değişimlere dayanmaktadır ve öğrencilerin uzun süreli öğrenme kazanımlarına ilişkin doğrudan bir çıkarım yapılması güçtür.

5.8. Öneriler

Bu çalışma üç farklı öğretim yönteminin öğrencinin yazılı argümantasyon becerisi, sosyobilimsel muhakeme becerisi, epistemolojik inanç gelişimi, alan bilgisi ve ahlaki muhakeme becerisine yansması incelenmiştir. Bunun yanında çoklu modelleme etkinlikleriyle zenginleştirilmiş SBK öğretimine yönelik öğrencilerin görüşlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. COVID-19 gibi gerçek dünya sorunlarının ele alındığı bu çalışmada çoklu modelleme etkinlikleriyle sınıf ortamına taşınması ve konunun sosyal, ekonomik yönünün tartışılması her ne kadar müfredatta çok yoğun vurgulanmasa da bireyin günlük yaşantısı bağlamında tartışıldığında değinilmesi gereken konular olarak düşünülmektedir. Çoklu modelleme etkinlikleri farklı tür modellerin farklı öğrenme ortamlarında uygulanması öğrencilerin bazı durumlarda bireysel ve işbirlikçi bazı durumlarda bilgisayar ortamı, ev ödevi olarak ev ortamında ve sınıf ortamında olmak üzere çeşitli model ve öğrenme ortamlarıyla uygulanmıştır.

Uygulama sonrası aynı zamanda araştırmacı olan ders öğretmeni modellemeye dayalı fen öğretimi ile ilgili olumlu görüş bildirmiştir. Öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini, derse olan güdülenmelerinin, kendilerini ifade etme ve düşünme becerilerinin arttığını ifade etmiştir. Öğretmen sınıf içinde öğrencilerin model oluşturmasını sağlayarak, öğrencilerle birlikte model üreticisi ve değerlendiricisi olmalarına fırsat tanıyarak hem öğrencilerin öğrenmelerine hem de kendi profesyonel gelişimine katkıda bulunmaları sağlanmalıdır (Justi ve Van Driel, 2005). Bu açıdan değerlendirildiğinde bu çalışmanın ulaştığı sonuçlarla öğretmenin ve öğrencinin gelişimine olumlu katkı sağladığı söylenebilir.

Bununla birlikte, bilimsel modeller, alanında henüz genel kabul görmüş bir tipolojiye ulaşılabilmiş değildir. Bu durumun başlıca nedenlerinden biri, modellerin doğası gereği çok boyutlu oluşu ve her bir sınıflandırma yaklaşımının, temsil etmeyi amaçladığı olgu ya da sistemin yalnızca belirli yönlerini yansıtmakta sınırlı kalmasıdır. Bu nedenle, farklı türdeki modellerin aynı olguyu temsil etme, açıklama ya da öngörme süreçlerinde nasıl farklılıklar gösterebileceğine dair bilgi hâlen oldukça sınırlıdır. Benzer şekilde, öğrencilerin hangi konular çerçevesinde ve hangi epistemik hedefler doğrultusunda hangi model türlerini geliştirmelerinin ve kullanmalarının daha uygun olacağı konusunda da yeterli bilgiye sahip değiliz. Bu durum, çeşitli bilimsel konuları kapsayan bir müfredat kapsamında modelleme etkinliklerini uygulamaya koyması beklenen öğretmenler açısından önemli zorluklar doğurabilir.

Araştırmaya İstanbul'da bir Meslek Lisesi 9. Sınıf öğrencileri katılmıştır. Üç farklı sınıfa uygulanan farklı öğretim yöntemlerinin öğrencilere yansımaları ve karşılaştırmalar yapılmıştır. Çalışma Anadolu Lisesi, Fen Lisesi gibi farklı okul türlerinde öğrenim gören öğrencilere uygulanması hem nitel hem de nicel sonuçlarda farklılık gösterebilir. Sınıf mevcudunun daha az ya da daha kalabalık sınıflarda istatistik sonuçları farklılık gösterebilir. Benzer çalışma farklı sınıf seviyelerinde tekrarlanabilir. Lise öğrencileri yerine ortaokul-ilkokul-üniversite öğrencileri veya aday öğretmenler üzerinde yapılabilir.

Yapılan bu çalışmada öğretmenin görüşleri sadece öğretmen günlükleri ve gözlem notlarıyla ele alınmıştır. Bu süreçte öğretmene yönelik yaşadığı zorluklar, eksiklikler, dikkat edilmesi gereken noktalar şeklinde yarı yapılandırılmış görüşme yoluyla tespit edilebilir.

Bu araştırmaya katılan öğrencilerin argüman geliştirme düzeyine bakıldığında, yüksek nitelikli argümanların üretilmediği görülmüştür. Öğrencilerin karşıt argümanlar ve çürütücüler oluşturma becerilerini desteklemek amacıyla, argümanlarını daha ayrıntılı kaydedebilecekleri özel çalışma kâğıtları sağlanabilir (Chin ve Osborne, 2010). Ayrıca, yüksek kalitede argüman üretimini teşvik etmek için bilgisayar destekli argümantasyon senaryolarının kullanımı yoluyla öğrencilerin argüman niteliklerinin yükseltilmesi önerilebilir (Cho ve Jonassen, 2002; Stegmann vd., 2011).

Çoklu Modelleme etkinlikleri sürecinde öğrencilerin karşı iddia, çürütücü kullanımını arttırmak amacıyla öğretmenin öğrencilere model üretim esnasına sık sık yönlendirici sorular sorarak sürece rehberlik etmesi önerilebilir.

2024-2025 Eğitim öğretim yılı uygulamaya konulan Maarif Model Öğretim programı ile karşılaştırma yapılarak benzer süreç tekrar ele alınabilir.

Çalışmanın farklı boyutlarına yönelik öneriler için alt başlıklar verilmiştir.

5.8.1. SBK ve çoklu modelleme sürecine yönelik öneriler

SBK öğretimi, öğrencilerin bilimsel bilgileri günlük yaşamla bağlamalarında kullanabilmelerini, bilimsel muhakeme ve etik karar verme becerilerini geliştirmelerini hedefleyen bütüncül bir bakış açısı sunmaktadır. Bu kapsamda, öğretmenlerin ders içeriklerini güncel, toplumsal ve tartışmaya açık konular ekseninde yeniden düzenlemesi önerilebilir. Böyle bir öğretim anlayışı, öğrencilerin karar verme, eleştirel düşünme ve etik muhakeme gibi becerilerini geliştirmeye katkı sunarken; onları bilimsel ve sosyal

gerçeklikler arasında bağ kurabilen bireyler olarak yetiştirmeyi mümkün kılmaktadır. Bu bağlamda, öğretim etkinliklerinin SBK'nın çok boyutlu doğasına uygun biçimde tasarlanması, öğretmenlerin planlamalarının temel bir unsuru olması gerektiği düşünülmektedir.

Modelleme temelli öğretim uygulamaları, öğrencilerin bilimsel düşünme süreçlerini yapılandırmalarına olanak tanıdığı gibi, aynı zamanda SBK bağlamında farklı perspektifleri göz önünde bulundurarak karmaşık meseleler üzerinde çok yönlü değerlendirmeler yapmalarını da kolaylaştırmaktadır. Özellikle birden fazla model geliştirme ve bu modelleri çeşitli bağlamlarda kullanma fırsatının sunulması, öğrencilerin hem bilimsel hem de sosyobilimsel muhakeme becerilerinin gelişimini desteklemektedir. Bu nedenle, öğretmenlerin sınıf içi uygulamalarında yalnızca mevcut modelleri kullandırmanın aksine öğrencileri kendi modellerini inşa etmeye teşvik eden öğrenme ortamları oluşturmaları önemlidir.

Modelleme süreçlerinin etkili bir şekilde yürütülebilmesi için öğretim tasarımında yapılandırılmış modelleme döngülerin yer verilebilir. Bu döngüler, öğrencilerin düşüncelerini gözlemlenebilir hale getirmesine olanak sağlarken, onların kavramsal gelişimlerini de görünür kılmaktadır. Öğrencilerin bilimsel açıklamalar yaparken modelleme sürecinde kendi ifadelerini oluşturabilmeleri için çalışma yaprakları, rehber sorular ve yansıtıcı etkinlikler gibi destekleyici materyallerin çeşitlendirilmesi önerilmektedir. Ayrıca bilimsel modellerin sınırları üzerine yürütülecek tartışmalar, öğrencilerin modelleri birer temsil aracı olarak sorgulamalarına ve bilimsel bilginin doğasına ilişkin farkındalık geliştirmelerine katkı sağlayabilir.

SBK ve modelleme temelli öğretim uygulamalarının etkili biçimde gerçekleştirilmesi, büyük ölçüde öğretmenlerin bu konulardaki mesleki yetkinliklerine bağlıdır. Bu doğrultuda, öğretmenlerin SBK'ya ilişkin pedagojik bilgi ve becerilerini geliştirmeye yönelik olarak düzenli hizmet içi eğitim programlarının sunulması büyük önem taşımaktadır. Bu eğitimlerde öğretmenlerin çoklu modelleme yaklaşımlarını tanımları, SBK'nın etik ve toplumsal boyutlarını etkili bir şekilde derslerine entegre edebilmeleri ve öğrencilerin muhakeme becerilerini geliştirecek stratejileri uygulayabilmeleri hedeflenmelidir.

SBK ve modelleme temelli öğretim uygulamalarının öğretim programlarıyla olan uyumu gözden geçirilmesi önerilebilir. Zaman açısından yoğun ve çok boyutlu olan bu

etkinliklerin, mevcut kazanımlarla çelişmeden uygulanabilmesi için ders süreleri esnekleştirilebilir ve programlar yeniden yapılandırılabilir. Bu sayede öğrencilerin bilimsel bilgiyi gündelik yaşamda karşılaştıkları toplumsal sorunlarla ilişkilendirebildiği, daha derin ve anlamlı öğrenme süreçleri teşvik edilebilecektir.

5.8.2. Gelecek araştırmalara yönelik öneriler

Bu çalışma, çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretiminin öğrenciler üzerindeki etkilerine ışık tutmakla birlikte, modelleme ve SBK entegrasyonunun farklı değişkenlerle ilişkisini daha kapsamlı biçimde ortaya koymak için ileri çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Gelecekte gerçekleştirilecek araştırmalarda, farklı SBK'nın (örneğin, iklim değişikliği, GDO, Enerji kaynakları) çoklu modelleme süreçleriyle ilişkilendirerek öğrenci kazanımlarına olan etkisinin incelenmesi alana katkı sağlayabilir. Böylece sadece COVID-19 gibi belirli bağlamlarla sınırlı kalmadan, SBK öğretiminin farklı içeriklerde nasıl yapılandırılabileceği ortaya konabilir.

Bununla birlikte, ileriki araştırmalarda modelleme uygulamalarının sadece bilişsel değil, aynı zamanda duyuşsal ve sosyal yönleriyle de değerlendirilmesi önerilebilir. Öğrencilerin modelleme sürecinde iş birliği yapma, fikirleri tartışma, etik kararlar alma ve farklı bakış açılarına karşı geliştirdikleri tutumlar gibi sosyal etkileşim boyutlarının araştırılması, öğretim süreçlerinin daha bütüncül tasarlanmasına olanak tanıyabilir. Bu doğrultuda nitel veri toplama yöntemlerinin (gözlem, video analizi, odak grup görüşmeleri gibi) kullanıldığı çalışmalara yönelmek önerilmektedir.

Gelecek araştırmalarda farklı sınıf seviyelerinde ve öğrenci profillerinde çoklu modelleme destekli SBK öğretiminin etkisinin incelenmesi önerilmektedir. Bu yaklaşım, yalnızca lise düzeyine değil, ortaokul veya üniversite düzeyine de genişletilerek yaşa ve gelişim düzeyine uygun öğretim tasarımlarının geliştirilmesine katkı sağlayabilir. Ayrıca, özel eğitim gereksinimi olan bireylerin bu öğretim türünden nasıl fayda sağlanabileceği yönünde çalışmalar yapılması, kapsayıcı fen eğitimi uygulamalarının geliştirilmesine destek olacaktır.

Çalışmanın odaklandığı çoklu modelleme uygulamalarıyla zenginleştirilmiş SBK öğretiminin uzun dönemli etkilerini değerlendirmek de literatürdeki boşluklardan biridir. Bu nedenle, öğrencilerin bilimsel düşünme, karar verme, ahlaki muhakeme ve argümantasyon becerilerindeki gelişimlerinin zaman içinde nasıl sürdüğü boylamsal çalışmalarla izlenebilir.

Ayrıca, bu becerilerin gündelik yaşamda ve toplumsal karar alma süreçlerinde ne ölçüde etkili olduğu da gelecek çalışmaların odağında yer alabilir.

Öğretmenlerin bu yaklaşıma yönelik algılarını, mesleki yeterliliklerini ve uygulama sürecinde karşılaştıkları zorlukları ele alan araştırmaların yapılması önerilmektedir. Öğretmen görüşleri, öğretim sürecine dair pratik engellerin belirlenmesinde ve yeni öğretim stratejilerinin geliştirilmesinde yol gösterici olacaktır. Bu kapsamda öğretmen eğitimi programlarının, SBK ve modelleme konularını kapsayacak şekilde yeniden yapılandırmasına katkı sunacak araştırmaların teşvik edilmesi önem arz etmektedir.

5.8.3. Eğitim politikalarına yönelik öneriler

Günümüzde fen eğitiminin sadece kavramsal bilgi aktarımıyla sınırlı kalmaması, öğrencilerin bilimsel bilgiyi toplumsal bağlamlarda kullanabilme becerilerini geliştirmesi yönünde yeniden yapılandırılması önemlidir. Bu doğrultuda, eğitim politikalarının SBK ve modelleme temelli öğretim yaklaşımlarını destekleyecek şekilde güncellenmesi sağlanabilir. Özellikle lisans ve hizmet içi öğretmen eğitim programlarında, SBK'nın öğretiminde kullanılabilecek pedagojik stratejilere ve modelleme uygulamalarına yer verilmesi, öğretmenlerin bu yaklaşımı sınıf ortamında etkin biçimde uygulayabilmeleri açısından öncelikli ihtiyaç olarak düşünülmektedir.

Ortaöğretim fen bilimleri müfredatının yeniden gözden geçirilmesi, SBK'yı temel alan disiplinler arası öğretim etkinliklerine daha fazla alan açılması açısından önemlidir. Öğrencilerin bilimsel okuryazarlık, etik değerlendirme, argümantasyon ve karar verme gibi 21. Yüzyıl becerilerini geliştirebilmeleri için öğretim programlarında SBK'ya dayalı öğrenme çıktılarının daha açık ve uygulanabilir biçimde tanımlanması gerekmektedir. Bu amaçla, fen öğretim programlarına SBK temelli öğrenme hedeflerinin ve çoklu modelleme etkinliklerinin dahil edilmesi, programın çağdaş bilim eğitimi anlayışıyla uyumunu güçlendirecektir.

Eğitim politikalarının yalnızca öğretim programlarını değil, aynı zamanda ölçme ve değerlendirme sistemlerini de kapsayacak biçimde yeniden düzenlenmesi gerekmektedir. Mevcut sınav odaklı yapı, öğrencilerin eleştirel düşünme, değerlendirme ve muhakeme becerilerini göz ardı etmekte; bu da SBK ve modelleme gibi derinlemesine öğrenmeyi hedefleyen yaklaşımların sınıf ortamında uygulanabilirliğini sınırlandırmaktadır. Bu nedenle, alternatif değerlendirme araçlarının (portfolyo, performans değerlendirmesi,

rubrikler vb.) yaygınlaştırılması ve bu uygulamalara yönelik politika desteklerinin sağlanması gerekmektedir.

SBK temelli öğretimin başarılı bir biçimde yaygınlaştırılabilmesi için Milli Eğitim Bakanlığı'nın, öğretmenler ve okul yöneticileri düzeyinde farkındalık oluşturacak seminer, çalıştay ve rehber dokümanlar sunması büyük önem taşımaktadır. Bu doğrultuda, politika yapıcılarının, SBK'nın sadece bilim eğitimi değil; aynı zamanda değerler eğitimi, vatandaşlık bilinci ve etik sorumluluk gibi alanlara da katkı sağlayan bütüncül bir öğrenme ortamı sunduğunu göz önünde bulundurarak çok yönlü destek mekanizmaları geliştirmesi önerilmektedir.

Son olarak, eğitim politikalarında yer alan öğretim yaklaşımlarının bölgesel ve okul türlerine göre uyarlanabilirliğini artırmak amacıyla esnek uygulama çerçevelerine yer verilmesi tavsiye edilmektedir. Özellikle kırsal veya sosyoekonomik olarak dezavantajlı bölgelerde görev yapan öğretmenlerin SBK ve modelleme temelli öğretim uygulamalarına erişimini kolaylaştıracak dijital kaynaklar, açık eğitim materyalleri ve mentorluk sistemlerinin geliştirilmesi, bu yaklaşımın daha geniş ölçekli ve sürdürülebilir biçimde uygulanmasına katkı sunacaktır.

KAYNAKÇA

- Abell, S. K., & Roth, M. (1995). Reflections on a fifth-grade life science lesson: Making sense of children's understanding of scientific models. *International Journal of Science Education*, 17(1), 59–74
- Açıkgöz, K. Ü. (2003). Etkili öğrenme ve öğretme (4. baskı). Eğitim Dünyası Yayınları.
- Aikenhead, G. (1992). The integration of STS into science education. *Theory into practice*, 31(1), 27-35.
- Aikenhead, G. (2005). Educación Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS) Una buena idea como quiera que se le llame. *Educación química*, 16(2), 304-315.
- Aikenhead, G. S. (1990). Science education: Border crossing into the subculture of science. *Studies in Science Education*, 27(1), 1–52.
- Ainsworth, S. (1999). The functions of multiple representations. *Computers & Education*, 33(2–3), 131–152.
- Albe, V. (2007). Students' argumentation in group discussions on a socio-scientific issue. In *Contributions from science education research* (pp. 389-401). Dordrecht: Springer Netherlands.
- American Association for the Advancement of Science. (1994). *Benchmarks for science literacy*. Oxford University Press.
- Atabey, N., & Arslan, A. (2020). The effect of teaching socio-scientific issues with cooperative learning model on pre-service teachers' argumentation qualities. *Ilkogretim Online*, 19(2).
- Atabey, N., & Topcu, M. S. (2021). The relationship between Turkish middle school students' 21st century skills and STEM career interest: Gender effect. *Journal of Education in Science Environment and Health*, 7(2), 86-103.
- Aydemir, N., Aydemir, M., & Boz, Y. (2013). Lise öğrencilerinin epistemolojik inançları. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 21(4), 1305–1316.

- Ayvacı, H. Ş., Küçük, M., & Bebek, G. (2021). Determination of mental models of gifted students about renewable energy resources. *Pamukkale University Journal of Education*, 53, 378-402.
- Bağ, H., & Çalık, M. (2017). İlköğretim düzeyinde yapılan argümantasyon çalışmalarına yönelik tematik içerik analizi. *Eğitim ve Bilim*, 42(190), 281–303.
- Bakanlığı, M. E. (2017). MEB.(2018). Öğretmen Strateji Belgesi. Ankara: MEB, 13, 20170609-13.
- Ball, D. L., Grossman, P., & Kloser, M. (2018). Core practices and pedagogies of teacher education: A call for a common language and collective activity. In M. Cochran-Smith, S. Feiman-Nemser, D. J. McIntyre, & K. E. Demers (Eds.), *Handbook of research on teacher education: Enduring questions and changing contexts* (pp. 597–617). Routledge.
- Bamberger, Y. M., & Davis, E. A. (2013). Middle-school science students' scientific modelling performances across content areas and within a learning progression. *International Journal of Science Education*, 35(2), 213–238.
- Barab, S. A., Hay, K. E., Barnett, M., & Keating, T. (2000). Virtual solar system project: Building understanding through model building. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 37(7), 719-756.
- Barab, S. A., Sadler, T. D., Heiselt, C., Hickey, D., & Zuiker, S. (2007). Relating narrative, inquiry, and inscriptions: Supporting consequential play. *Journal of science education and technology*, 16, 59-82.
- Başalan İz, F. (2009). Kohlberg'in bilişsel ahlak gelişimi kuramına göre hemşire öğrencilerin ahlaki yargı yeteneklerinin belirlenmesi (Yayımlanmamış doktora tezi). Ege Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Batı, K. (2014). Modellemeye dayalı fen eğitiminin etkililiği; bu eğitimin öğrencilerin bilimin doğası görüşleri ile eleştirel düşünme becerilerine etkisi (Yayımlanmamış doktora tezi). Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

- Batı, K., & Kaptan, F. (2017). Model tabanlı sorgulama yaklaşımının öğrencilerin bilimin doğası görüşlerine etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 32(2), 427–450.
- Beauchamp, T. L., & Childress, J. F. (1994). *Principles of biomedical ethics* (4th ed.). New York: Oxford University Press.
- Bechtel, W., & Abrahamsen, A. (2005). Explanation: A mechanist alternative. *Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences*, 36(2), 421–441.
- Bell, P., & Linn, M. C. (2000). Scientific arguments as learning artifacts: Designing for learning from the web with KIE. *International Journal of Science Education*, 22(8), 797–817.
- Bell, R. L., & Lederman, N. G. (2003). Understandings of the nature of science and decision making on science and technology based issues. *Science education*, 87(3), 352-377.
- Bennett, J., Lubben, F., & Hogarth, S. (2007). Bringing science to life: A synthesis of the research evidence on the effects of context-based and STS approaches to science teaching. *Science education*, 91(3), 347-370.
- Bergman, B. J. (2022). Helping entrepreneurs help themselves: A review and relational research agenda on entrepreneurial support organizations. *Entrepreneurship Theory and Practice*, 46(3), 688-728.
- Berland, L. K., & Reiser, B. J. (2009). Making sense of argumentation and explanation. *Science Education*, 93(1), 26–55.
- Bilal, E. (2010). Effects of electricity instruction by modeling on conceptual understanding, academic achievement and epistemological beliefs (Yayımlanmamış doktora tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Black, M. (1962). Models and archetypes. *Models and Metaphors: Studies in Language and Philosophy* (Ithaca, New York: Cornell University Press, 1962) p, 22, 664-677.
- Bossér, U., Lundin, M., Lindahl, M., & Linder, C. (2015). Challenges Faced by Teachers Implementing Socio-Scientific Issues as Core Elements in Their Classroom Practices. *European Journal of Science and Mathematics Education*, 3(2), 159-176.

- Boulter, C. J., & Buckley, B. C. (2000). Constructing a typology of models for science education. In *Developing models in science education* (pp. 41-57). Dordrecht: Springer Netherlands.
- Bozdemir-Yüzbaşıoğlu, H., & Sarıkaya, R. (2019). Mikroskopik canlılar konusunda model tabanlı öğrenme yaklaşımının öğrencilerin zihinsel model gelişimine etkisi. *Kalem Eğitim ve İnsan Bilimleri Dergisi*, 9(2), 357–384.
- Böttcher, F., & Meisert, A. (2010). Argumentation in science education: A model-based framework. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 6(2), 75–85.
- Braaten, M., & Windschitl, M. (2011). Working toward a stronger conceptualization of scientific explanation for science education. *Educational Researcher*, 40(9), 465–470.
- Burghes, D. N., & Borrie, M. S. (1979). *Modelling with Differential Equations*. Ellis Horwood Series in Mathematics and Its Applications. Prentice Hall Europe.
- Büken, N. Ö. (2020). COVID 19 pandemisi ve etik konular. *Sağlık ve Toplum, COVID-19 Özel Sayısı*, 15-26.
- Bülbül, S. (2019). Ortaokul öğrencilerinin modelleme becerilerinin belirlenmesi, bu becerilere yönelik bilgisayar tabanlı etkinliklerin geliştirilmesi, uygulanması ve değerlendirilmesi.
- Büyüköztürk, Ş. (2005). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Pegem A Yayıncılık.
- Bybee, J. (1985). Diagrammatic iconicity in stem-inflection relations. *Iconicity in syntax*, 11-48.
- Cajas, F. (1999). Public understanding of science: Using technology to enhance school science in everyday life. *International Journal of Science Education*, 21(7), 765-773.
- Campbell, T., Oh, P. S., Maughn, M., Kiriazis, N., & Zuwallack, R. (2015). A review of modeling pedagogies: Pedagogical functions, discursive acts, and technology in modeling instruction. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 11(1), 159-176.

- Campbell, T., Zhang, D., & Neilson, D. (2011). Model based inquiry in the high school physics classroom: An exploratory study of implementation and outcomes. *Journal of Science Education and Technology*, 20(3), 258–269.
- Cansız, N. (2014). Fen bilgisi öğretmen adaylarının sosyo-bilimsel konularda muhakeme yeteneklerinin geliştirilmesi [Yayımlanmamış doktora tezi]. Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Cartier, J., Rudolph, J., & Stewart, J. (2001). The nature and structure of scientific models.
- Chamberlain, S. R., Fineberg, N. A., Blackwell, A. D., Robbins, T. W., & Sahakian, B. J. (2006). Motor inhibition and cognitive flexibility in obsessive-compulsive disorder and trichotillomania. *American journal of psychiatry*, 163(7), 1282-1284.
- Chang, H. Y., & Linn, M. C. (2013). Scaffolding learning from molecular visualizations. *Journal of Research in Science Teaching*, 50(7), 858-886.
- Chen, L., & Xiao, S. (2021). Perceptions, challenges and coping strategies of science teachers in teaching socioscientific issues: A systematic review. *Educational Research Review*, 32, 100377.
- Chin, C., & Osborne, J. (2010). Supporting argumentation through students' questions: Case studies in science classrooms. *Journal of the Learning Sciences*, 19(2), 230–284.
- Chinn, C. A., Buckland, L. A., & Samarapungavan, A. L. A. (2011). Expanding the dimensions of epistemic cognition: Arguments from philosophy and psychology. *Educational psychologist*, 46(3), 141-167.
- Cho, K. L., & Jonassen, D. H. (2002). The effects of argumentation scaffolds on argumentation and problem solving. *Educational Technology Research and Development*, 50(3), 5–22.
- Clarkeburn, H. (2002). A test for ethical sensitivity in science. *Journal of Moral Education*, 31(4), 439–453.
- Clement, J. (2000). Model based learning as a key research area for science education. *International Journal of science education*, 22(9), 1041-1053.

- Clement, J. J., & Rea-Ramirez, M. A. (Eds.). (2008). *Model based learning and instruction in science*. Dordrecht: Springer.
- Coll, R. K., France, B., & Taylor, I. (2005). The role of models and analogies in science education: Implications from research. *International Journal of Science Education*, 27(2), 183–198.
- Colucci-Gray, L., Camino, E., Barbiero, G., & Gray, D. (2006). From scientific literacy to sustainability literacy: An ecological framework for education. *Science Education*, 90(2), 227-252.
- Conley, A. M., Pintrich, P. R., Vekiri, I., & Harrison, D. (2004). Changes in epistemological beliefs in elementary science students. *Contemporary educational psychology*, 29(2), 186-204.
- Conner, J. K. (2002). Genetic mechanisms of floral trait correlations in a natural population. *Nature*, 420(6914), 407-410.
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2017). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. Sage publications.
- Creswell, J. W., & Miller, D. L. (2000). Determining validity in qualitative inquiry. *Theory into Practice*, 39(3), 124–130.
- Çakmur, R. (2012). Çatışma çözme becerileri: İlkokul dördüncü sınıf öğrencileri üzerine bir çalışma. *Anadolu Journal of Educational Sciences International*, 9(1), 214–239.
- Çoban, G. Ü. (2009). *Modellemeye dayalı fen öğretiminin öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerine, bilimsel süreç becerilerine, bilimsel bilgi ve varlık anlayışlarına etkisi: 7. sınıf ışık ünitesi örneği* (Doctoral dissertation, Dokuz Eylül Üniversitesi (Turkey)).
- Dauer, J. T., Momsen, J. L., Speth, E. B., Makohon-Moore, S. C., & Long, T. M. (2013). Analyzing change in students' gene-to-evolution models in college-level introductory biology. *Journal of Research in Science Teaching*, 50(6), 639–659.
- Davidson, M. L., & Robbins, S. (1978). The reliability and validity of objective indices of moral development. *Applied Psychological Measurement*, 2(3), 391–403.

- Dawson, T. W. (2001). Evaluation of modeling accuracy of power frequency field interaction with the human body. *The Applied Computational Electromagnetics Society Journal (ACES)*, 162-172.
- Dawson, V. (2024). Teachers' support in developing year 7 students' argumentation skills about water-based socioscientific issues. *International Journal of Science Education*, 46(3), 222-239.
- Dawson, V. M., & Venville, G. (2010). Teaching strategies for developing students' argumentation skills about socioscientific issues in high school genetics. *Research in Science Education*, 40(2), 133–148.
- Dawson, V., & Venville, G. (2013). Introducing high school biology students to argumentation about socioscientific issues. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 13(4), 356-372.
- Day, S. P., & Bryce, T. G. (2011). Does the discussion of socio-scientific issues require a paradigm shift in science teachers' thinking?. *International Journal of Science Education*, 33(12), 1675-1702.
- Demir, A. (2017). Modellemeye dayalı etkinliklerin beşinci sınıf öğrencilerinin heyecan konusundaki informal muhakemelerinin ve argümanlarının gelişimine etkisi (Yüksek lisans tezi, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Rize).
- Demir, A., & Namdar, B. (2021). The effect of modeling activities on grade 5 students' informal reasoning about a real-life issue. *Research in Science Education*, 51(Suppl 1), 429-442.
- Demirhan, E., & Şahin, F. (2018). Fen bilgisi öğretmen adaylarının yapılandırılmış, yarı-yapılandırılmış ve yapılandırılmamış üç boyutlu modelleme süreçlerine ilişkin görüşleri. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 12(2), 382–414.
- Derelioğlu, E. (2005, Eylül). Eğitim fakültesi öğrencilerinde eleştirel düşünme ile epistemolojik inanç arasındaki ilişkinin incelenmesi. XIV. Ulusal Eğitim Bilimleri Kongresi, Pamukkale Üniversitesi, Denizli, Türkiye.

- Deryakulu, D. (2004). Üniversite öğrencilerinin öğrenme ve ders çalışma stratejileri ile epistemolojik inançları arasındaki ilişki. *Kuram ve uygulamada eğitim yönetimi*, 38(38), 230-249.
- Dickens, L., & Sengupta, N. K. (2013). Perpetuating One's Own Disadvantage: Intergroup Contact Enables the Ideological Legitimation of Inequality. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 39(11), 1391-1403.
- Doerr, H. M., & Lesh, R. (2003). A modeling perspective on teacher development. In *Beyond constructivism* (pp. 125-139). Routledge.
- Doğan, Ö. K. (2021). Fen eğitiminde biyoloji konu ve kavramlarının modelleme yolu ile öğretimi ve örnekleri. In H. Ş. Ayvaci (Ed.), *Fen öğretiminde model ve modelleme* (ss. 297–318). Pegem Akademi.
- Dori, Y. J., Tal, R. T., & Tsaushu, M. (2003). Teaching biotechnology through case studies—can we improve higher order thinking skills of nonscience majors?. *Science Education*, 87(6), 767-793.
- Driel, J. H., & Verloop, N. (2002). Experienced teachers' knowledge of teaching and learning of models and modelling in science education. *International Journal of Science Education*, 24(12), 1211–1230.
- Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science education*, 84(3), 287-312.
- Duit, R. (1991). On the role of analogies and metaphors in learning science. *Science education*, 75(6), 649-672.
- Duit, R. (1998). Learning in science: From behaviourism towards social constructivism and beyond. *International handbook of science education*, 3-25.
- Duit, R., & Treagust, D. F. (2003). Conceptual change: A powerful framework for improving science teaching and learning. *International journal of science education*, 25(6), 671-688.

- Duncan, R. G., & Reiser, B. J. (2005). Learning progressions: Aligning curriculum, instruction, and assessment. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(6), 606-609.
- Durak, B., & Topçu, M. S. (2021). Socio-scientific issues and model-based learning. In *Socioscientific issues-based instruction for scientific literacy development* (pp. 279-297). IGI Global.
- Eastwood, J. L., Sadler, T. D., Zeidler, D. L., Lewis, A., Amiri, L., & Applebaum, S. (2012). Contextualizing nature of science instruction in socioscientific issues. *International Journal of Science Education*, 34(15), 2289-2315.
- Eggert, S., Ostermeyer, F., Hasselhorn, M., & Bögeholz, S. (2013). Socioscientific Decision Making in the Science Classroom: The Effect of Embedded Metacognitive Instructions on Students' Learning Outcomes. *Education Research International*, 2013(1), 309894.
- Eilks, I. (2015). Science education and education for sustainable development—justifications, models, practices and perspectives. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 11(1), 149-158.
- Ekborg, M., Ottander, C., Silfver, E., & Simon, S. (2013). Teachers' experience of working with socio-scientific issues: A large scale and in depth study. *Research in Science Education*, 43(2), 599–617.
- Elm, D. R., & Weber, J. (1994). Measuring moral judgment: The Moral Judgment Interview or the Defining Issues Test? *Journal of Business Ethics*, 13(5), 341–355.
- Erduran, S., Simon, S., & Osborne, J. (2004). TAPping into argumentation: Developments in the application of Toulmin's Argument Pattern for studying science discourse. *Science Education*, 88(6), 915–933.
- Evagorou, M., & Puig Mauriz, B. (2017). Argumentation as a strategy for increasing preservice teachers' understanding of science and scientific practice. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 5(2), 88–100.

- Evagorou, M., Guven, D., & Mugaloglu, E. (2014). Preparing elementary and secondary pre-service teachers for everyday science. *Science Education International*, 25(1), 68-78.
- Evagorou, M., Jimenez-Aleixandre, M. P., & Osborne, J. (2012). 'Should we kill the grey squirrels?' A study exploring students' justifications and decision-making. *International Journal of Science Education*, 34(3), 401-428.
- Evagorou, M., Nicolaou, C., & Lymbouridou, C. (2020). Modelling and argumentation with elementary school students. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 20(1), 58–73.
- Evren, A., & Kaptan, F. (2014). Fen eğitiminde sosyobilimsel durum temelli öğretim ve önemi. *VI. Uluslararası Eğitim Araştırmaları*, 5(8), 389-402.
- Fang, S. C., Hsu, Y. S., & Lin, S. S. (2019). Conceptualizing socioscientific decision making from a review of research in science education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 17, 427-448.
- Ferrari, M., & Chi, M. T. (1998). The nature of naive explanations of natural selection. *International journal of science education*, 20(10), 1231-1256.
- Fien, J., & Fien-Williamson, J. (1996). Global perspectives in studies of society and environment. In R. Gilbert (Ed.), *Studying society and environment: A handbook for teachers* (pp. 125–140). Melbourne: Macmillan.
- Figar, N., & Đorđević, B. (2016). Managing an ethical dilemma. *Economic Themes*, 54(3), 345–362.
- Forbes, C. T., Zangori, L., & Schwarz, C. V. (2015). Empirical validation of integrated learning performances for hydrologic phenomena: 3rd-grade students' model-driven explanation-construction. *Journal of Research in Science Teaching*, 52(7), 895-921.
- Forbes, C. T., Zangori, L., & Schwarz, C. V. (2015). Fostering third-grade students' use of scientific models with the water cycle: Elementary teachers' conceptions and practices. *International Journal of Science Education*, 37(15), 2411-2432.

- Ford, M. (2008). Disciplinary authority and accountability in scientific practice and learning. *Science Education*, 92(3), 404-423.
- Fowler, S. R., Zeidler, D. L., & Sadler, T. D. (2009). Moral sensitivity in the context of socioscientific issues in high school science students. *International Journal of Science Education*, 31(2), 279–296.
- Frederiksen, J. R., White, B. Y., & Gutwill, J. (1999). Dynamic mental models in learning science: The importance of constructing derivational linkages among models. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(7), 806–836.
- Galili, I. (2019). Towards a refined depiction of nature of science: applications to physics education. *Science & Education*, 28(3), 503-537.
- García-Carmona, A. (2021). Improving Pre-Service Elementary Teachers' Understanding of the Nature of Science through an Analysis of the Historical Case of Rosalind Franklin and the Structure of DNA. *Research in Science Education*, 51, 347-373.
- Gilbert, J. K., Boulter, C. J., & Rutherford, M. (2000). Explanations with models in science education. *Developing models in science education*, 193-208.
- Gilbert, J. K., Reiner, M., & Nakhleh, M. (2008). *Visualization: Theory and Practice in Science Education*. Springer.
- Gilbert, J. L. (2005). Modeling the effect of the ocean-land interface on induced electric fields during geomagnetic storms. *Space Weather*, 3(4).
- Gilbert, J., & Priest, M. (1997). Models and discourse: A primary school science class visit to a museum. *Science Education*, 81(6), 749-762.
- Gilbert, N. (2000). Modeling sociality: the view from Europe. See Kohler & Gumerman, 355-72.
- Glynn, A. (2008, November). Using Counterfactual Models to Address Two Fallacies of Inference for Causal Mechanisms. In Summer Meeting of the Society for Political Methodology, Ann Arbor, Michigan, July.

- Gobert, J. D., & Buckley, B. C. (2000). Introduction to model-based teaching and learning in science education. *International Journal of Science Education*, 22(9), 891-894.
- Godfrey-Smith, P. (2003). Goodman's problem and scientific methodology. *The Journal of Philosophy*, 100(11), 573-590.
- Goldfarb, T. D., & Pritchard, M. S. (2000). Ethics in the science classroom. *An Instructional Guide for Secondary School Science Teachers with Model Lessons for Classroom Use*.
- Gouvea, J., & Passmore, C. (2017). Models of versus Models for: Toward an Agent-Based Conception of Modeling in the Science Classroom. *Science & Education*, 26(1-2), 49-63.
- Grace, M., & Ratcliffe, M. (2003). Making decisions about biological conservation issues in peer group discussion. *Science Education Research in the Knowledge-Based Society*, 241-247.
- Grooms, J., Sampson, V., & Golden, B. (2014). Comparing the effectiveness of verification and inquiry laboratories in supporting undergraduate science students in constructing arguments around socioscientific issues. *International Journal of Science Education*, 36(9), 1412-1433.
- Grosslight, L., Unger, C., Jay, E., & Smith, C. L. (1991). Understanding models and their use in science: Conceptions of middle and high school students and experts. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(9), 799-822.
- Gülcü, M. (2019). Sosyobilimsel konuların öğretiminde altı şapka düşünme tekniğinin öğrencilerin akademik başarılarına, eleştirel düşünme ve karar verme becerilerine etkisi (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Güler, Z. (2020). Öğretmen adaylarının epistemolojik inançları ve bazı sosyobilimsel konulardaki yazılı argümantasyon becerileri arasındaki ilişkinin incelenmesi (Master's thesis, Balıkesir University (Turkey)).
- Günay, M. (2020). Spor lisesi öğrencilerinin liderlik yönelimlerinin incelenmesi. *International Journal of Contemporary Educational Studies (IntJCES)*.

- Günbatar, S., & Sarı, M. (2005). Elektrik ve manyetizma konularında anlaşılması zor kavramlar için model geliştirilmesi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25(1), 185-197.
- Günbatar, S., & Sarı, M. (2005). Elektrik ve manyetizma konularında anlaşılması zor kavramlar için model geliştirilmesi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25(1), 185-197.
- Günel, M., Kabataş Memiş, E., & Büyükkasap, E. (2010). Yaparak yazarak bilim öğrenimi (YYBÖ) yaklaşımının ilköğretim öğrencilerinin fen akademik başarısına ve fen ve teknoloji dersine yönelik tutumuna etkisi. *Eğitim ve Bilim*, 35(155), 49–62.
- Güneş, B., Gülçiçek, Ç., & Bağcı, N. (2004). Eğitim fakültelerindeki fen ve matematik öğretim elemanlarının model ve modelleme hakkındaki görüşlerinin incelenmesi. *Journal of Turkish Science Education*, 1(1), 35–48.
- Gürkan, G. (2018). Fen bilgisi öğretmen adaylarının organ nakli ve bağışı konularındaki argümantasyon becerileri, epistemolojik inançları, konu alan bilgileri ve tutumlarının incelenmesi.
- Hall, R., & Greeno, J. G. (2008). Conceptual learning. In *21st century education: A reference handbook* (pp. I-212). SAGE Publications, Inc.
- Halloun, I. A. (2004). *Modeling Theory in Science Education*. Kluwer Academic Publishers.
- Halloun, I. A. (2006). Mediated modeling in science education. *Science & Education*, 16, 653–697.
- Hammer, D., & Schifter, D. (2001). Practices of inquiry in teaching and research. In D. Klahr & S. M. Carver (Eds.), *Cognition and instruction: Twenty-five years of progress* (pp. 109–144). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Han Tosunoğlu, Ç. (2018). Biyoloji öğretmenlerinin sosyobilimsel konularla ilgili pedagojik alan bilgilerinin incelenmesi.
- Hand, B., & Choi, A. (2010). Examining the impact of writing-to-learn activities on students' conceptual understanding in science. *International Journal of Science Education*, 32(10), 1257–1282.

- Hanley, P., Ratcliffe, M., & Osborne, J. (2007). Teachers' experiences of teaching 'ideas-about-science' and socio-scientific issues.
- Han-Tosunoglu, C., & Ozer, F. (2022). Exploring pre-service biology teachers' informal reasoning and decision-making about COVID-19. *Science & Education*, 31(2), 325-355.
- Han-Tosunoğlu, Ç., & İrez, S. (2017). Biyoloji öğretmenlerinin sosyobilimsel konularla ilgili anlayışları. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 30(2), 833-860.
- Harré, R. (2004). Discursive psychology and the boundaries of sense. *Organization Studies*, 25(8), 1435-1453.
- Harris, R., & Ratcliffe, M. (2005). Socio-scientific issues and the quality of exploratory talk—what can be learned from schools involved in a 'collapsed day' project?. *The Curriculum Journal*, 16(4), 439-453.
- Harrison, A. G. (2001). How do teachers and textbook writers model scientific ideas for students?. *Research in science education*, 31, 401-435.
- Harrison, A. G., & Treagust, D. F. (1998). Modelling in science lessons: Are there better ways to learn with models?. *School Science and Mathematics*, 98(8), 420-429.
- Harrison, A. G., & Treagust, D. F. (2000). A typology of school science models. *International journal of science education*, 22(9), 1011-1026.
- Haskell, R. E. (2000). *Transfer of learning: Cognition and instruction*. Academic Press.
- Hesse, M. (1966). *Models and Analogies in Science*, revised ed. Notre Dame, IN: University of Notre Dame.
- Hesse, M. (1968). Consilience of inductions. In *Studies in Logic and the Foundations of Mathematics* (Vol. 51, pp. 232-257). Elsevier.
- Hewitt, P. G. (1987). *Conceptual physics: A new introduction to your environment*. Addison-Wesley.
- Hickey, D., & Pellegrino, J. W. (2005). Theory, level, and function. *Transfer of learning from a modern multidisciplinary perspective*, 251-293.

- Hmelo-Silver, C. E., & Pfeffer, M. G. (2004). Comparing expert and novice understanding of a complex system from the perspective of structures, behaviors and functions. *Cognitive Science*, 28(1), 127-138.
- Hmelo-Silver, C. E., Vattam, S. S., Goel, A. K., Rugaber, S., Jordan, R., Gray, S., & Sinha, S. (2011). Understanding Complex Natural Systems by Articulating Structure-Behavior-Function Models. *Educational Technology & Society*, 14(1), 66-81.
- Hodson, D. (1993). Re-thinking old ways: Towards a more critical approach to practical work in school science.
- Hofstein, A., Eilks, I., & Bybee, R. (2011). Societal issues and their importance for contemporary science education—a pedagogical justification and the state-of-the-art in Israel, Germany, and the USA. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 9, 1459-1483.
- Hogan, K., & Thomas, D. (2001). Cognitive comparisons of students' systems modeling in ecology. *Journal of Science Education and Technology*, 10(4), 319–345.
- Hsu, Y. H., & Fang, W. (2009). Intellectual capital and new product development performance: The mediating role of organizational learning capability. *Technological Forecasting and Social Change*, 76(5), 664–677.
- Hurd, P. D. (1998). Scientific literacy: New minds for a changing world. *Science education*, 82(3), 407-416.
- Ingham, A. M., & Gilbert, J. K. (1991). The use of analogue models by students of chemistry at higher education level. *International Journal of Science Education*, 13(2), 193-202.
- İncebacak, B. B., & Ersoy, E. (2018). Ortaokul öğrencilerinin PISA soruları karşısında muhakeme etme becerileri. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 19(2), 269-292.
- Jackson, J., Dukerich, L., & Hestenes, D. (2008). Modeling instruction: An effective model for science education. *Science Educator*, 17(1), 10–17.
- Jarvis, S. (1998). Adorno: A critical introduction. Psychology Press.

- Jho, H., Yoon, H.-G., & Kim, M. (2014). The relationship of science knowledge, attitude and decision making on socio-scientific issues: The case study of high school students' debates on genetic modification. *Science & Education*, 23(5), 1131–1151.
- Johnson, R. B., Onwuegbuzie, A. J., & Turner, L. A. (2007). Toward a definition of mixed methods research. *Journal of mixed methods research*, 1(2), 112-133.
- Johnson-Laird, P. N. (1983). *Mental models: Towards a cognitive science of language, inference, and consciousness*. Cambridge University Press.
- Justi, R., & Gilbert, J. K. (2002). *Modelling-based Teaching in Science Education*. Springer
- Justi, R., & Paganini, C. (2013). Teaching and learning by modeling: A review of recent literature. In R. Justi & J. K. Gilbert (Eds.), *Modelling-based teaching in science education* (pp. 17–34). Dordrecht: Springer.
- Kaiser, G., & Schwarz, B. (2006). Mathematical modelling as bridge between school and university. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 38(2), 196–208.
- Kallrath, J. (2004). Mathematical optimization and the role of modeling languages. *Modeling Languages in Mathematical Optimization*, 3-24.
- Kallrath, J. (Ed.). (2013). *Modeling languages in mathematical optimization* (Vol. 88). Springer Science & Business Media.
- Kaput, J. J. (1989). Linking representations in the symbol systems of algebra. In C. Kieran & S. Wagner (Eds.), *Research issues in the learning and teaching of algebra* (pp. 167–194). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Karahan, O. (2021). Design of optimal fractional order fuzzy PID controller based on cuckoo search algorithm for core power control in molten salt reactors. *Progress in Nuclear Energy*, 139, 103868.
- Karamanli, E. (2019). *Sosyobilimsel konularda sınıf içi destekli blog uygulamaları ile ortaokul öğrencilerinin argümantasyon düzeylerinin ve informal akıl yürütme örüntülerinin incelenmesi* (Master's thesis, Eğitim Bilimleri Enstitüsü).

- Ke, L., & Schwarz, C. V. (2020). Using epistemic considerations in teaching: Fostering students' meaningful engagement in scientific modeling. In A. Upmeyer zu Belzen, D. Krüger, & J. van Driel (Eds.), *Towards a competence-based view on models and modeling in science education* (pp. 181–199). Springer.
- Ke, L., Sadler, T. D., Zangori, L., & Friedrichsen, P. J. (2021). Developing and using multiple models to promote scientific literacy in the context of socio-scientific issues. *Science & Education*, 30(3), 589-607.
- Keefer, M. W. (2003). Moral reasoning and case-based approaches to ethical instruction in science. In D. L. Zeidler (Ed.), *The role of moral reasoning on socioscientific issues and discourse in science education* (pp. 241–260). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Kenyon, L., Davis, E. A., & Hug, B. (2011). Design Approaches to Support Preservice Teachers in Scientific Modeling. *Journal of Science Teacher Education*, 22(1), 1-21.
- Khishfe, R., Alshaya, F. S., BouJaoude, S., Mansour, N., & Alrudiyan, K. I. (2017). Students' understandings of nature of science and their arguments in the context of four socio-scientific issues. *International Journal of Science Education*, 39(3), 299–334.
- Kindfield, A. C. H. (1994). Understanding a basic biological process: Expert and novice models of meiosis. *Science Education*, 78(3), 255–283.
- Kline, M. (1985). *Mathematics for the Nonmathematician*. Courier Corporation.
- Klosterman, M. L., & Sadler, T. D. (2010). Multi-level assessment of scientific content knowledge gains associated with socioscientific issues-based instruction. *International Journal of Science Education*, 32(8), 1017–1043.
- Kohlberg, L. (1971). Stages of moral development as a basis for moral education (pp. 24-84). Cambridge: Center for Moral Education, Harvard University.
- Kolstø, S. D. (2001). Scientific literacy for citizenship: Tools for dealing with the science dimension of controversial socioscientific issues. *Science Education*, 85(3), 291–310.

- Kortland, K. (1996). An STS case study about students' decision making on the waste issue. *Science Education*, 80(6), 673–689.
- Kortland, K. (1996). An STS case study about students' decision making on the waste issue. *Science Education*, 80(6), 673–689.
- Kozma, R. B., & Russell, J. (2005). Students becoming chemists: Developing representational competence. In J. K. Gilbert (Ed.), *Visualization in science education* (pp. 121–145). Springer.
- Kozma, R., Chin, E., Russell, J., & Marx, N. (2000). The roles of representations and tools in the chemistry laboratory and their implications for chemistry learning. *The Journal of the Learning Sciences*, 9(2), 105–143.
- Köseoğlu, F., Tümay, H., & Budak, E. (2008). Bilimin doğası hakkında paradigma değişimleri ve öğretimi ile ilgili yeni anlayışlar. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28(2), 221-235.
- Krajcik, J. (2015). Project-based science: Engaging students in three-dimensional learning. *The science teacher*, 82(1), 25-27.
- Krajcik, J., Merritt, J. (2012). Engaging students in scientific practices: What does constructing and revising models look like in the science classroom? *Science and Children*, 49(7), 10-13
- Kuhn, T. S. (1991). The Road Since Structure. In A. Fine, M. Forbes, & L. Wessels (Eds.), *PSA 1990: Proceedings of the Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association* (Vol. 2, pp. 3–13). Philosophy of Science Association.
- Kurt, A. (2009). Öğretmen adaylarının epistemolojik inançları ile fen öğretimine yönelik yeterlik inançları açısından teknoloji kabullerinin incelenmesi. *Ahi Evran Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 10(2), 1–15.
- Latour, B. (1989). Clothing the naked truth. In H. Lawson & L. Appignanesi (Eds.), *Dismantling truth: Reality in the post-modern world* (ss. 101–126). Weidenfeld.

- Lazarowitz, R., & Bloch, I. (2005). Awareness of societal issues among high school biology teachers teaching genetics. *Journal of Science Education and Technology*, 14, 437-457.
- Lee, H. (2006). Science teachers teaching socioscientific issues (SSI): Four case studies. University of Illinois at Urbana-Champaign.
- Lee, H., & Witz, K. G. (2009). Science teachers' inspiration for teaching socio-scientific issues: Disconnection with reform efforts. *International Journal of Science Education*, 31(7), 931-960.
- Lee, Y. C., & Grace, M. (2012). Students' reasoning and decision making about a socioscientific issue: A cross-context comparison. *Science education*, 96(5), 787-807.
- Lehrer, R., & Schauble, L. (2005). Developing modeling and argument in the elementary grades. In *Understanding mathematics and science matters* (pp. 29-53). Routledge.
- Lehrer, R., & Schauble, L. (2006). Scientific thinking and science literacy. *Handbook of child psychology*, 4, 153-196.
- Lehrer, R., & Schauble, L. (2006). Cultivating model-based reasoning in science education (pp. 371-388). na.
- Lemke, J. L. (1998). Multiplying meaning: Visual and verbal semiotics in scientific text. In J. R. Martin & R. Veel (Eds.), *Reading science: Critical and functional perspectives on discourses of science* (pp. 87–113). London: Routledge.
- Leung, J. S. C., & Cheng, M. M. W. (2020). Conceptual change in socioscientific issues: Learning about obesity. *International Journal of Science Education*, 42(18), 3134-3158.
- Levinson, R. (2003). Teaching controversial issues in science. In A. Lockyer, B. Crick, & J. Annette (Eds.), *Education for democratic citizenship* (pp. 119–135). Ashgate.
- Levinson, R. (2006). Towards a theoretical framework for teaching controversial socio-scientific issues. *International Journal of Science Education*, 28(10), 1201-1224.

- Levinson, R. (2008). Promoting the role of the personal narrative in teaching controversial socio-scientific issues. *Science & Education*, 17, 855-871.
- Levinson, R. (2013). Practice and theory of socio-scientific issues: An authentic model?.
- Levinson, R., & Turner, S. (2001). *Valuable lessons*. London: The Wellcome Trust.
- Levinson, R., Turner, S., Koulouris, P., Desli, D., Douglas, A., Evans, J., & Kirton, A. (2001).
- Levinson, S. C. (2006). On the human "interaction engine". In N. J. Enfield & S. C. Levinson (Eds.), *Roots of human sociality: Culture, cognition and interaction* (pp. 39–69). Oxford: Berg.
- Lin, S. S., & Mintzes, J. J. (2010). Learning argumentation skills through instruction in socioscientific issues: The effect of ability level. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 8, 993-1017.
- Lincoln, Y. S., & Guba, E. G. (1985). *Naturalistic inquiry*. Sage Publications.
- Lindahl, M. G., & Folkesson, A. M. (2016a). Attitudes and language use in group discussions on socio-scientific issues. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 12(2), 283-301.
- Lindahl, M. G., & Folkesson, A. M. (2016b). On attitude and language in students' talk and their impact on students' texts. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 12(8), 2199-2221.
- Linn, M. C., & Eylon, B.-S. (2011). *Science learning and instruction: Taking advantage of technology to promote knowledge integration*. Routledge/Taylor & Francis Group.
- Littledyke, M. (2004). Primary children's views on science and environmental issues: Examples of environmental cognitive and moral development. *Environmental Education Research*, 10(2), 217–235.
- Liu, S. Y., Lin, C. S., & Tsai, C. C. (2011). College students' scientific epistemological views and thinking patterns in socioscientific decision making. *Science Education*, 95(3), 497-517.

- Liu, S.-Y., Lin, C.-S., & Tsai, C.-C. (2010). College students' scientific epistemological views and thinking patterns in learning science. *Science Education*, 94(5), 848–871.
- Liu, X., & Hinchey, M. (1996). The internal consistency of a concept mapping scoring scheme and its effect on prediction validity. *International Journal of Science Education*, 18(8), 921–937.
- Louca, L. T., & Zacharia, Z. C. (2012). Modeling-based learning in science education: Cognitive, metacognitive, social, material and epistemological contributions. *Educational review*, 64(4), 471-492.
- Malvern, D. (2000). Mathematical Models in Science. In J. K. Gilbert & C. J. Boulter (Eds.), *Developing Models in Science Education* (pp. 59-90). Springer, Dordrecht.
- Manz, E. (2012). Understanding the codevelopment of modeling practice and ecological knowledge. *Science Education*, 96(6), 1071-1105.
- Markham, K. M., Mintzes, J. J., & Jones, M. G. (1994). The concept map as a research and evaluation tool: Further evidence of validity. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(1), 91–101.
- Mason, L., & Scirica, F. (2006). Prediction of students' argumentation skills about controversial topics by epistemological understanding. *Learning and Instruction*, 16(5), 492–509.
- Matkins, J. J., & Bell, R. L. (2007). Awakening the Scientist Inside: Global Climate Change and the Nature of Science in an Elementary Science Methods Course. *Journal of Science Teacher Education*, 18(2), 137-163.
- McCann-Sherman, W. (1999). Teaching about societal issues in science classrooms. *ERIC Clearinghouse for science, mathematics and environmental education*, 99-6.
- McLaughlin, T. H. (2003). Teaching controversial issues in citizenship education. In A. Lockyer, B. Crick, & J. Annette (Eds.), *Education for Democratic Citizenship* (pp. 65–80). Ashgate.
- Mendonça, P. C. C., & Justi, R. (2013). The influence of argumentation on modelling-based teaching practices. *International Journal of Science Education*, 35(14), 2407–2434.

- Merriam, S. B. (2009). *Qualitative research: A guide to design and implementation*. Jossey-Bass.
- Metcalf, S. J., Krajcik, J. S., & Soloway, E. (2000). Creating usable innovations in systemic reform: Scaling up technology-embedded project-based science in urban schools. *Educational Psychologist*, 35(3), 149-164.
- Miller, D. (2010). *Stuff. Polity*.
- Modgil, S., & Modgil, C. (Eds.). (1986). *Lawrence Kohlberg, consensus and controversy* (No. 1). Routledge.
- Mortaş, A. (2011). Promoting grade 6 students' scientific understanding of the particulate nature of matter and the role of models in science through multi-representational instruction [Yüksek lisans tezi, Boğaziçi Üniversitesi].
- Mulder, Y. G., Bollen, L., de Jong, T., & Lazonder, A. W. (2016). Scaffolding learning by modelling: The effects of partially worked-out models. *Journal of Research in Science Teaching*, 53(3), 502–523.
- Mulder, Y. G., Lazonder, A. W., & De Jong, T. (2014). Using heuristic worked examples to promote inquiry-based learning. *Learning and instruction*, 29, 56-64.
- Nakhleh, M. B., & Postek, B. (2008). Learning chemistry using multiple external representations. In J. K. Gilbert, M. Reiner, & M. Nakhleh (Eds.), *Visualization: Theory and practice in science education* (pp. 41–60). Dordrecht: Springer.
- Namdar, B., & Shen, J. (2015). Modeling-oriented assessment in K–12 science education: A synthesis of research from 1980 to 2013 and new directions. *International Journal of Science Education*, 37(9), 1347–1371.
- Namdar, B., & Shen, J. (2016). Intersection of argumentation and the use of multiple representations in the context of socioscientific issues. *International Journal of Science Education*, 38(7), 1100–1132.
- Namdar, B., & Yüksel, T. (2021). Argümantasyon ile modelleme ve fen öğretimindeki örnekleri. In H. Ş. Ayvacı (Ed.), *Fen öğretiminde model ve modelleme* (ss. 111–136). Pegem Akademi.

- National Research Council, Division on Earth, Life Studies, Commission on Life Sciences, & Committee on Biology Teacher Inservice Programs. (1996). *The role of scientists in the professional development of science teachers*. National Academies Press.
- National Science Foundation (NSF)-funded program. Available online at <https://onlineethics.org/sites/onlineethics/files/2021-04/Ethics>, 20.
- Nelson, M. M., & Davis, E. A. (2012). Preservice elementary teachers' evaluations of elementary students' scientific models: An aspect of pedagogical content knowledge. In D. Treagust, C. McCloughlin, & D. F. Treagust (Eds.), *Multiple Representations in Biological Education* (pp. 125–140). Springer.
- Nersessian, N. (2008). Model-based reasoning in scientific practice. In *Teaching scientific inquiry* (pp. 57-79). Brill.
- Nersessian, N. J. (2002). The cognitive basis of model-based reasoning in science (p. 133). na.
- NGSS Lead States. (2013). *Next generation science standards: For states, by states*. National Academies Press.
- Nicolaou, C. T., Evagorou, M., & Lymbouridou, C. (2015). Elementary school students' emotions when exploring an authentic socio-scientific issue through the use of models. *Science Education International*, 26(2), 240–259.
- Norman, T. J. (1983). *A performance model of a spark ignition Wankel engine: including the effects of crevice volumes, gas leakage, and heat transfer* (Doctoral dissertation, Massachusetts Institute of Technology).
- Novak, J. D., & Gowin, D. B. (1984). *Learning how to learn*. Cambridge University press.
- Nuangchalem, P., & Kwuanthong, B. (2010). Teaching “Global Warming” through socioscientific issues-based instruction. *Asian Social Science*, 6(8), 42-47.
- Nunez-Oviedo, M. C. (2004). *Teacher-student co-construction processes in biology: Strategies for developing mental models in large group discussions*. Published doctoral dissertation, University of Massachusetts, Amherst.

- Nystrand, M. (1997). *Opening dialogue: Understanding the dynamics of language and learning in the English classroom*. Teachers College Press.
- Oh, J., & Tsai, C. W. (2010). A stochastic jump diffusion particle-tracking model (SJD-PTM) for sediment transport in open channel flows. *Water Resources Research*, 46(10).
- Ojala, M. (2015). Hope in the face of climate change: Associations with environmental engagement and student perceptions of teachers' emotion communication style and future orientation. *The Journal of environmental education*, 46(3), 133-148.
- Ornek, F. (2008). Models in Science Education: Applications of Models in Learning and Teaching Science. *International Journal of Environmental and Science Education*, 3(2), 35-45.
- Osborne, J., Erduran, S., & Simon, S. (2004). Enhancing the quality of argumentation in school science. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 994–1020.
- Osborne, J., Simon, S., Christodoulou, A., Howell-Richardson, C., & Richardson, K. (2013). Learning to argue: A study of four schools and their attempt to develop the use of argumentation as a common instructional practice and its impact on students. *Journal of Research in Science Teaching*, 50(3), 315-347.
- Osborne, R. J., & Gilbert, J. K. (1980). A technique for exploring students' views of the world. *Physics Education*, 15(6), 376.
- Ottander, C., & Ekborg, M. (2012). Students' experience of working with socioscientific issues-a quantitative study in secondary school. *Research in Science Education*, 42(6), 1147-1163.
- Owens, D. C., Sadler, T. D., & Friedrichsen, P. (2021). Teaching practices for enactment of socio-scientific issues instruction: An instrumental case study of an experienced biology teacher. *Research in Science Education*, 51(2), 375-398.
- Özbay, Ö. (2016). The Status of Criminological Theories in Turkey: A Brief Account. *International Journal*, 5, 155.

- Özkan, M. (2008). Epistemolojik inançlar ve öğrenme süreci. *Eğitim ve Bilim*, 33(147), 123–134.
- Özkan, Ş., & Tekkaya, C. (2011). Epistemolojik inançlar cinsiyete ve sosyoekonomik statüye göre nasıl değişmektedir? *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 41, 339–348.
- Öztürk, N., & Yılmaz-Tüzün, Ö. (2017). Pre-service science teachers' informal reasoning regarding nuclear power plant construction in Turkey. *Hacettepe University Journal of Education*, 32(3), 794–816.
- Pallant, A., & Lee, H.-S. (2015). Constructing scientific arguments using evidence from dynamic computational climate models. *Journal of Science Education and Technology*, 24(2–3), 378–395.
- Passmore, C. M., & Svoboda, J. (2012). Exploring opportunities for argumentation in modelling classrooms. *International Journal of Science Education*, 34(10), 1535–1554.
- Passmore, C., & Stewart, J. (2002). A modeling approach to teaching evolutionary biology in high schools. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 39(3), 185-204.
- Passmore, C., & Svoboda, J. (2011). Exploring opportunities for argumentation in modeling classrooms. In T. D. Sadler (Ed.), *Socio-scientific issues in the classroom: Teaching, learning and research* (pp. 91–120). Dordrecht: Springer.
- Passmore, C., Gouvea, J. S., & Giere, R. (2014). Models in science and in learning science: Focusing scientific practice on sense-making. In M. R. Matthews (Ed.), *International handbook of research in history, philosophy and science teaching* (pp. 1171–1202). Springer.
- Pedretti, E. (2003). Teaching science, technology, society and environment (STSE) education: Preservice teachers' philosophical and pedagogical landscapes. In *The role of moral reasoning on socioscientific issues and discourse in science education* (pp. 219-239). Dordrecht: Springer Netherlands.

- Pedretti, E. G. (1999). Decision-making and STS education: Exploring scientific knowledge and social responsibility in schools and science centres through an issues-based approach. *School Science and Mathematics*, 99(4), 174–181.
- Pedretti, E. G., Bencze, L., Hewitt, J., Romkey, L., & Jivraj, A. (2008). Promoting issues-based STSE perspectives in science teacher education: Problems of identity and ideology. *Science & Education*, 17, 941-960.
- Pedretti, E., & Nazir, J. (2011). Currents in STSE education: Mapping a complex field, 40 years on. *Science education*, 95(4), 601-626.
- Peel, A., Zangori, L., Friedrichsen, P., Hayes, E., & Sadler, T. (2019). Students' model-based explanations about natural selection and antibiotic resistance through socio-scientific issues-based learning. *International Journal of Science Education*, 41(4), 510-532.
- Perry, W. G. (1968). *Forms of intellectual and ethical Complexity in the college years*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Phan, HP (2008). Predicting change in epistemic beliefs, reflective thinking and learning styles: A longitudinal study. *British Journal of Educational Psychology*, 78, 7593.
- Petridou, E., Psillos, D., Hatzikraniotis, E., & Viiri, J. (2009). Design and development of a microscopic model for polarization. *Physics education*, 44(6), 589.
- Pintrich, P. R. (2002). The role of metacognitive knowledge in learning, teaching, and assessing. *Theory into practice*, 41(4), 219-225.
- Prain, V., Tytler, R., & Peterson, S. (2009). Multiple representations in learning about evaporation. *International Journal of Science Education*, 31(6), 787–808.
- Presley, M. L., Sickel, A. J., Muslu, N., Merle-Johnson, D., Witzig, S. B., Izci, K., & Sadler, T. D. (2013). A framework for socio-scientific issues based education. *Science Educator*, 22(1), 26-32.
- Puig, B., & Evagorou, M. (2020). Design of a socioscientific issue unit with the use of modeling: The case of bees. *International Journal of Designs for Learning*, 11(1), 98–107.

- Punch, K. F. (2005). *Introduction to social research: Quantitative and qualitative approaches* (2nd ed.). SAGE Publications.
- Radcliffe, A. (2000). *Physical Hydrogeology and Impact of Urbanization at the Waterloo West Side: A Groundwater Modelling Approach* (Master's thesis, University of Waterloo).
- Ratcliffe, M. (1997). Pupil decision-making about socio-scientific issues within the science curriculum. *International Journal of Science Education*, 19(2), 167-182.
- Ratcliffe, M., & Grace, M. (2003). *Science education for citizenship: Teaching socio-scientific issues*. Open University Press.
- Ratcliffe, M., & Grace, M. (2003). *EBOOK: SCIENCE EDUCATION FOR CITIZENSHIP*. McGraw-Hill Education (UK).
- Ravindran, V. (2019). Data analysis in qualitative research. *Indian Journal of Continuing Nursing Education*, 20(1), 40–45.
- Reis, P., & Galvão, C. (2009). Teaching controversial socio-scientific issues in biology and geology classes: A case study. *The Electronic Journal for Research in Science & Mathematics Education*.
- Reiss, M. J. (2020). Science education in the light of COVID-19: The contribution of history, philosophy and sociology of science. *Science & Education*, 29(4), 1079-1092.
- Rest, J. R. (1975). Longitudinal study of the Defining Issues Test of moral development: A strategy for analyzing developmental change. *Developmental Psychology*, 11(6), 738–748.
- Rest, J. R. (1984). The major components of morality. In W. M. Kurtines & J. L. Gewirtz (Eds.), *Morality, moral behavior, and moral development* (pp. 24–38). Wiley.
- Rest, J. R. (1986). *Moral development: Advances in research and theory*.
- Rest, J. R. (1994). Background: Theory and research. In *Moral development in the professions* (pp. 13-38). Psychology Press.

- Rest, J. R., & Narváez, D. (Eds.). (1994). *Moral development in the professions: Psychology and applied ethics*. Lawrence Erlbaum Associates.
- Rest, J. R., Narvaez, D., Thoma, S. J., & Bebeau, M. J. (1999). DIT2: Devising and testing a revised instrument of moral judgment. *Journal of educational psychology*, 91(4), 644.
- Roberts, D. A., & Bybee, R. W. (2014). Scientific literacy, science literacy, and science education. In *Handbook of research on science education*, Volume II (pp. 559-572). Routledge.
- Romine, W. L., Sadler, T. D., Dauer, J. M., & Kinslow, A. (2020). Measurement of socio-scientific reasoning (SSR) and exploration of SSR as a progression of competencies. *International Journal of Science Education*, 42(18), 2981-3002.
- Rosenblueth, A., & Wiener, N. (1945). The role of models in science. *Philosophy of science*, 12(4), 316-321.
- Roth, W. M., & Barton, A. C. (2004). *Rethinking scientific literacy*. Routledge.
- Roth, W.-M., & McGinn, M. K. (1998). Inscriptions: Toward a theory of representing as social practice. *Review of Educational Research*, 68(1), 35–59.
- Ruzafa-Alcázar, P., Fernández-Saura, P., Mármol-Campos, E., González-Vidal, A., Hernández-Ramos, J. L., Bernal-Bernabe, J., & Skarmeta, A. F. (2021). Intrusion detection based on privacy-preserving federated learning for the industrial IoT. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 19(2), 1145-1154.
- Sabel, M. S., & Arora, A. (2006). The role of the surgeon in the management of melanoma.
- Sadler, T. D. (2006). Promoting discourse and argumentation in science teacher education. *Journal of science teacher education*, 17, 323-346.
- Sadler, T. D. (Ed.). (2011). *Socio-scientific issues in the classroom: Teaching, learning and research* (Vol. 39). Springer Science & Business Media.

- Sadler, T. D., & Donnelly, L. A. (2006). Socioscientific argumentation: The effects of content knowledge and morality. *International Journal of science education*, 28(12), 1463-1488.
- Sadler, T. D., & Fowler, S. R. (2006). A threshold model of content knowledge transfer for socioscientific argumentation. *Science Education*, 90(6), 986–1004.
- Sadler, T. D., & Zeidler, D. L. (2002). The morality of socioscientific issues: Construal and resolution of genetic engineering dilemmas. *Science Education*, 86(4), 554–567.
- Sadler, T. D., & Zeidler, D. L. (2005). Patterns of informal reasoning in the context of socioscientific decision making. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 42(1), 112-138.
- Sadler, T. D., Amirshokoochi, A., Kazempour, M., & Allspaw, K. M. (2006). Socioscience and ethics in science classrooms: Teacher perspectives and strategies. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 43(4), 353-376.
- Sadler, T. D., Chambers, F. W., & Zeidler, D. L. (2004). Student conceptualizations of the nature of science in response to a socioscientific issue. *International Journal of science education*, 26(4), 387-409.
- Sadler, T. D., Foulk, J. A., & Friedrichsen, P. J. (2017). Evolution of a model for socio-scientific issue teaching and learning. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 5(2), 75-87.
- Sadler, T. D., Friedrichsen, P., & Zangori, L. (2019). A framework for teaching for socio-scientific issue and model based learning (SIMBL). *Educação e Fronteiras/Education and Borders*, 9(25), 8–26.
- Sadler, T. D., Romine, W. L., & Topçu, M. S. (2016). Learning science content through socio-scientific issues-based instruction: A multi-level assessment study. *International Journal of Science Education*, 38(10), 1622-1635.

- Sampson, V., & Schleigh, S. (2013). Scientific argumentation in biology: 30 classroom activities. NSTA press.
- Sarıbaş, D., & Çetinkaya, E. (2021). Pre-Service Teachers' Analysis of Claims About COVID-19 in an Online Course. *Science & Education*, 30(2), 235-266.
- Sauer, T. (2000). The effect of mathematical model development on the instruction of acceleration to introductory physics students (Yayımlanmamış doktora tezi). University of Missouri-Columbia.
- Saunders, K. J., & Rennie, L. J. (2013). A pedagogical model for ethical inquiry into socioscientific issues in science. *Research in Science Education*, 43, 253-274.
- Schmalz, H. (2012). Drawing based modeling and simulation in primary school science education: The impact on students' attitude towards science and domain specific knowledge (Yüksek lisans tezi). University of Twente.
- Schommer, M. (1990). Effects of beliefs about the nature of knowledge on comprehension. *Journal of educational psychology*, 82(3), 498.
- Schommer-Aikins, M., & Hutter, R. (2002). Epistemological beliefs and thinking about everyday controversial issues. *The journal of Psychology*, 136(1), 5-20.
- Schraw, G. (2001). Current themes and future directions in epistemological research: A commentary. *Educational Psychology Review*, 13, 451-464.
- Schwarz, C. V., & White, B. Y. (2005). Metamodeling knowledge: Developing students' understanding of scientific modeling. *Cognition and instruction*, 23(2), 165-205.
- 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: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 46(6), 632-654.
- Schwarz, F. (2009). Two types of definites in natural language. University of Massachusetts Amherst.

- Seçkin Karaca, H. (2018). Yapılandırmacı yaklaşım yoluyla sosyobilimsel konulara dayalı fen eğitiminin 7. sınıf öğrencileri üzerine etkileri (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Sengupta, P., & Wilensky, U. (2009). Learning electricity with NIELS: Thinking with electrons and thinking in levels. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 14, 21-50.
- Sensevy, G., Tiberghien, A., Santini, J., Laubé, S., & Griggs, P. (2008). An epistemological approach to modeling: Cases studies and implications for science teaching. *Science education*, 92(3), 424-446.
- Settelmaier, E. (2003). Dilemmas with Dilemmas... Exploring the Suitability of Dilemma Stories as a Way of Addressing Ethical Issues in Science Education.
- Sevgi ve Şahin, 2017
- Shen, J., & Confrey, J. (2007). From conceptual change to transformative modeling: A case study of an elementary teacher in learning astronomy. *Science Education*, 91(6), 948–966.
- Shi, D. S. (2022). Hospitalizations of children aged 5–11 years with laboratory-confirmed COVID-19—COVID-NET, 14 states, March 2020–February 2022. *MMWR. Morbidity and mortality weekly report*, 71.
- Siegel, H. (1995). Why should educators care about argumentation? *Informal Logic*, 17(2), 159–176.
- Simon, S., & Amos, R. (2011). Decision making and use of evidence in a socio-scientific problem on air quality. In *Socio-scientific issues in the classroom: Teaching, learning and research* (pp. 167-192). Dordrecht: Springer Netherlands.
- Simonneaux, L. (2001). Des situations-débats pour développer l'argumentation des élèves sur les biotechnologies: compte rendu d'innovation/Debate situations to promote pupils' argumentation on the topic of biotechnology: report of innovation. *Didaskalia*, 19(1), 127-157.

- Sjöström, J., & Eilks, I. (2018). Reconsidering different visions of scientific literacy and science education based on the concept of Bildung. In Y. J. Dori, Z. R. Mevarech, & D. R. Baker (Eds.), *Cognition, metacognition, and culture in STEM education: Learning, teaching and assessment* (pp. 65–88). Springer.
- Slotte, V., & Lonka, K. (1999). Spontaneous concept maps aiding the understanding of scientific concepts. *International Journal of Science Education*, 21(5), 515–531.
- Stephens, S., McRobbie, C. J., & Lucas, K. B. (1999). Model-based reasoning in a year 10 classroom. *Research in Science Education*, 29(2), 189–208.
- Stewart, J., Cartier, J. L., & Passmore, C. M. (2005). Developing understanding through model-based inquiry. *How students learn*, S. Donovan & J. Bransford (Eds). 515–565.
- Stratford, S. J., Krajcik, J. S., & Soloway, E. (1998). Secondary students' dynamic modeling processes: Analyzing, reasoning about, synthesizing, and testing models of stream ecosystems. *Journal of Science Education and Technology*, 7(3), 215–234.
- Stroupe, D. (2014). Examining classroom science practice communities: How teachers and students negotiate epistemic agency and learn science-as-practice. *Science Education*, 98(3), 487–516.
- Stull, A. T., Hegarty, M., Dixon, B., & Stieff, M. (2012). Representational translation with concrete models in organic chemistry. *Cognition and Instruction*, 30(4), 404–434.
- Svihla, V., & Linn, M. C. (2012). A design-based approach to fostering understanding of global climate change. *International Journal of Science Education*, 34(5), 651–676.
- Svoboda, J., & Passmore, C. (2013). The strategies of modeling in biology education. *Science & Education*, 22(1), 119–142.
- Şengül, Z. (2023). The efficiency of water buffalo farms in semi-intensive feeding system: A case study from Balıkesir, Türkiye. *Ege University Journal of Agriculture*, 60(2), 205–219.
- Tal, T., & Kedmi, Y. (2006). Teaching socioscientific issues: Classroom culture and students' performances. *Cultural Studies of Science Education*, 1(4), 615–644.

- Templin, M. A., & Fetters, M. K. (2002). A working model of protein synthesis using Lego™ building blocks. *The American Biology Teacher*, 64(9), 673–678.
- The teaching of social and ethical issues in the school curriculum arising from developments in biomedical research: a research study for teachers.
- Tidemand, S., & Nielsen, J. A. (2017). The role of socioscientific issues in biology teaching: From the perspective of teachers. *International Journal of Science Education*, 39(1), 44-61.
- Toluk, Z., & Olkun, S. (2001). İlköğretim ders kitaplarının problem çözme becerilerinin geliştirilmesi açısından incelenmesi. X. Eğitim Bilimleri Kongresi, Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Bolu, Turkey.
- Topcu, M. S., Sadler, T. D., & Yilmaz-Tuzun, O. (2010). Preservice science teachers' informal reasoning about socioscientific issues: The influence of issue context. *International Journal of Science Education*, 32(18), 2475-2495.
- Topçu, M. S. (2008). Pre-service science teachers' informal reasoning regarding socio-scientific issues and the factors influencing their informal reasoning (Yayımlanmamış doktora tezi). Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
- Topçu, M. S. (2015). Sosyobilimsel konular ve öğretimi. Ankara: Pegem Akademi.
- Topçu, M. S., & Atabey, N. (2017). Sosyobilimsel Konu İçerikli Alan Gezilerinin İlköğretim Öğrencilerinin Argümantasyon Nitelikleri Üzerine Etkisi*/The Effect of Socioscientific Issues Based Field Trips on Elementary School Students' Argumentation Quality. *Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(1), 68.
- Toulmin, S. E. (1958). *The uses of argument*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Toulmin, S. E. (2003). *The uses of argument* (Updated ed.). Cambridge: Cambridge University Press.
- Treagust, D. F., Chittleborough, G., & Mamiala, T. L. (2002). Students' understanding of the role of scientific models in learning science. *International Journal of Science Education*, 24(4), 357-368.

- Treagust, D. F., Duit, R., Joslin, P., & Lindauer, I. (1992). Science teachers' use of analogies: observations from classroom practice. *International Journal of science education*, 14(4), 413-422.
- Tümöklü, A. (2000). Eğitim bilimleri araştırmalarında etkin olarak kullanılabilecek bir nitel araştırma tekniği: Görüşme. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi*, 6(24), 543–559.
- Türe, Z. G. (2018). Örnek olay destekli istasyon tekniğinin sosyobilimsel konuların öğretimi üzerine etkisi (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Ulu, C., & Bayram, H. (2015). Argümantasyon Tabanlı Bilim Öğrenme Yaklaşımına Dayalı Laboratuvar Etkinliklerinin 7. Sınıf Öğrencilerinin Kavram Öğrenmelerine Etkisi: Yaşamımızdaki Elektrik Ünitesi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 37(37), 61–75.
- Unal Çoban, G., & Buber, A. (2021). Modeling with STEM and Examples in Science Education. Ed: Hakan Şevki Ayvacı. *Models and Modeling Science Instruction* Pegem Academy, Ankara, Turkey.
- Ural, A., & Kılıç, İ. (2013). Bilimsel araştırma süreci ve SPSS ile veri analizi (Gözden geçirilmiş ve genişletilmiş 4. baskı). Detay Yayıncılık.
- Ünal Çoban, G. (2021). Fen öğretiminde model ve modellemenin önemi. In H. Ş. Ayvacı (Ed.), *Fen öğretiminde model ve modelleme* (ss. 1–37). Pegem Akademi.
- Ünal, G. (2005). Fen öğretiminde derinliğine öğrenme:" basınç" konusunda modelleme (Master's thesis, Dokuz Eylül Üniversitesi (Turkey)).
- Ünal, G., & Ergin, Ö. (2006). Buluş yoluyla fen öğretiminin öğrencilerin akademik başarılarına, öğrenme yaklaşımlarına ve tutumlarına etkisi. *Journal of Turkish Science Education*, 3(1), 36–52.
- Van der Zande, P., Akkerman, S. F., Brekelmans, M., Waarlo, A. J., & Vermunt, J. D. (2012). Expertise for teaching biology situated in the context of genetic testing. *International Journal of Science Education*, 34(11), 1741-1767.

- Van Driel, J. H., & Verloop, N. (1999). Teachers' knowledge of models and modelling in science. *International Journal of Science Education*, 21(11), 1141-1153.
- Van Rooy, A. (2004). *The global legitimacy game: Civil society, globalization and protest*. Springer.
- Viehmann, C., Fernández Cárdenas, J. M., & Reynaga Peña, C. G. (2024). The use of socioscientific issues in science lessons: A scoping review. *Sustainability*, 16(14), 5827.
- Visintainer, T., & Linn, M. (2015). Sixth-grade students' progress in understanding the mechanisms of global climate change. *Journal of Science Education and Technology*, 24(2-3), 287-310.
- Visintainer, T., & Linn, M. C. (2015). Sixth-grade students' progress in understanding the mechanisms of global climate change. *Journal of Science Education and Technology*, 24(2-3), 287-310.
- Vo, T., Forbes, C. T., Zangori, L., & Schwarz, C. V. (2015). Fostering third-grade students' use of scientific models with the water cycle: Elementary teachers' conceptions and practices. *International Journal of Science Education*, 37(15), 2411-2432.
- Walker, K. A., & Zeidler, D. L. (2007). Promoting discourse about socioscientific issues through scaffolded inquiry. *International journal of science education*, 29(11), 1387-1410.
- Wallace, J. D., & Mintzes, J. J. (1990). The concept map as a research tool: Exploring conceptual change in biology. *Journal of Research in Science Teaching*, 27(10), 1033-1052.
- Wegerif, R., & Mansour, N. (2010). A dialogic approach to technology-enhanced education for the global knowledge society. *New Science of Learning: Cognition, computers and collaboration in education*, 325-339.
- Wilensky, U., & Reisman, K. (2006). Thinking Like a Wolf, a Sheep, or a Firefly: Learning Biology through Constructing and Testing Computational Theories—An Embodied Modeling Approach. *Cognition and Instruction*, 24(2), 171-209.

- Wilson, K. J., Long, T. M., Momsen, J. L., & Bray Speth, E. (2020). Modeling in the classroom: Making relationships and systems visible. *CBE—Life Sciences Education*, 19(1), fe1.
- Windschitl, M., Thompson, J., & Braaten, M. (2008). Beyond the Scientific Method: Model-Based Inquiry as a New Paradigm of Preference for School Science Investigations. *Science Education*, 92(5), 941-967.
- Wu, L., Liu, S., Yao, L., Yan, S., & Liu, D. (2013). Grey system model with the fractional order accumulation. *Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation*, 18(7), 1775-1785.
- Wu, Y. T., & Tsai, C. C. (2011). High school students' informal reasoning regarding a socio-scientific issue, with relation to scientific epistemological beliefs and cognitive structures. *International Journal of Science Education*, 33(3), 371-400.
- Wynne, C. F., Stewart, J., & Passmore, C. (2001). High school students' use of meiosis when solving genetics problems. *International Journal of Science Education*, 23(5), 501-515.
- Yager, R. E. (2007). STS requires changes in teaching. *Bulletin of Science, Technology & Society*, 27(5), 386-390.
- Yager, S. O., Yager, R. E., & Lim, G. (2006). The advantages of an STS approach over a typical textbook dominated approach in middle school science. *School science and Mathematics*, 106(5), 248-260.
- Yalvaç Arıcı, H., & Çetin, H. (2021). Online (Çevrimiçi) Din Eğitimi Tutum Ölçeği. *Dini Araştırmalar*, 24(61), 543–570.
- Yang, F. Y., & Anderson, O. R. (2003). Senior high school students' preference and reasoning modes about nuclear energy use. *International Journal of Science Education*, 25(2), 221–244.
- Yang, R. (2005). Corruption in China's higher education: a malignant tumor. *International Higher Education*, (39).

- Yapıcıoğlu, A. E. (2020). Fen eğitiminde sosyobilimsel konu olarak COVID 19 pandemisi ve örnek uygulama önerileri. *Milli Eğitim Dergisi*, 49(1), 1121-1141.
- Yapıcıoğlu, A. E. (2021). An analysis of the outcomes of the Turkish science curriculum in terms of science process skills, nature of science, socio-scientific issues, and STEM: An analysis of the outcomes of the Turkish science curriculum. *International Journal of Curriculum and Instruction*, 13(2), 925-949.
- Yapıcıoğlu, A. E., & Kaptan, F. (2017). Sosyobilimsel konu temelli öğretim yaklaşımı uygulamalarının etkililiğine yönelik bir karma yöntem çalışması. *Eğitim ve Bilim*, 42(192).
- Yapıcıoğlu, A. E., & Kaptan, F. (2018). Sosyobilimsel durum temelli öğretim yaklaşımının argümantasyon becerilerinin gelişimine katkısı: Bir karma yöntem araştırması. *Ondokuz Mayıs University Journal of Education Faculty*, 37(1), 39-61.
- Yenice, N., & Özden, B. (2013). Analysis of Scientific Epistemological Beliefs of Eighth Graders. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 1(2), 107-115.
- Yenilmez Türkoğlu, A. (2021). Sosyobilimsel Konuların Fen Öğretim Programlarındaki Yeri [The Place of Socioscientific Issues in Science Curriculum]. *Sosyobilimsel Konular [Socioscientific Issues]*, 7-30.
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2020). Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri (12. baskı). Seçkin Yayıncılık.
- Yılmaz-Tüzün, Ö., & Topçu, M. S. (2007). Relationships among elementary school students' epistemological beliefs, metacognitive skills, and constructivist learning environment perceptions. *American Educational Research Association (AERA) Annual Meeting*, Chicago, IL.
- Yin, R. K. (2011). *Applications of case study research* (3. baskı). SAGE Publications.
- Zangori, L., Peel, A., Kinslow, A., Friedrichsen, P., & Sadler, T. D. (2017). Student development of model-based reasoning about carbon cycling and climate change in

a socio-scientific issues unit. *Journal of Research in Science Teaching*, 54(10), 1249-1273.

Zeidler, D. L. (1984). Moral issues and social policy in science education: Closing the literacy gap. *Science Education*, 68(4), 411-419.

Zeidler, D. L., & Keefer, M. (2003). The role of moral reasoning and the status of socioscientific issues in science education: Philosophical, psychological and pedagogical considerations. In *The role of moral reasoning on socioscientific issues and discourse in science education* (pp. 7-38). Dordrecht: Springer Netherlands.

Zeidler, D. L., & Lewis, J. (2003). Unifying themes in moral reasoning on socioscientific issues and discourse. In D. L. Zeidler (Ed.), *The role of moral reasoning on socioscientific issues and discourse in science education* (pp. 289–306). Kluwer Academic Publishers.

Zeidler, D. L., & Nichols, B. H. (2009). Socioscientific issues: Theory and practice. *Journal of elementary science education*, 21(2), 49-58.

Zeidler, D. L., Applebaum, S. M., & Sadler, T. D. (2011). Enacting a socioscientific issues classroom: Transformative transformations. In *Socio-scientific issues in the classroom: Teaching, learning and research* (pp. 277-305). Dordrecht: Springer Netherlands.

Zeidler, D. L., Sadler, T. D., Applebaum, S., & Callahan, B. E. (2009). Advancing reflective judgment through socioscientific issues. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 46(1), 74-101.

Zeidler, D. L., Sadler, T. D., Simmons, M. L., & Howes, E. V. (2005). Beyond STS: A research-based framework for socioscientific issues education. *Science education*, 89(3), 357-377.

Zeidler, D. L., Walker, K. A., Ackett, W. A., & Simmons, M. L. (2002). Tangled up in views: Beliefs in the nature of science and responses to socioscientific dilemmas. *Science education*, 86(3), 343-367.

Zohar, A., & Nemet, F. (2002). Fostering students' knowledge and argumentation skills through dilemmas in human genetics. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 39(1), 35-62.



EKLER

Ek 1: Sosyobilimsel Muhakeme Ölçeği

SOSYOBİLİMSSEL MUHAKEME YETENEĞİ ÖLÇEĞİ

Bu ölçek formunda kişilerin sosyobilimsel muhakeme yeteneklerinin ölçülmesi amaçlanmaktadır. Aşağıda verilen senaryoları okuyup bu senaryolara göre verilen seçenekler doğrultusunda ilerleyip sizin için en uygun olan seçeneği işaretlemeniz istenmektedir.

Ad-Soyad: **Cinsiyetiniz:** ☐ Kız ☐ Erkek

TERMİK SANTRAL

Çerkezköy Tekirdağ iline bağlı, Tekirdağ'ın doğusunda yer alan bir ilçedir. Nüfusu 133.626 olup ilçenin genel ekonomik yapısını sanayi kuruluşları oluşturmaktadır. Yakın zamanda Çerkezköy'ün yakınlarında bir termik santral kurulmuştur. Termik santraller genel anlamıyla ısı enerjisini elektrik enerjisine çeviren santrallerdir. Yüksek basınç altında ve yüksek sıcaklıkta suyun buharlaştırılması sonucunda açığa çıkan buhar türbinleri (akışkan enerjisini kinetik enerjiye çeviren alet) harekete geçirerek mekanik enerji oluşur. Bu mekanik enerji daha sonra elektrik enerjisine çevrilir. Buharlaştırılan su tekrar geri dönerek döngüye katılır. Buhar ve su, kapalı bir döngüde dolaştıkları için bu döngü sonsuza kadar kullanılabilir. Kömürlü çalışan santrallerde duman elektrostatik filtrelerden geçirilerek havaya verilir. Termik santrallerde kalitesiz kömürler kullanıldığı için çok ucuza elektrik üretimi yapılır ve büyük bir tasarruf sağlanır. Termik santralin kurulacağı bölgelere kömürün ulaşması yeterlidir. Ancak santrallerden akarsu ve deniz gibi yerlere bırakılan sıcak su çevredeki canlılığın yaşamını etkilemektedir. İlgili kamu kuruluşlarında ve çevreci gruplarda yer alan bilim insanlarının yaptığı araştırmalarda termik santrallerin çevre kirliliğine ve halk sağlığına olumsuz etkisi olduğu belirtilmiştir. Termik santral şirketi, santralin çevre kirliliği ve halk sağlığı üzerinde herhangi bir kötü etki olmadığını savunmaktadır ve santralleri kullanan ülkeleri ve tasarrufları örnek göstermektedir. Bu durumda ne yapılmalı?

Sosyobilimsel muhakeme boyutu: Karmaşıklık

1.Termik santral konusu karmaşık mıdır? **EVET/HAYIR**

Cevabınız HAYIR ise; Termik santral konusunun neden **kolay anlaşılır** olduğunu ifade eden en iyi açıklamayı seçiniz.

- a.Dünyanın enerjiye ihtiyacı vardır ve termik santral nispeten temiz enerji için yeni kaynaklara ulaşma imkânı sağlar. Bu sebeple termik santral toplumumuz için pozitif bir gelişmedir.
- b.Termik santral temiz su kaynaklarını zehirli kimyasallar ile kirletir. Bu sebeple termik santral elektrik enerjisi üretimi için kullanılmamalıdır.
- c.Termik santral bazı anlaşmazlıkları doğurabilir ama bilim ve teknoloji bu potansiyel problemlerin üstesinden gelmek için kullanılabilir.

Cevabınız EVET ise; Termik santral konusunun neden **karmaşık** olduğunu ifade eden en iyi açıklamayı seçiniz.

- a.Termik santral konusu karmaşıktır çünkü coğrafyanın ve ekonominin karmaşık boyutlarıyla ilgilenmektedir.
- b.Termik santral konusu karmaşıktır çünkü enerji kaynakları ve çevreyle ilgili birçok tartışmayı içermektedir.
- c.Termik santral konusu karmaşıktır çünkü sürecin tüm sonuçlarını (pozitif-negatif) bilmiyoruz.

2.Çerkezköy'deki termik santral konusunda ne yapılması gerektiği ile ilgili problemin çözüme kavuşturulması kolay mıdır? **EVET/HAYIR**

Cevabınız HAYIR ise; Çerkezköy'deki termik santral konusunun çözülmesi **neden zordur?**

- a.Çünkü bu konu çevre sorunları, enerji ihtiyacı ve ekonomi arasındaki çok hassas olan bir denge ile ilgilidir.
- b.Çünkü çevre, enerjinin kullanımı ve ekonomi gibi konular karmaşık olaylardır.

c.Çünkü konunun açıklamaları sınırlı bilgiler içermektedir. Eğer daha fazla detay olsaydı, konunun çözülmesi daha kolay olurdu.

Cevabınız EVET ise; Çerkezköy'deki termik santral konusunun çözümü **neden kolaydır?**

- a.Termik santralin enerjiye ulaşmayı ve yerel ekonomiye katkıda bulunduğu açıktır, bu nedenle termik santral Çerkezköy'de kullanılmalıdır.
- b.Termik santralin çevre problemlerine sebep olacağı açıktır; bu nedenle Termik santral Çerkezköy'de durdurulmalıdır.
- c.Bilim insanları konuyu bir bütün olarak analiz ederlerse, tartışmaya dahil olan her gruba adil gelecek bir çözüm önerisi geliştirebilirler.

Sosyobilimsel muhakeme boyutu: Bakış açısı

3.Çerkezköy sakinlerinin ve termik santralin temsilcilerinin Çerkezköy'de termik santral konusunda aynı çözümü önermeleri ne kadar olasıdır?

Çerkezköy sakinlerinin ve termik santralin temsilcilerinin aynı çözümü önermeleri **oldukça muhtemeldir**.

Çerkezköy sakinlerinin ve termik santralin temsilcilerinin aynı çözümü önermeleri **hiç muhtemel değildir**.

Neden Çerkezköy sakinlerinin ve termik santralin temsilcilerinin aynı çözümü önermeleri **oldukça muhtemel** bir durumdur?

- a.İki grup muhtemelen iş birliği yapacak ve ortak bir çözüme ulaşacaktır.
- b.İlk başta anlaşmazlık olabilir, ama her iki grup çözüm odaklı çalışırsa, aynı temel plana ulaşacaklardır.
- c.İlgili tüm tarafların ihtiyaçlarını karşılayan bir çözüm geliştirmek için bağımsız bir uzmanlar grubu çağrılabilir.

Neden Çerkezköy sakinlerinin ve termik santralin temsilcilerinin aynı çözümü önermeleri **hiç muhtemel değildir?**

- a.Termik santralin temsilcilerinin ve Çerkezköy sakinlerinin farklı öncelikleri vardır.
- b.Termik santralin temsilcileri ve Çerkezköy sakinlerinin farklı bilgi kaynaklarına erişimi vardır.
- c.Termik santralin temsilcilerinin ve Çerkezköy sakinlerinin, fikir birliğine varmaları için yeterli zamanları yoktur.

4.Çevreci gruplar ve termik santralin temsilcilerinin, Çerkezköy'deki Termik santral konusunda aynı çözümü önermeleri ne kadar olasıdır?

Çevreci gruplar ve termik santralin temsilcilerinin aynı çözümü önermeleri **oldukça muhtemeldir**.

Çevreci gruplar ve termik santralin temsilcilerinin aynı çözümü önermeleri **hiç muhtemel değildir**.

Neden çevreci gruplar ve termik santralin temsilcilerinin aynı çözümü önermeleri **oldukça muhtemeldir?**

- a.İki grup muhtemelen iş birliği yapacak ve ortak bir çözüme ulaşacaktır.
- b.Her iki grup çözüm odaklı çalışırsa, aynı temel plana ulaşacaklardır.
- c.İlgili tüm tarafların ihtiyaçlarını karşılayan bir çözüm geliştirmek için bağımsız bir uzman grubu çağrılabilir.

Neden çevreci grupların ve termik santralin temsilcilerinin aynı çözümü önermeleri **hiç muhtemel değildir?**

- a.Termik santralin temsilcilerinin ve çevreci grupların öncelikleri farklıdır.
- b.Termik santralin temsilcilerinin ve çevreci grupların farklı bilgi kaynaklarına erişimi vardır.
- c.Termik santralin temsilcilerinin ve çevreci grupların, fikir birliğine varmak için yeterli zamanları yoktur.

Sosyobilimsel muhakeme boyutu: Sorgulama

5. Çerkezköy'de termik santralin çalışmaya devam edip etmemesi konusunda karar vermeniz istenirse, karar vermek için yeterli bilgiye sahip olduğunuzu hissediyor musunuz?
Termik santral olayının devam edip etmeyeceği ile ilgili karar vermek için yeterli bilgiye **sahip olduğumu hissediyorum.**

Termik santral olayının devam edip etmeyeceği ile ilgili karar vermek için yeterli bilgiye **sahip olduğumu hissetmiyorum.**
Neden Termik santral olayının devam edip etmeyeceği ile ilgili karar vermek için **yeterli bilgi olduğumu** düşünüyorsunuz?

- Termik santralin faydaları risklerinden daha fazladır. Termik **santral**, hem ekonomiye para kazandırır hem de ucuz bir enerji sağlar. Her ikisi de rahat bir yaşam için önemlidir.
- Termik santralin riskleri, potansiyel faydalarından daha fazladır. Termik santral kirliliğe neden olur ki yerel halkın yaşam kalitesini olumsuz yönde etkiler.
- İlgili kamu kuruluşları tarafından bağımsız bir şekilde yapılan araştırmalarda termik santralin etkileri açıkça ortaya konmuştur.

Neden Termik santral olayının devam edip etmeyeceği ile ilgili karar vermek için **yeterli bilgi olmadığımı** düşünüyorsunuz?

- Herkesin farklı verileri vardır. Termik santral temsilcileri, Çerkezköy sakinleri ve ilgili kamu kuruluşları uygun verilerin ne olduğu konusunda hemfikir olup, bu verileri daha tarafsız bir şekilde toplarlarsa, karar vermek için yeterli bilgiye ulaşılmış olacaktır.
- Termik santralin ardındaki ekonomik ve bilimsel ayrıntılardan emin değilim ve bu yüzden karar vermeden önce daha fazla okuma yapmalıyım.
- Termik santralin uzun vadeli riskleri ve yararları net değildir ve bir karar alınmadan önce daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır.
- Termik santralin Çerkezköy'de çevre kirliliğinde olumlu ya da olumsuz etkisinin ne olduğu halen net değildir. Bu karar alınmadan önce bu durum netleştirilmelidir.

6. Yukarıda verilen metindeki bilgilere dayanarak termik santral işleminin devam edip etmeyeceğine karar vermeniz isteneydi, ne karar verirdiniz?

- Termik santrali durdur.
- Termik santralin çalışmasına izin ver.
- Çerkezköy sakinleri, termik santral şirketi, ilgili kamu kuruluşları ve çevreci grubun verdiği izni karara katılacaklarını düşünüyor musunuz?

Bütün tarafların kararını kabul **edebileceğini düşünüyorum.**

Bir veya daha fazla tarafın kararını kabul **etmeyeceğini düşünüyorum.**

Neden bütün tarafların kararını **kabul edeceğini** düşünüyorsunuz?

- Bütün taraflar meseleye önyargısız bakarlarsa, termik santralin faydadan daha fazla zarara neden olduğunu kolayca fark edecektir.
- Tüm taraflar meseleye önyargısız bakarlarsa, termik santralin faydalarının potansiyel zararlarından daha fazla olduğunu kolayca fark edebilirler.

Neden bir veya daha fazla taraf aldığınız kararda sizinle **aynı fikirde olmayabilir?**

- Bazı taraflar, termik santralin riskleri ve yararları hakkında uygun bir anlayışa sahip olmadıkları için aynı fikirde olmayacaklar.

10. Termik santralin Çerkezköy'deki çevre kirliliği üzerine etkileri konusundaki eleştirilere yanıt olarak, termik santral şirketi kârının bir kısmıyla, bölgedeki hava ve su kalitesiyle ilgili verileri toplamak ve bölge halkına düzenli raporlar sunmak üzere bir grup bilim insanı istihdam etmeyi önermiştir. Ayrıca Çerkezköy sakinleri de hava ve suyun durumunu izlemesi için farklı bir grup bilim insanı istihdam etmeye karar vermiştir. Bu iki bilim insanı grubunun bulgularının benzer mi veya farklı mı olmasını beklersiniz?

İki bilim insanı grubunun bulgularının **aynı** olmasını beklerim. İki bilim insanı grubunun bulgularının **farklı** olmasını beklerim.

Neden iki bilim insanı grubunun bulgularının **aynı** olmasını beklersiniz?

- Bilim doğru bir şekilde yapıldıysa, bulgular da aynı olurdu; çünkü bilim, objektif bir süreçtir.
- Bilim insanları ilk başta farklı bulgulara sahip olabilir, ancak üzerine konuştuktan sonra muhtakak uzlaşmaya varırlar.
- Her iki bilim insanı grubu da aynı kaynakları inceleyecek, bu nedenle benzer sonuçlar olacaktır.

Neden iki bilim insanı grubunun bulgularının **farklı** olmasını beklersiniz?

- İki grup bilim insanı farklı bakış açılarını desteklemek için veri topluyor olacak, bu nedenle bulgular muhtemelen farklı olacaktır.
- Termik santral şirketleri zengin olduğundan daha iyi bilim insanları istihdam edeceklerdir ve bu nedenle verileri muhtemelen daha güvenilir olacaktır.
- Bulgular farklı olabilir, çünkü her bilim insanı grubu farklı yöntemler kullanabilir.

11. Prestijli bir üniversitedeki bir jeolog, Çerkezköy'deki çevre kirliliğine sebep olan kimyasalların, yakınlardaki termik santral ile ilişkili olduğunu onaylayan bir makaleyi oldukça iyi bir dergide yayınlamıştır. Bunun tartışmayı değiştireceğini düşünüyor musunuz?

Yeni bulguların tartışmayı değiştirmesini **beklerim.**

Yeni bulguların tartışmayı değiştirmesini **beklemem.**

Neden bu bulguların tartışmayı değiştirmesini **beklemesiniz?**

- Bu bulgular ilgili kamu kuruluşları tarafından zaten teyit edildiğinden çalışma gereksizdir.
- Karşıt görüşlü gruplar zaten inançlarını içselleştirmişlerdir ve bu nedenle görüşlerini değiştirebilecek ek verileri dikkate alması pek muhtemel değildir.
- Bu açıklamayı yapan bilim insanları doğrudan tartışmada yer almayan yabancılar ve bu nedenle tarafların bulguların dikkate alması pek olası değildir.

Neden bu bulguların tartışmayı değiştirmesini **beklersiniz?**

- Bu yeni bulgular değerlendirildikten sonra, her iki tarafın da termik santralin Çerkezköy'deki çevre kirliliğine neden olduğunu ve bu durumu düzeltmek için harekete geçilmesi gerektiğini kabul etmesi muhtemeldir.
- Termik santrale karşı taraflar bu bulguları, konularını güçlendirmek ve tartışmayla ilgili genel görüşleri etkilemek için kullanacaklardır.
- Karşıt görüşler büyük olasılıkla raporu farklı yorumlayarak, tartışmayı çözümden uzaklaştıracaklardır.

İSTANBUL BOĞAZI

İstanbul Boğazı Türkiye'nin kuzeybatısında yer alan İstanbul şehrinin Avrupa ve Asya kıtalarını birbirlerinden ayıran boğazdır. İstanbul Boğazı kuzeyde Karadeniz, güneyde Marmara Denizini birbirine bağlar. İstanbul Boğazı, tarihin tüm çağlarında büyük bir jeopolitik ve ekonomik öneme sahip olmuş, bu nedenle ülkelerin kontrol altına almak istedikleri bir su yolu olma özelliğini günümüze dek sürdürmüştür. Son zamanlarda ise İstanbul Boğazı, Karadeniz'i açık denizlere bağlayan tek yol olması sebebiyle, özellikle yük taşıyan ticari gemiler için çok önemli bir su yolu haline dönüşmüştür. Tüm dünyadan

- Bütün taraflara kararımı kabul ettirebilmem pek muhtemel değildir, çünkü kabul etmeleri kendilerinin termik santralden fayda sağlayıp sağlamayacaklarına bağlıdır.
- Tüm tarafların, farklı bakış açılarından dolayı, ilk başta hemfikir olmaları pek olası değildir. Ancak, eninde sonunda uzlaşmaya varılacaktır.

8. Termik santrali durdurma veya devam ettirme konusunda aldığınız karar uygulamaya konursa, termik santralin Çerkezköy'ün çevre kirliliği üzerindeki etkisini incelemeye devam edilmesi için ek fon ve kaynakların kullanılmasını önerir miydiniz?

Termik santralin Çerkezköy'ün çevre kirliliği ile ilgili çalışmalara devam edilmesini **önermem.** Termik santralin Çerkezköy'ün çevre kirliliği ile ilgili çalışmalara devam edilmesini **öneririm.**

Neden termik santralin Çerkezköy'ün çevre kirliliği ile ilgili olan çalışmalara devam edilmesini **önermesiniz?**

- Bir karar verilmişse eğer, bu konu artık bitmiştir. Bu nedenle veri toplamaya devam etmeye gerek yoktur.
- Bir kararın verilmiş olması, bu kararın verecek yeterli bilginin bulunduğu işareti etmektedir. Böylece daha fazla çalışmaya gerek yoktur.

Neden termik santralin Çerkezköy'de neden olabileceği çevre kirliliği ile ilgili çalışmalara devam edilmesini **önerirsiniz?**

- Ek veriler toplamak, karara katılmayan gruplardan gelen eleştirileri tespit etmeye ve bunlara cevap vermeye yardımcı olacaktır.
- Ek veriler toplamak büyük olasılıkla ortak bir uzlaşmaya yol açacaktır.
- Ek veriler toplamak, insanlara verdiğim kararı tartışmaya ve yeniden değerlendirmeye devam etmesine yardımcı olacaktır.

Sosyobilimsel muhakeme boyutu: Şüphelilik

9. Bir toplantı ile termik santral şirketi tarafından istihdam edilen bir grup bilim insanı ve ilgili kamu kuruluşları tarafından istihdam edilen bir grup bilim insanı, termik santral ile ilgili uzman görüşlerini sunmuşlardır. Bu iki grubun görüşlerinin benzer olmasını bekler misiniz?

Her iki grup bilim insanı tarafından sunulan görüşler muhtemelen **benzer olacaktır.** Her iki grup bilim insanı tarafından sunulan görüşler muhtemelen **benzer olmayacaktır.**

Neden her iki grup bilim insanının görüşleri **benzer olabilir?**

- Bilim, verilere dayalı nesnel bir süreçtir. Bu nedenle her iki bilim insanının görüşleri benzer olmalıdır.
- Her iki grup bilim insanının verileri başlangıçta farklı olsa bile, birbirleriyle veri paylaşımı yaptıktan sonra muhtemelen anlaşmaya varacaklardır.
- Bilim insanları genelde özel düşüncelerle ilgilenmez ve gerçek bulgulara dayalı bir sonuca ulaşmaya daha çok ilgi duyar. Dolayısıyla, her iki tarafın görüşleri de benzer olacaktır.

Neden her iki grup bilim insanının görüşleri **benzer olmayabilir?**

- Termik santralin çevre kirliliği üzerindeki etkilerinin ardındaki ayrıntılar çok yönlü ve anlaşılması zordur. Bu nedenle bilim insanları konuyla ilgili farklı görüşlere sahip olacaklardır.
- Her iki grup bilim insanının verileri başlangıçta farklı olsa bile, birbirleriyle veri paylaşımı yaptıktan sonra muhtemelen anlaşmaya varacaklardır.
- Termik santral ve ilgili kamu kuruluşları, kendi fikirleri ile uyumlu görüşlere sahip bilim insanlarını istihdam edecektir, bu nedenle farklı bilim insanları farklı görüşler sunacaklardır.

gemiler İstanbul Boğazı'ndan geçerek ham petrol ve LPG gibi tehlikeli maddeler de dahil olmak üzere çeşitli ürünlerin taşınmasını sağlamaktadır. Ticari gemilerin İstanbul Boğazı'ndan geçişleri sırasında verilen fener, kurtarma ve kılavuzluk hizmetlerinden ülke ve şehir ekonomisine büyük ölçüde katkı sağlanmaktadır.

İstanbul Boğazı hem balıkların geçiş bölgesi ve üreme alanları olduğu için hem de çok çeşitli bir balık popülasyonuna sahip olduğu için önemli bir yere sahiptir. Boğazda aynı zamanda bir çok kişi de geçiminci yıllardır balıkçılık yaparak kazanmaktadır. Ancak belirli mevsimlerde av yasağı olmasına rağmen balıkların çoğu bu yasağı uymamaktadır.

İstanbul Boğazı Doğal Yaşamı Koruma Vakfı yöneticileri balık sayılandıkları, kuş sayılandıkları ve su kalitesindeki düşüşleri gösteren bir rapor hazırlamaya başlamışlardır. Bu yöneticiler İstanbul Boğazı'ndaki yoğun gemi giriş çıkış trafiğinin ve bu gemilerin çeşitli atıklarının (petrol gibi) İstanbul Boğazı'ndaki ekosisteme zarar verdiği sonucuna varmışlardır. Boğaz yetkilileri gemilerinin derin su kanallarından hareket ettiklerini ve boğazın hassas ekolojik bölgelerine girmediklerini iddia etmişlerdir. Yetkililer, balıkçıları suçlayarak onların boğazda tekne kullanıp balık tutuklarını ifade etmişlerdir.

Yerel yöneticiler ne yapmaları gerektiğine karar vermeye çalışmaktadırlar.

Sosyobilimsel muhakeme boyutu: Karmaşıklık

1. İstanbul Boğazı'ndaki ekosistemin bozulması konusu karmaşık mıdır? EVET/HAYIR

Cevabınız HAYIR ise; İstanbul Boğazı'ndaki ekosistemin bozulması konusunun neden **kolay anlaşılır** olduğunu ifade eden en iyi açıklamayı seçiniz.

- İstanbul Boğazı ekonomisi için önemli olan ürünlerin dağıtımının yapıldığı ekonomik bir merkezdir. Bu nedenle deniz trafiğinin devam etmesinin gerekli olduğu açıktır.
- Balıkçılar baskıya maruz kalmışlardır ve balık tutmak onların hakkıdır.
- İstanbul Boğazı'nı korumak için bütün balıkçılık ve gemi aktivitelerinin durdurulması gerektiği oldukça açıktır.
- İlk başta fikir ayrılıkları olabilir fakat en iyi çözüm için taraflar büyük olasılıkla anlaşmaya varacaklardır.

Cevabınız EVET ise; İstanbul Boğazı'ndaki ekosistemin bozulması konusunun neden **karmaşık** olduğunu ifade eden en iyi açıklamayı seçiniz.

- İstanbul Boğazı'ndaki ekosistemin bozulması konusu karmaşıktır çünkü anlaşılması çok zor olan sağlıklı ekosistemin sürdürülebilmesi ve insan ihtiyaçlarının karşılanması arasındaki etkileşimle ilgilidir.
- İstanbul Boğazı'ndaki ekosistemin bozulması konusu karmaşıktır çünkü insanların doğal alan kullanımını ve bu durumun çevreyi negatif etkilemesi arasındaki hassas dengeyle ilgili birçok boyutu temsil etmektedir.

c.İstanbul Boğazı'ndaki ekosistemin bozulması konusu karmaşıktır çünkü sürecin tüm sonuçlarını (pozitif/-negatif) bilmiyoruz.

2. Sizce İstanbul Boğazı'nda ne yapılması gerektiği ile ilgili problemin çözümü kavuşturulması kolay mıdır? **EVET/HAYIR**
Cevabınız HAYIR ise; İstanbul Boğazı'ndaki ekosistemin bozulması konusunun çözülmesi **neden zordur?**

a.Çünkü çevresel kaygıların dengelemesini, ekonomiyi ve balıkçılık haklarını içermektedir.
b.Çünkü çevre, taşımacılık ve balıkçıların hakları gibi konular karmaşık konulardır.
c.Çünkü bu konu için sınırlı bilgi sunulmuştur. Eğer daha fazla bilgi sunulmuş olsaydı konunun çözümü daha kolay olabilirdi.

Cevabınız EVET ise; İstanbul Boğazı'ndaki ekosistemin bozulması konusunun çözümü **neden kolaydır?**

a.Deniz taşımacılığının devamı ülke ekonomisinin yararına olacağı açıktır ve bu durum balıkçılara zarar veremeyecektir. Bu nedenle deniz taşımacılığı İstanbul Boğazı'nda devam etmelidir.
b.Deniz taşımacılığı sonucu ortaya çıkan atıkların çevresel problemlere sebep olduğu açıktır. Bu yüzden İstanbul Boğazı'nda deniz taşımacılığı durdurulmalıdır.
c.Balıkçılar büyük olasılıkla boğazdaki sorunlara sebep olmaktadır çünkü gemiler kıyıya yakın geçmemektedir. Bu sebeple balıkçılık başka bölgelere yönlendirilmelidir.
d.Bilim insanları bütün konuyu analiz ettikten sonra konunun tüm tarafları için adil olacak bir çözüm üretebileceklerdir.

Sosyobilimsel muhakeme boyutu: Bakış açısı edinme

3. Balıkçıların ve deniz taşımacılığı yapan şirketlerin aynı çözümü önermeleri ne kadar olasıdır?
Balıkçıların ve deniz taşımacılığı yapan şirketlerin aynı çözümü önermeleri **oldukça muhtemeldir**. Balıkçıların ve deniz taşımacılığı yapan şirketlerin aynı çözümü önermeleri **hiç muhtemel değildir**. Neden balıkçıların ve deniz taşımacılığı yapan şirketlerin aynı çözümü önermeleri **oldukça muhtemel** bir durumdur?
a.İki grup muhtemelen iş birliği yapacak ve ortak bir çözüme ulaşacaktır.
b.İlk başta anlaşmazlık olabilir, ama her iki grup çözüm odaklı çalışırsa, aynı temel plana ulaşacaklardır.
c.İlgili tüm tarafların ihtiyaçlarını karşılayan bir çözüm geliştirmek için bağımsız bir uzman grubu çağrılabilir.

Neden balıkçıların ve deniz taşımacılığı yapan şirketlerin aynı çözümü önermeleri **hiç muhtemel değildir?**

a.Balıkçıların ve deniz ticareti yapan şirketlerin farklı öncelikleri vardır.
b.Balıkçıların ve deniz ticareti yapan şirketlerin farklı bilgi kaynaklarına erişimi vardır.
c.Balıkçılar ve deniz ticareti yapan şirketlerin fikir birliğine varmaları için yeterli zamanları yoktur.

4. Çevreci gruplar ve balıkçıların, İstanbul Boğazı'ndaki ekosistemin bozulması konusunda aynı çözümü önermeleri ne kadar olasıdır?
Çevreci gruplar ve balıkçıların aynı çözümü önermeleri **oldukça muhtemeldir**. Çevreci gruplar ve balıkçıların aynı çözümü önermeleri **hiç muhtemel değildir**. Neden çevreci gruplar ve balıkçıların aynı çözümü önermeleri **oldukça muhtemel** bir durumdur?
a.Her iki grubun da doğa hakkında kaygıları vardır böylece **işbirliği** yapıp ortak bir sonuca ulaşmaları olasıdır.
b.Her iki grup çözüm odaklı çalışırsa, aynı temel plana ulaşacaklardır.



b.Tüm taraflar meseleye önyargısız baktırlarsa, İstanbul Boğazı'ndaki gemiciliğin faydalarının potansiyel zararlarından daha fazla olduğunu kolayca fark edecekler.

Neden aldığınız kararda bir ya da daha fazla taraf sizinle **aynı fikirde olmayabilir?**

a.Bazı taraflar, gemiciliğin riskleri ve yararları hakkında uygun bir anlayışa sahip olmadıkları için aynı fikirde olmayacaklar.
b.Bütün taraflara kararımı kabul ettirebilmem pek muhtemel değildir, çünkü kabul etmeleri gemicilikten fayda sağlayıp sağlamayacaklarına bağlıdır.
c.Tüm tarafların, farklı bakış açılarından dolayı, ilk başta hemfikir olmaları pek olası değildir. Ancak, eninde sonunda uzlaşmaya varılacaktır.

8. Deniz taşımacılığını durdurma veya devam etme konusunda aldığınız karar uygulamaya kursa, gemi trafiğinin İstanbul Boğazı'ndaki ekolojik sağlık üzerindeki etkisini incelemeye devam edilmesi için ek fon ve kaynakların kullanılmasını önerir miydiniz?
İstanbul Boğazı'nın ekolojik sağlığı ile ilgili çalışmalara devam edilmesini **önermem**. İstanbul Boğazı'nın ekolojik sağlığı ile ilgili çalışmalara devam edilmesini **önermezsiniz?**
a.Bir karar verilmişse eğer bu konu artık bitmiştir. Bu nedenle veri toplama devam etmeye gerek yoktur.
b.Bir karar verilmiş olması, bu kararı verecek yeterli bilginin bulunduğunu işaret etmektedir. Böylece daha fazla çalışmaya gerek yoktur.

Neden İstanbul Boğazı'nın ekolojik sağlığı ile ilgili çalışmalara devam edilmesini **önerirsiniz?**

a.Ek veriler toplamak, karara katılmayan gruplardan gelen eleştirileri tespit etmeye ve bunlara cevap vermeye yardımcı olacaktır.
b.Ek veriler toplamak büyük olasılıkla ortak bir anlaşmaya yol açacaktır.
c.Ek veriler toplamak, insanlara verdiğimiz kararı tartışmaya ve yeniden değerlendirmeye devam etmesine yardımcı olacaktır.

Sosyobilimsel muhakeme boyutu: Şüphelilik

9. Bir toplantı ile, İstanbul Boğazı Doğal Yaşamı Koruma Vakfı tarafından istihdam edilen bir grup bilim insanı ve İstanbul Boğazı'nda ticaret yapan gemi şirketleri tarafından istihdam edilen bir grup bilim insanı, İstanbul Boğazı'ndaki deniz taşımacılığı ile ilgili uzman görüşlerini sunmuşlardır. Bu iki grubun görüşlerinin benzer olmasını bekler misiniz?
Her iki grup bilim insanı tarafından sunulan görüşler muhtemelen **benzer olacaktır**. Her iki grup bilim insanı tarafından sunulan görüşler muhtemelen **benzer olmayacaktır**. Neden her iki grup bilim insanının görüşleri **benzer olabilir?**
a.Bilim, verilere dayalı nesnel bir süreçtir, bu nedenle her iki grup bilim insanının görüşleri benzer olmalıdır.
b. Her iki grup bilim insanının verileri başlangıçta farklı olsa bile, birbirleriyle veri paylaşımı yaptıktan sonra muhtemelen anlaşmaya varacaklardır.
c.Bilim insanları genelde özel düşüncelerle ilgilenmez ve gerçek bulgulara dayalı bir sonuca ulaşmaya daha çok ilgi duyar. Dolayısıyla, her iki tarafın görüşleri de benzer olacaktır.

Neden her iki grup bilim insanının görüşleri benzer olmayabilir?

a.Gemiciliğin ekosistem sağlığı üzerindeki etkilerinin arındaki ayrıntılar çok yönlü ve anlaşılması zordur. Bu nedenle bilim insanları konuyla ilgili farklı görüşlere sahip olacaklardır.
b. Her iki grup bilim insanının verileri başlangıçta farklı olsa bile, birbirleriyle veri paylaşımı yaptıktan sonra muhtemelen anlaşmaya varacaklardır.

c.İlgili tüm tarafların ihtiyaçlarını karşılayan bir çözüm geliştirmek için bağımsız bir uzman grubu çağrılabilir.

Neden balıkçıların ve deniz taşımacılığı yapan şirketlerin aynı çözümü önermeleri **hiç muhtemel değildir?**

a.Çevreci grupların ve balıkçıların öncelikleri farklıdır.
b.Çevreci grupların ve balıkçıların farklı bilgi kaynaklarına erişimi vardır.
c.Çevreci grupların ve balıkçıların fikir birliğine varmaları için yeterli zamanları yoktur.

Sosyobilimsel muhakeme boyutu: Sorgulama

5. İstanbul Boğazı'nda deniz taşımacılığının devam edip etmemesi konusunda karar vermeniz istenirse, karar vermek için yeterli bilgiye sahip olduğunuzu hissediyor musunuz?
İstanbul Boğazı'nda deniz taşımacılığının devam edip etmemesi konusunda karar vermek için yeterli bilgiye **sahip olduğumu hissediyorum**. İstanbul Boğazı'nda deniz taşımacılığının devam edip etmemesi konusunda karar vermek için yeterli bilgiye **sahip olduğumu hissetmiyorum**. Neden deniz taşımacılığının İstanbul Boğazı'nda devam edip etmemesi konusunda **yeterli bilgi** sahibi olduğunuzu düşünüyorsunuz?
a.Deniz taşımacılığının faydaları risklerinden daha fazladır. Deniz taşımacılığı ekonomiye para kazandırır ve taşımacılık için olanak sağlar. Her ikisi de rahat bir yaşam için önemlidir.
b.Deniz taşımacılığının riskleri potansiyel faydalarından daha fazladır. Deniz taşımacılığı kirliliğe neden olur ki bu durum yerel halkın yaşam kalitesini olumsuz yönde etkiler.
c.İstanbul Boğazı Doğal Yaşamı Koruma Vakfı yöneticileri tarafından yapılan araştırmalar ekosistemdeki bozulmaya işaret etmektedir, bu yüzden verilecek karar oldukça açıktır.

Neden deniz taşımacılığının İstanbul Boğazı'nda devam edip etmemesi konusunda **yeterli bilgi** sahibi olmadığınızı düşünüyorsunuz?

a.Herkesin farklı verileri vardır. Deniz taşımacılığı yapan şirketler, balıkçılar ve İstanbul Boğazı Doğal Yaşamı Koruma Vakfı Yöneticileri uygun verilerin ne olduğu konusunda hemfikir olup, bu verileri daha tarafsız bir şekilde toplarlarsa, karar vermek için yeterli bilgiye ulaşmış olacaktır.
b.İstanbul Boğazı'ndaki deniz taşımacılığının arındaki ekonomik ve bilimsel ayrıntılardan emin değilim ve bu yüzden karar vermeden önce daha fazla okuma yapmalıyım.
c.İstanbul Boğazı'ndaki deniz taşımacılığının uzun vadeli riskleri ve yararları net değildir ve bir karar alınmadan önce daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır.
d.İstanbul Boğazı'ndaki deniz taşımacılığının ekosistemin bozulmasında olumlu ya da olumsuz etkisinin ne olduğu halen net değildir. Bu karar alınmadan önce bu durum netleştirilmelidir.

6. Yukarıda verilen metindeki bilgilere dayanarak İstanbul Boğazı'ndaki deniz trafiğinin devam edip etmeyeceğini karar vermeniz istenseydi ne karar verirdiniz?

a. Deniz trafiğini **durdur**.
b. Deniz trafiğine **devam et**.

7. Balıkçılar, deniz taşımacılığı şirketleri ve İstanbul Boğazı Doğal Yaşamı Koruma Vakfı Yöneticilerinin verdiğiniz karara katılacaklarını düşünüyor musunuz?

Bütün tarafların kararımı kabul **edebileceğini düşünüyorum**. Bir veya daha fazla tarafın kararımı kabul **etmeyeceğini düşünüyorum**. Neden bütün tarafların kararınızı **kabul edeceğini** düşünüyorsunuz?
a.Bütün taraflar meseleye önyargısız baktırlarsa, İstanbul Boğazı'ndaki deniz taşımacılığının faydadan daha fazla zarara neden olduğunu kolayca fark edecekler.

c.İstanbul Boğazı Doğal Yaşamı Koruma Vakfı ve İstanbul Boğazı'nda ticaret yapan gemi şirketleri, kendi fikirleri ile uyumlu görüşlere sahip bilim insanlarını istihdam edecektir, bu nedenle farklı bilim insanları farklı görüşler sunacaklardır.

10. İstanbul Boğazı'ndaki gemi trafiğinin şüpheli etkileri konusundaki eleştirilere yanıt olarak, gemi ticareti yapan şirketler kârının bir kısmıyla, bölgedeki ekosistem ile ilgili veri toplamak ve bölge halkına düzenli raporlar sunmak üzere bir grup bilim insanı istihdam etmeyi önermiştir. Balıkçılar da ayrıca ekosistemin durumunu izlemesi için farklı bir grup bilim insanı istihdam etmeye karar vermiştir. Bu iki bilim insanı grubunun bulgularının benzer mi veya farklı mı olmasını beklersiniz?
İki bilim insanı grubunun bulgularının **aynı** olmasını beklerim.
İki bilim insanı grubunun bulgularının **farklı** olmasını beklerim.

Neden iki bilim insanı grubunun bulgularının **aynı** olmasını beklersiniz?

a.Bilim doğru bir şekilde yapıldıysa, bulgular da aynı olurdu; çünkü bilim, objektif bir süreçtir.
b.Bilim insanları ilk başta farklı bulgulara sahip olabilir, ancak üzerine konuştuktan sonra muhakkak uzlaşmaya varırlar.
c. Her iki bilim insanı grubu da aynı ekosistemi inceleyecek, bu nedenle benzer sonuçlar alacaktır.
Neden iki bilim insanı grubunun bulgularının **farklı** olmasını beklersiniz?
a.İki grup bilim insanı, farklı bakış açılarını desteklemek için veri topluyor olacak, bu nedenle bulgular muhtemelen farklı olacaktır.
b.Deniz taşımacılığı yapan şirketleri zengin olduğundan daha iyi bilim insanları istihdam edecektir ve bu nedenle verileri muhtemelen daha güvenilir olacaktır.
c.Bulgular farklı olabilir, çünkü her bilim insanı grubu farklı yöntemler kullanabilir.

11. Prestijli bir üniversitedeki deniz ekolojisti, İstanbul Boğazı'ndaki ekosistem bozulması ile gemi trafiği sonucu ortaya çıkan kimyasalların ilişkili olduğunu onaylayan bir makaleyi oldukça iyi bir dergide yayınlamıştır. Bunun tartışmayı değiştireceğini düşünüyor musunuz?

Yeni bulguların tartışmayı **değiştirmesini beklerim**. Yeni bulguların tartışmayı **değiştireceğini beklemem**. Neden bu bulguların tartışmayı **değiştirmesini beklemesiniz?**
a.Bu bulgular İstanbul Boğazı Doğal Yaşamı Koruma Vakfı tarafından zaten teyit edildiğinden çalışma gereksizdir.
b.Karşı görüşlü gruplar zaten inançlarını içselleştirmişlerdir ve bu nedenle görüşlerini değiştirebilecek ek verileri dikkate alması pek muhtemel değildir.
c.Bu açıklamayı yapan bilim insanları doğrudan tartışmada yer almayan yabancılar ve bu nedenle tarafların bulguları dikkate alması pek olası değildir.

Neden bu bulguların tartışmayı **değiştirmesini beklersiniz?**

a.Bu yeni bulgular değerlendirildikten sonra, her iki tarafın da gemi trafiğinin İstanbul Boğazı'ndaki ekosistemi etkilediğine neden olduğunu ve bu durumu düzeltmek için hareket geçilmesi gerektiğini kabul etmesi muhtemeldir.
b.Gemi trafiğine karşı taraflar bu bulguları, konularının güçlendirmek ve tartışmaya ilgili genel görüşleri etkilemek için kullanacaklardır.
c.Karşı görüşler büyük olasılıkla raporu farklı yorumlayarak, tartışmayı çözümden uzaklaştıracaklardır.

Ek 2: Değerleri Belirleme Testi

Ad-Soyad: Özkan

DEĞERLERİN BELİRLENMESİ TESTİ

SOSYAL PROBLEMLER HAKKINDAKİ DÜŞÜNCELER

Bu anketin amacı, insanların sosyal problemler hakkında ne düşündüğünü bulmaktır. Buradaki problemler hakkında, farklı insanlar genellikle farklı düşüncelere sahiptirler; matematik sorularına verilen doğru cevaplar gibi ‘kesin doğru’ cevaplar yoktur. Sizden birkaç hikayedeki problemler hakkında ne düşündüğünüzü anlatmanızı bekliyoruz.

Aşağıda örnek bir hikaye ve örnek cevaplar görmektesinizdir.

Fikret Bey, bir araba almayı düşünmektedir. Evlidir, iki küçük çocuğu ve ortalama bir geliri vardır. Alacağı araba, ailesinin ilk arabası olacaktır. Araba çoğunlukla işe gitmek ve şehirde dolaşmak, bazen de kısa seyahatler yapmak için kullanılacaktır. Ne tür bir araba alacağına karar vermeye çalışırken, Fikret Bey göz önüne alması gereken pek çok sorunun farkına varır. Aşağıda bu sorulardan bazılarının listesi bulunmaktadır.

Eğer siz Fikret Bey olsaydınız, aşağıdaki soruların her biri, hangi arabayı alacağınızı belirlemede ne kadar önemli olacaktı?

Problemin önem derecesi					
Büyük	çok	biraz	az	hiç	
				√	1. Araba satıcısının Fikret Beyle aynı mahallede oturup oturmadığı (Diyelim ki bu konu sizin için hiç de önemli değil. O zaman sol taraftaki kutulardan ‘ Hiç ’ in altına bir işaret koyacaksınız)
√					2. Kullanılmış bir arabanın, uzunuzun vadede yeni bir arabadan daha ekonomik olup <u>olmayacağı</u> (Araba alırken bu sorunun en önemli sorunlardan olduğunu düşündüğümüzü varsayalım bu durumda en soldaki ‘ Büyük ’ kutusunun altına bir işaret koyacaksınız.)
		√			3. Arabanın renginin, Fikret Bey in favori rengi olan yeşil olup <u>olmadığı</u> (Bunun ‘ biraz ’ önemi olduğunu düşünelim
				√	4. Santimetre küp kaymasının en azından 2000 olup olmadığı (Santimetre küp kayması <u>100</u> ne demek olduğundan emin değilseniz ‘ Hiç ’ kutusunu işaretleyeceksiniz.
√					5. Geniş, ferah bir arabanın küçük bir arabadan daha iyi olup olmayacağı (Bunun sizin için ‘ Büyük ’ önemi olduğunu düşünelim
				√	6. <u>Ön menşelerin</u> entegre olup olmadığı (Size saçma gelen bir cümle olduğunda ‘ hiç ’ kutusunu işaretleyeceksiniz.

Yukarıdaki soru listesinden en önemlisini seçiniz. En önemli sorunun numarasını aşağıda, en üste yazınız. İkinci, üçüncü, dördüncü önemli seçenekler için de aynı şeyi yapınız. (En önemli seçeneklerin en soldaki kutularda işaretli olanlardan seçildiğine dikkat ediniz. 2. Ve 5. Soruların büyük önemi olduğu düşünülmüştür, en önemlisinin hangisi olduğuna karar verirken 2. Ve 5. Sorular yeniden okunacak ve ikisinden biri en önemli olarak seçilecektir. Diyelim ki 5. Nin en önemli olduğunda karar verdiniz, o zaman ‘En önemli’ bölümüne 5 yazacaksınız. Sonra da diğeri, ikinci önemli bölümüne yazılacak ve böyle devam edecektir.

En Önemli ...5.....
 İkinci önemli...3.....
 Üçüncü önemli...1.....
 Dördüncü önemli...6.....

HASAN VE İLAÇ

Kasabanın birinde bir kadın özel bir kanser türü yüzünden ölmek üzereydi. Doktorlara göre onu kurtarabilecek tek ilaç vardı. Bu ilaç aynı kasabadaki bir eczacının yakınlarda keşfettiği bir ilaçtı. İlaçın yapımı pahalıya mal olmuştu, ancak eczacı maliyetin on katı kadar para talep ediyordu. Ham maddesi için 200 dolar ödemişti., küçük bir dozda ilaç içinse 2000 dolar istiyordu. Hasta kadının kocası Hasan, borç para alabilmek için tanıdığı herkesi gitti, fakat sadece 1000 dolar toplayabildi ki bu istenen paranın ancak yarısı kadardı. Hasan eczacıya karısının ölmek üzere olduğunu anlattı ve ondan ilacı ~~ucuzlasatmasını~~ veya parayı daha sonra ödemesi için kolaylık göstermesini rica etti. Fakat, eczacı, “Hayır, bu ilacı ben ~~hıldım~~ ve bundan para kazanacağım.” Diye karşılık verdi. Böylece Hasan umutsuzluğa kapıldı ve gizlice eczacının dükkanına girmeyi ve karısı için ilacı çalmayı düşünmeye başladı.

Hasan ilacı çalmalı mı? (Seçeneklerden birini işaretleyiniz.)

 Çalmalı Karar veremiyorum. Çalmamalı

Problem Her Birinin Önem Derecesi:				
Büyük	Çok	Biraz	Az	Hiç
				1- Kanunlara uyulup uyulmayacağı
				2- Karısını seven bir kocanın, karısı için hırsızlık yapacak kadar endişelenmesi doğal değil midir?
				3- İlaç çalmanın faydası dokunabileceği ihtimaline karşılık olarak, Hasan bir soyguncu gibi vurulmaya ya da hapse girmeyi göze almaya razı mı?
				4- Hasan'ın profesyonel bir güreşçi olup olmadığı veya güreşçiler üzerine etkisinin bulunup bulunmadığı
				5- Hasan'ın kendisi için mi yoksa yalnızca başka birine yardım etmek için mi hırsızlık yaptığı
				6- Eczacının keşfinin haklarına saygı gösterilmeli mi?
				7- Yaşamın özünün toplumsal ve bireysel açıdan ölümün getirdiği nihayete göre daha kapsamlı olup olmadığı
				8- İnsanların birbirlerine karşı nasıl davranacaklarını belirlemek için hangi değerlerin temel alınacağı
				9- Eczacının, yalnızca zenginleri koruyan değersiz bir kanunun arkasına sığınmasına izin verilip verilmeyeceği
				10- Bu olayda, yasaların toplumdaki herhangi bir bireyin en temel hakkına engel teşkil edip etmediği
				11- Eczacının böylesine açgözlü ve zalim olması nedeniyle soyulmayı hak edip etmediği
				12- Böyle bir durumda hırsızlığın tüm toplumun iyiliğine olup olmayacağı

Yukarıdaki soru listesinden en önemli dört tanesini seçiniz.

En önemli -----
 İkinci önemli -----
 Üçüncü önemli -----
 Dördüncü önemli -----

KAÇAK MAHKUM

Adamın biri on yıllık bir hapse mahkum olmuştu. Nasıl olduysa, bir yıl sonra hapisten kaçmayı başardı, uzakta bir şehre yerleşti ve Mahmut ismini kullanmaya başladı. Sekiz yıl boyunca çok çalıştı ve zamanla kendi işini açacak kadar sermaye biriktirdi. İşinde müşterilerine karşı adildi, çalışanlarına dolgun ücret veriyor ve karının büyük kısmını hayır işlerine harcıyordu. Bir gün, eski bir komşusu olan Zeynep Hanım, onun sekiz yıl önce hapisaneden kaçmış olan ve polis tarafından aranan bir mahkum olduğunun farkına vardı.

Zeynep Hanım, Mahmut Bey'i polise ihbar edip onu hapse attırmalı mı? (Seçeneklerden birini işaretleyiniz.)

... .İhbar etmeli

.....Karar veremiyorum

... .İhbar etmemeli

Problemin Her Birinin Önem Derecesi:					
Büyük	Çok	Biraz	Az	Hiç	
					1- Mahmut Bey, aslında kötü bir insan olmadığını ispatlayacak kadar uzun süre, iyi davranmamış mıdır?
					2- Bir suçun cezalandırılmasından kaçan her bir kimse, sadece daha çok suçun işlenmesini teşvik etmez mi?
					3- Hapishane ve kanun sistemlerinin zulümleri olmaksızın daha mutlu olmaz mıydık?
					4- Mahmut Bey, topluma olan borcunu gerçekte ödemiş midir?
					5-Toplum, Mahmut Beyin haklı beklentilerini yerine getiremeyecek mi?
					6- Hapishanelerin, toplum bir yana, özellikle hayırsever bir insana ne faydası olacaktır?
					7- Bir insan, nasıl Mahmut Beyi hapse gönderecek kadar kalpsiz ve zalim olabilir?
					8- Eğer Mahmut Bey serbest kahrırsa bu, cezalarının hepsini tamamlamakta olan mahkumlara karşı adil olur mu?
					9- Zeynep Hanım, Mahmut Beyin yakın bir arkadaşı mıdır?
					10- Koşullar ne olursa olsun, kaçak bir suçluyu ihbar etmek her vatandaşın görevi değil midir?
					11- Halkın iradesine ve toplumun yararına en iyi nasıl hizmet edilir?
					12- Hapse dönmek, Mahmut Beyin yararına mı olacak ya da herhangi birinin korunmasını sağlayacak mı?

Yukarıdaki soru listesinden, en önemli dört tanesini seçiniz.

En önemli -----
 İkinci önemli -----
 Üçüncü önemli -----
 Dördüncü önemli -----

FARUK BEY

Faruk Bey, bir tamir istasyonunun sahibi ve yöneticisiydi. Kendisine yardımcı olabilecek başka bir teknisyen daha tutmak istiyordu, fakat iyi bir teknisyen olarak bulabildiği tek kişi, Zeki Beydi, ancak o da çingeneydi. Faruk Bey, çingenelere karşı olmadığı halde, Zeki Beyi tutmaya çekiniyordu, çünkü pek çok müşterisi çingenelerden hoşlanmıyordu. Zeki Bey, istasyonda çalıştığı takdirde, Faruk Bey müşterilerini kaybedebilirdi.

Zeki Bey, Faruk Beye işe alınıp alınmadığını sorduğunda Faruk Bey, ona başka birini tuttuğunu söyledi. Fakat Faruk Bey, gerçekte kimseyi işe almamıştı, çünkü Zeki Beyden başka iyi bir teknisyen bulamamıştı.

Faruk Bey ne yapmalıydı? (Seçeneklerden birini işaretleyiniz.)

...İşe almalıydı Karar veremiyorum İşe almamalıydı

Problem Her Birinin Önem Derecesi:					
Büyük	Çok	Biraz	Az	Hiç	
					1- Bir işyeri sahibinin kendi iş kararlarını verme hakkına sahip olup olmadığı
					2- İşe alma konusunda ırk ayrımını yasaklayan bir kanun olup olmadığı
					3- Faruk Beyin, Zeki Beyi işe almaması çingenelere karşı olan önyargısından mı kaynaklanıyor?
					4- İş açısından, iyi bir teknisyeni işe almanın mı yoksa müşterilerinin isteklerini dikkate almanın mı daha yararlı olacağı
					5- Toplumsal roller açısından hangi bireysel farklılıklar daha önemli olmalıdır?
					6- Açgözlü ve rekabetçi kapitalist sistemin tamamen terk edilip terk edilmemesi gerektiği
					7- Faruk Beyin çevresindeki insanların çoğunluğunun müşterileri gibi mi hissettiği yoksa ırk ayrımına karşı mı olduğu
					8- Aksi taktirde toplum dışına atılacak olan Zeki Bey gibi kişilerin yeteneklerinden faydalanıp faydalanılamayacağı
					9- Zeki Beyi işe almayı reddetmesi, Faruk Beyin kendi ahlaki görüşleriyle tutarlı olacak mıdır?
					10- Faruk Bey, Zeki Bey için işin ne kadar önemli olduğunu bilerek ona işi vermeyi reddedecek kadar katı kalpli biri olabilir mi?
					11- 'Başkalarının iyiliğini düşün' kuralının bu olayda geçerli olup olmadığı
					12- Eğer bir insanın yardıma ihtiyacı varsa, ondan karşılık olarak ne alınacağı düşünülmeden yardım edilmeli midir?

Yukarıdaki soru listesinden, en önemli dört tanesini seçiniz.

En önemli -----
 İkinci önemli -----
 Üçüncü önemli -----
 Dördüncü önemli -----

Ek 3: Epistemolojik İnanç Ölçeği

Sevgili öğrenci,

Bu ankete vereceğiniz cevaplar epistemolojik inançlarınızı incelemeyi amaçlayan bir araştırma için kullanılacaktır. Her bir ölçeğin puanlamasında ifadelerde anlaşılmayan bir yer var ise araştırmacıya danışınız. Kesinlikle **Katılmıyorum** ile Kesinlikle **Katılıyorum** ifadelerine **dikkat** ediniz. Sizi teşhir edecek hiçbir kişisel veri alınmadığı için işaretlemelerinizi rahatlıkla ve içtenlikle yapmanızı rica eder, katılımınız için teşekkür ederim.

Esengül KANTEKİN

Cinsiyetiniz: ☐ Erkek ☐ Kız

EPİSTEMOLOJİK İNANÇ ÖLÇEĞİ	Kesinlikle katılmıyorum	Katılmıyorum	Kararsızım	Katılıyorum	Kesinlikle katılıyorum
1. Tüm insanlar, bilim insanlarının söylediklerine inanmak zorundadır.					
2. Bilimde, bütün soruların tek bir doğru yanıtı vardır.					
3. Bilimsel deneylerdeki fikirler, olayların nasıl meydana geldiğini merak edip düşünerek ortaya çıkar.					
4. Günümüzde bazı bilimsel düşünceler, bilim insanlarının daha önce düşündüklerinden farklıdır.					
5. Bir deneye başlamadan önce, deneyle ilgili bir fikrinizin olmasında yarar vardır.					
6. Bilimsel kitaplarda yazanlara inanmak zorundasınız.					
7. Bilimsel çalışma yapmanın en önemli kısmı, doğru yanıtı ulaşmaktır.					
8. Bilimsel kitaplardaki bilgiler bazen değişir.					
9. Bilimsel çalışmalarda düşüncelerin test edilebilmesi için birden fazla yol olabilir.					
10. Fen Bilgisi dersinde, öğretmenin söylediği herşey doğrudur.					
11. Bilimdeki düşünceler, konu ile ilgili kendi kendinize sorduğunuz sorulardan ve deneysel çalışmalarınızdan ortaya çıkabilir.					
12. Bilim insanları bilim hakkında hemen hemen her şeyi bilir, yani bilinecek daha fazla bir şey kalmamıştır.					
13. Bilim insanlarının bile yanıtlayamayacağı bazı sorular vardır.					
14. Olayların nasıl meydana geldiği hakkında yeni fikirler bulmak için deneyler yapmak, bilimsel çalışmanın önemli bir parçasıdır.					
15. Bilimsel kitaplardan okuduklarınızın doğru olduğundan emin olabilirsiniz.					
16. Bilimsel bilgi her zaman doğrudur.					
17. Bilimsel düşünceler bazen değişir.					
18. Sonuçlardan emin olmak için, deneylerin birden fazla tekrarlanmasında fayda vardır.					
19. Sadece bilim insanları, bilimde neyin doğru olduğunu kesin olarak bilirler.					
20. Bilim insanının bir deneyden aldığı sonuç, o deneyin tek yanıtıdır.					
21. Yeni buluşlar, bilim insanlarının doğru olarak düşündüklerini değiştirir.					
22. Bilimdeki, parlak fikirler sadece bilim insanlarından değil, herhangi birinden de gelebilir.					
23. Bilim insanları bilimde neyin doğru olduğu konusunda her zaman hemfikirlerdir.					
24. İyi çıkarımlar, birçok farklı deneyin sonucundan elde edilen kanıtlara dayanır.					
25. Bilim insanları, bilimde neyin doğru olduğu ile ilgili düşüncelerini bazen değiştirirler.					
26. Bir şeyin doğru olup olmadığını anlamak için deney yapmak iyi bir yoldur.					

Ek 4: Argümantasyon Senaryoları

Ad-Soyad:

YAZILI ARGÜMANTASYON BECERİLERİ ANKETİ

Aşağıdaki anket soruları Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Eğitimi Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Programında Yazılı Argümantasyon Becerileri hakkında veri toplamak amacıyla oluşturulmuştur. Esengül KANTEKİN

ÖRNEK: Aşağıda bir argümantasyon örneği verilmiştir.

Sigara içmeyi bırakmalısın (iddia).

Çünkü sigara içmek kansere yol açar (veri).

Böyle düşünmemin nedeni, kanser hastalığı olan insanların ölmesi daha olasıdır (gerekçeyi). Bu görüşümü destekleyen başka bir kanıt ise, birçok bilimsel araştırma bunu kanıtlamıştır (destekleyiciyi).

Argümantasyon 1

Egemen bey son dönemlerde artan kiloları nedeniyle diyet yapmaya karar vermiştir. İnternette hızlı ve sağlıklı kilo verdiğini iddia eden birçok kişinin glutensiz diyet yaptığını okumuştur. Gluten tahılların yapısında bulunan bir çeşit proteindir. Gluten başta buğday olmak üzere tahıllarda bulunur. Glutensiz gıdaların başında ise pirinç, patates, meyve ve sebzeler gelmektedir. Glutensiz beslenme çölyak gibi gluten alerjisi olan hastalara doktorlar tarafından önerilmektedir. Araştırmalar glutensiz beslenmenin birçok sağlık probleminin önleyicisi ve tedavi edicisi olduğu ortaya çıkarmıştır. Glutensiz ürünlerin standart ürünlerden daha sağlıklı olduğuna inanılması, çoğu kişi için glutensiz beslenme yönünde önemli bir motivasyon oluşturmaktadır. Bazı glutensiz ürünler standart ürünlere göre daha yüksek enerji ve yağ içerebilmektedir. Çölyak hastası bireylerin glutensiz beslenmeye geçtiklerinde bu nedenle kilo aldıkları düşünülmektedir. Literatürde kilo kontrolü ve gluten ilişkisi hakkında çelişkili çalışma sonuçları bulunsa da, glutensiz diyetin bazı sağlık problemlerinde olumlu etkileri olduğu kanıtlanmıştır.

1-Sağlıklı bir birey için “Glutensiz Diyet” ile ilgili ne düşünüyorsunuz? İşaretleyiniz. Glutensiz Diyet sağlık açısından olumludur.

Glutensiz Diyet sağlık açısından olumsuzdur.

Lütfen neden bu cevabı verdiğinizi sebepleriyle açıklayın.

2- Arkadaşınız varsayın ki sizin verdiğiniz cevabın tam tersini söylüyor. Arkadaşınızın cevabı ne olurdu? Arkadaşınız sizce neye dayanarak bu cevabı vermiş olabilir açıklayınız.

3- Arkadaşınızın cevabına karşılık sizin düşüncenizin daha doğru olduğunu düşünüyorsunuz. Arkadaşınızı ikna etmek için neler söylediniz nedenleriyle birlikte açıklayınız.

4-Diyet konusunda Egemen beye ne gibi bir karar almasını önerirsiniz cevabınızı nedenleriyle açıklayın.

Argümantasyon 2

Özge hanım küçük kızı Öykü'nün beslenmesine oldukça dikkat etmektedir. Tavuk tüketmeyi çok seven Öykü için annesi Özge hanım tavuk alırken oldukça seçici davranmaktadır. Özge hanım markete tavuk almak için gittiğinde rafta 3 farklı tavuk çeşidi olduğunu görmüştür. Bunlardan ilki geleneksel yöntemlerle tavuk çiftliklerinde üretilen tavuklardır. Raftaki diğer tavuk ise serbest gezen tavuklardır. Üçüncü seçenek ise organik tavuktur. Marketteki fiyatlara bakıldığında en pahalı tavuğun organik tavuk, en ucuzunun da tavuk çiftliğinde yetiştirilen tavuktur. Özge hanımın bir diğer seçeneği ise pazarda kendi tavuklarını satan Ali amcanın köy tavuğudur. Tavuk alırken farklı seçeneklerin olması Özge hanımı düşündürmektedir.

5- Siz hangi tavuğu tercih edersiniz? İşaretleyin

Geleneksel tavuk

Gezen tavuk

Organik tavuk

Köy tavuğu

6- Özge Hanım sizin tercih ettiğiniz tavuktan başka bir tavuğu almayı tercih etti. Bu tercihi ne olabilir? Özge Hanımın o tavuğu tercih etme nedeni neler olabilir yazınız?

7- Sizin tercihinizin en doğrusu olduğunu düşünüyorsunuz. Özge Hanımı sizin düşüncenizin doğru olduğuna nasıl ikna edersiniz? Açıklayın.

Argümantasyon 3

Türler arasında organ nakli için çalışmalar yapan bilim insanları, domuzdan aldıkları ve bir ~~babuna~~ naklettikleri kalbi iki buçuk yıl çalıştırmayı başardı. Amerikalı ve Alman bilim insanları tarafından ortaklaşa yapılan çalışmada, domuz kalbini reddetmemesi için ~~babunun~~ genlerinde değişiklik yapıldı. Bağışıklık baskılayıcı ilaç kullanıldı. Domuz kalbi nakledilen ~~babunların~~ ortalama 298 gün hayatta kaldığına işaret eden bilim insanları, bir ~~babunun~~ 945 gün sağlıklı yaşam sürdüğüne dikkat çekti. Ayrıca domuzların kalbinin insanlarınkine benzediğini ve hastalık bulaşması bakımından daha düşük riskli olup, hızlı olgunlaştığını dile getirdi.

8- Hastalığınızdan dolayı kalp nakli yapılması gerekseydi domuzdan alınan kalbin size nakledilmesi konusunda kararınız ne olurdu?

9- Bu kararınızı verme sebebinizle ilgili gerekçeler sunmanız istenirse kanıtlarınız neler olabilir?

10- Eğer bir arkadaşınız sizin bu düşüncenize katılmıyorsa onu ikna etmek için neler söylediniz?

11- Sizin düşüncenize katılmayan bu arkadaşınızın düşüncesi veya gerekçesi neler olabilir?

Argümantasyon 4

Son yıllarda yapılan araştırmalar ailelerin aşı programlarına olan karşıtlığının arttığını göstermektedir. Aşılama programları, aşı ile önlenabilir bulaşıcı hastalıkları engellemeyi, dolayısıyla bu hastalıkların neden olduğu ölümleri ya da kalıcı hasarları önlemeyi amaçlar. Aşılama yoluyla bireysel bağışıklık sağlanır. Kişiler hastalıktan korunurken toplumsal bağışıklıkta sağlanmış olur. Aşı karşıtı ailelerin bu tavrı takınmasındaki en büyük etkenlerden biri yurtdışından gelen aşıların içeriği ve bu içeriklerinin vücutta birikmesidir. Bir diğer etken ise ilaç firmalarının aşılarla yönelik maddi kaygıları ve tutumlarıdır.

12- Aşı konusunda siz ne düşünüyorsunuz? Evet, aşı yapılmalı Hayır, aşı yapılmamalı Lütfen neden bu cevabı verdiğinizizi sebepleriyle yazın.

13- Arkadaşınız sizin verdiğiniz cevabın tam tersini söylüyor. Arkadaşınızın cevabı ne olurdu? Arkadaşınız neye dayanarak bu cevabı vermiştir, açıklayınız.

14- Arkadaşınızın söylediklerine karşı sizin düşüncenizin doğru olduğunu düşünün. Arkadaşınızı ikna etmek için neler söylediniz? Nedenleriyle birlikte yazınız.

15- Bebeğine aşı yaptıırıp yaptırmama konusunda kararsız kalan bir aileye ne önerirsiniz ? Cevabınızı nedenleriyle birlikte açıklayınız.

Ek 5: Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu

Modelleme Süreci Öğrenci Görüşme Formu

Bu görüşmeyi sizin biyoloji dersinde yapılan uygulamayı ne derece eğitici ve öğretici bulduğunuzu belirlemek amacıyla yapmaktayız. Görüşmeden elde edeceğim verilerin sizin biyoloji dersinden alacağınız nota hiçbir etkisi yoktur, yalnızca biyoloji dersini alan öğrencilerin bilimsel modelleme süreci hakkındaki genel görüşleri olarak değerlendireceğim. Görüşmenin yaklaşık olarak 20 - 25 dakika süreceğini tahmin ediyorum. Katılımınız için şimdiden çok teşekkür ederim...

Esengül KANTEKİN

1. Canlılar Alemi ünitesi kapsamında yaptığımız çalışmaları genel olarak nasıl bulduğunuzu açıklar mısınız?

2. Etkinlikleri yaparken hoşunuza giden veya gitmeyen yönler var mıydı? Varsa bunları söyleyebilir misiniz?

3. Modelleme süreci hakkında ne düşünüyorsunuz?

4. Yapılan uygulamalar, bilime ilişkin düşüncelerinizi etkiledi mi? Nasıl?

5. Yaptığınız uygulamaların bilimsel olup olmamasına ilişkin düşünceleriniz nelerdir?

6. Model geliştirme ve test etme süreçlerinde yaşadığınız zorluklar nelerdi?

7. Biyoloji derslerinin bu tarz uygulamalar ile işlenmesini ister misiniz? Neden?

8. Diğer ders ve ünitelerde de bu tarz uygulamaların olmasını tercih eder misiniz? Neden?

9. Modelleme sürecini öğrenmenin ve kullanmanın günlük yaşantınıza herhangi bir katkısı oldu mu? Olduysa örneklerle açıklayabilir misiniz?

Katılımınız için çok teşekkür ederim...

Ek 6: Öğrenci Günlüğü

ÖĞRENCİ GÜNLÜK TASLAĞI

A) Etkinliğin konusu:

B) Etkinliğin içeriğini kısaca şu şekilde anlatabilirim:

C) Etkinliğin;

Sevdiğim tarafları

Sevmediğim tarafları

1.

1.

D) Etkinliğin beni zorlayan tarafları;

E) Etkinliğin bana fayda sağlayacağı noktalar;

F) Etkinlik sürecini kendi açımdan şu şekilde değerlendirebilirim;

G) Etkinlik süreci ile ilgili düşüncelerim;

Ek 7: Modelleme Etkinlikleriyle Zenginleştirilmiş SBK Öğretimi Ders Planı

Modelle zenginleştirilmiş SBK tabanlı öğretimin uygulandığı sınıf için örnek ders planı

ÜNİTE: Canlılar Dünyası

KONU: Canlı Âlemleri ve Özellikleri

KAZANIM:

9.3.2.2. Canlıların biyolojik süreçlere, ekonomiye ve teknolojiye katkılarını örneklerle açıklar. Canlılardan esinlenilerek geliştirilen teknolojilere örnekler verilir.

9.3.2.3. Virüslerin genel özelliklerini açıklar.

a. Virüslerin biyolojik sınıflandırma kategorileri içine alınmamasının nedenleri üzerinde durulur.

b. Virüslerin insan sağlığı üzerine etkilerinin kuduz, hepatit, grip, uçuk ve AIDS hastalıkları üzerinden tartışılması sağlanır. Virütik hastalıklara karşı alınacak önlemler vurgulanır.

c. Virüslerin genetik mühendisliği alanında yapılan çalışmalar için yeni imkânlar sunduğu vurgulanır.

AY/HAFTA/DERS SAATİ: Haziran-1. hafta- 2 ders saati

UYGULAMA

- a) **Öğrenme-öğretme yöntem ve teknikleri:** Anlatım, soru cevap, video, diyagram çizimi, tartışma, beyin fırtınası,
 - b) **Kullanılan Eğitim Teknolojileri-Araç, Gereçler ve Kaynakça:** Su, bardak, yağ, sıvı sabun, karıştırma çubuğu, biyoloji 9. Sınıf ders kitabı, <https://www.vox.com/science-and-health/2020/3/11/21173187/coronavirus-covid-19-hand-washing-sanitizer-compared-soap-is-dope> deney videosu
 - c) **Vurgulanan/Tartışılan Konular:** Virüslerin biyolojik sınıflandırma kategorileri içine alınmamasının nedenleri üzerinde durulur. Virüslerin insan sağlığı üzerine etkilerinin kuduz, hepatit, grip, uçuk, AIDS ve Coronavirüs hastalıkları üzerinden tartışılması sağlanır. Virütik hastalıklara karşı alınacak önlemler vurgulanır.
 - d) **Öğretme-Öğrenme Etkinlikleri:** <https://www.vox.com/science-and-health/2020/3/11/21173187/coronavirus-covid-19-hand-washing-sanitizer-compared-soap-is-dope> “Sabun Coronavirüsü Nasıl Öldürür” başlıklı videoyu videosunun izlenmesi, aşağıdaki çerçeve odağında diyagram çizimi
1. Basamak: Basamak: Uygulayıcı öğrencilere haftalık konunun sadece başlığını açıklayarak konuya yönelik kavram haritaları oluşturmasını öğrencilerden istenecektir. Tamamlanan kavram haritaları toplanmıştır.
 2. Basamak: Öğrencilerin konu hakkında ilk düşüncelerinin gelişmesi ve yapılacak modelleme etkinliğine yönelik başlangıç düşüncelerinin oluşması için konuya yönelik düşüncelerini paylaşması sağlanır.
 3. Basamak: Öğrencilere “Sabun Coronavirüsü Nasıl Öldürür” başlıklı video izletilir.
 4. Basamak: Öğrencilerin su ve sıvı yağ bir bardakta karıştırması sağlanır. Ardından sıvı sabun eklenerek karıştırılması istenir. Sabun eklemekten önce ve ekledikten sonraki öğrenci gözlemleri alınır. Sabunun yağı ve suyu nasıl karıştırdığına dair beyin fırtınası yaptırılır.
 5. Basamak: Aşağıda yer alan tablonun yer aldığı tablo öğrencilere dağıtılır.

Tablo 1
Sabunun virüsü nasıl öldürdüğüne ilişkin modelleme etkinliği

1) Koronavirüsün bir şeklini çizin. Aşağıdaki yapıları gösteriniz: Protein Yağ Genetik materyal	
2) Sadece su ile yıkamak virüsü yok etmek için yeterli mi? Değilse neden? Virüsün hangi yapısı bunu engelliyor?	
3) Bir sabun molekülünün şeklini çizin. Aşağıdaki yapıları gösteriniz: - Hidrofilik kısım (su çeken) - Hidrofobik kısım (yağ çeken)	
4) Sabun, yağ ile suyun karışmasına nasıl yardımcı oluyor? Bunu gösteren bir şekil çizin. Aşağıdaki yapıları gösteriniz: - Sabun molekülü - Sıvı yağ - Su	
5) Sabun, koronavirüs gibi bir virüsle temas ettiğinde ne olur?	
6) Ellerinizi 20 saniye boyunca yıkadığınızdan emin olmak neden önemlidir?	
7) Sabunun el dezenfektanına göre avantajları nelerdir?	

6. Basamak: Öğrenciler uygulayıcının rehberliğinde video ve modelleme etkinliğini gerçekleştirirler (Tablo 1). Bu aşamada öğrenciler yapılacak olan etkinliği başlangıç düşüncelerine uygun olarak yönergelerin karşısına düzenleyerek yazar. Genel olarak her bir öğrencinin başlangıç düşüncesinin farklı olması sebebiyle etkinlik esnasında gözlemlediklerinin de farklı olacağı ifade edilebilir. Öğrenciler etkinlik sonrasında elde ettikleri bulgu ve gözlemleri öğrenci günlüklerine kaydeder.
7. Basamak: Öğrencilerin yaptıkları gözlemler neticesinde grup arkadaşları ve sınıfla düşüncelerini paylaşması için sınıf içi tartışma ortamı sağlanır. Öğrenciler tartışma esnasında hem kendi görüşlerinden bahseder ve benzer görüşleri görmüş olur hem de karşıt görüşleri ve diğer öğrencilerin bu görüşleri nasıl edindiğini görerek karşıt görüşlere yanıt oluşturması sağlanır.
8. Basamak: Öğrencilerin özellikle Biyoloji dersi kapsamında kullandıkları ders kitapları ve güvenilir internet kaynaklarından faydalanarak iddialarını sağlamlaştırması sağlanır.
9. Basamak: Ders sonunda öğrencilerin uygulama sonunda tekrar kavram haritaları oluşturmaları sağlanır ve öğrencilerden bu son kavram haritaları toplanarak uygulamaya son verilir.

e) Ölçme-Değerlendirme :

Aşağıdaki iddia tartışılır:

Ellerinizi 20 saniye boyunca sıradan sabunla yıkamak, COVID-19 ile savaşmanın etkili bir yoludur.

- Virüslerin önemli yapıları
- Sabun moleküllerinin yapısı ve bir virüsün yapılarını yok etme işlevlerini yerine getirmelerine nasıl yardımcı olur?

Dersin sonunda kısa bir tekrar yapılarak kavram haritası oluşturmaları sağlanır ve öğrencilerden bugünkü ders ile ilgili pozitif ve negatif etkileyen yönlerinin öğrenci günlükleri şeklinde tutulması istenecektir.

Ek 8: Argümantasyon tabanlı SBK öğretimi ders planı

SBK tabanlı öğretimin uygulandığı sınıf için örnek ders planı

ÜNİTE: Canlılar Dünyası

KONU: Canlı Âlemleri ve Özellikleri

KAZANIM:

9.3.2.2. Canlıların biyolojik süreçlere, ekonomiye ve teknolojiye katkılarını örneklerle açıklar. Canlılardan esinlenilerek geliştirilen teknolojilere örnekler verilir.

9.3.2.3. Virüslerin genel özelliklerini açıklar.

- Virüslerin biyolojik sınıflandırma kategorileri içine alınmamasının nedenleri üzerinde durulur.
- Virüslerin insan sağlığı üzerine etkilerinin kuduz, hepatit, grip, uçuk ve AIDS hastalıkları üzerinden tartışılması sağlanır. Virütik hastalıklara karşı alınacak önlemler vurgulanır.
- Virüslerin genetik mühendisliği alanında yapılan çalışmalar için yeni imkânlar sunduğu vurgulanır.

AY/HAFTA/DERS SAATİ: Haziran-1. hafta- 2 ders saati

UYGULAMA

- Öğrenme-öğretme yöntem ve teknikleri:** Anlatım, soru cevap, argümantasyon, beyin fırtınası,
- Kullanılan Eğitim Teknolojileri-Araç, Gereçler ve Kaynakça:** Biyoloji 9. Sınıf ders kitabı
- Vurgulanan/Tartışılan Konular:** Virüslerin biyolojik sınıflandırma kategorileri içine alınmamasının nedenleri üzerinde durulur. Virüslerin insan sağlığı üzerine etkilerinin kuduz, hepatit, grip, uçuk, AIDS ve Coronavirüs hastalıkları üzerinden tartışılması sağlanır. Virütik hastalıklara karşı alınacak önlemler vurgulanır.
- Öğretme-Öğrenme Etkinlikleri:** Argümantasyona dayalı öğrenmeyi daha etkili kılmak amacıyla cinsiyet dağılımlarının dengeli olmasına dikkat edilerek heterojen öğrenme grupları oluşturulmuştur. Sınıf 4 veya 5 gruba ayrılarak oturma düzeni küme şekline getirilir. Aşağıdaki problem senaryosu öğrencilere verilerek her öğrencinin kendi iddialarını savunması beklenir.

Araştırmacı uygulamaların öncesindeki süreçlerde ders boyunca öğrencilerin geçmişte edindiği bilgi ve kavramların saptanabilmesi için kavram haritasının nasıl oluşturulacağı, nasıl düzenleneceği konusunda eğitim vermiş ve uygulama süreci bu şekilde başlatılmıştır.

- Basamak: Aşağıda yer alan problem senaryosunun yer aldığı föy öğrencilere dağıtılır. Öğrencilerin konu hakkında ilk düşüncelerinin gelişmesi ve yapılacak etkinliğine yönelik başlangıç düşüncelerinin oluşması için soru cevap ve sınıf içi tartışmalar eşliğinde konuya yönelik düşüncelerini paylaşması sağlanır. Bu aşamada öğrenciden föyde yer alan soruları cevaplamaları istenir.

Sevgili Öğrencimiz,

Şuan tüm dünyayı etkisi altına almış bir Covid-19 salgını ile karşı karşıyayız. Bilim tarihi göz önüne alındığında bir salgının durdurulması, bireylerin hastalığa neden olan virüse karşı bağışıklık kazanması ile sağlanabilir. Aşı olarak, bağışıklık kazanma, bu yöntemlerden biridir. Aşılar aracılığı ile hastalığa neden olan etkenin ölü veya canlı formları veya onların bileşenleri vücuda aktarılır. Covid-19 salgınının ortadan kalmasına yönelik olarak onaylanmış Covid-19 aşısı bulunmuştur.

Son yıllarda yapılan araştırmalar ailelerin aşı programlarına olan karşıtlığının arttığını göstermektedir. Aşı karşıtı ailelerin bu tavrı takınmasındaki en büyük etkenlerden biri aşıların içeriğindeki ağır metallerin Otizm gibi farklı hastalıklara yol açtığını, bağışıklığın hastalığı geçirerek ya da vücut direncini artırarak doğal yollar ile kazanılması gerektiğini, aşılarla ilgili çok ciddi yan etkiler olduğu ancak bu gibi etkilerin ilgili ilaç firmalarınca açıklanmadığını, bebeklerin vücuduna küçük yaşlarda çok sayıda antikor vermenin zararlı etkilere yol açtığı gibi iddiaları savunmaktadırlar. Bir diğer etken ise ilaç firmalarının aşılarla yönelik maddi kaygıları ve tutumlarıdır.

Diğer yandan aşılanma, bireysel açıdan insanları koruduğu gibi, toplu yaşam alanlarında hastalığın yayılmasını azaltır. Aşılar, bu nedenle tek bir vakanın bile neden olabileceği, su ve besin kaynakları aracılığı yayılabilecek salgınların önüne geçerek, insan bağışıklığını güçlendirir. Özellikle beş yaşından küçük çocuk ve bebek ölümlerinde ciddi azalmalar sağlar. Hastalıklardan kaynaklanabilecek sakatlık ve ölümlerin önüne geçer. Kızamık, çiçek, kolera vs. gibi birçok hastalığın önüne aşı ile geçilmiştir.

1- Aşı konusunda siz ne düşünüyorsunuz?

- Evet, aşı yapılmalı
- Hayır, aşı yapılmamalı

Lütfen neden bu cevabı verdiğinizi sebepleriyle yazın.

2- Arkadaşınız sizin verdiğiniz cevabın tam tersini söylüyor. Arkadaşınızın cevabı ne olurdu? Arkadaşınız neye dayanarak bu cevabı vermiştir, açıklayınız.

3- Arkadaşınızın söylediklerine karşı sizin düşüncenizin doğru olduğunu düşünün. Arkadaşınızı ikna etmek için neler söylediniz? Nedenleriyle birlikte yazınız.

4- Bebeğine aşı yaptıırıp yaptırmama konusunda kararsız kalan bir aileye ne önerirsiniz ? Cevabınızı nedenleriyle birlikte açıklayınız.

2. Basamak: Öğrencilerin grup arkadaşları ve sınıfla düşüncelerini paylaşması için sınıf içi tartışma ortamı sağlanır. Öğrenciler tartışma esnasında hem kendi görüşlerinden bahseder ve benzer görüşleri görmüş olur hem de karşıt görüşleri ve diğer öğrencilerin bu görüşleri nasıl edindiğini görerek karşıt görüşlere yanıt oluşturmaları sağlanır.
3. Basamak: Öğrencilerin özellikle Biyoloji dersi kapsamında kullandıkları ders kitapları ve güvenilir internet kaynaklarından faydalanarak iddialarını sağlamlaştırması sağlanır. Yapılan araştırmalar kaynak, başlık, yazar ve birkaç cümleyle aldıkları bilgi yazarak bu araştırmanın iddiaları ve delilleriyle ne derece uyduğuna dair görüş bildirmeleri istenir. Bu aşamaya kadar yapılan etkinlik ve edinilen sonucun fikirlerine nasıl etki ettiğine dair yansımalarına yer verdikten sonra etkinlik sonlanmış olur.
4. Basamak: Ders sonunda öğrencilerin uygulama sonunda tekrar kavram haritaları oluşturmaları sağlanır ve öğrencilerden bu son kavram haritaları toplanarak uygulamaya son verilir.

e. Ölçme ve Değerlendirme

Öğrencilerin iddiaları ve savunma örnekleri tekrar edilerek konu ile bağlantısı tekrar edilir.

Ek 9: Normal (Geleneksel) Öğretim Ders Planı

Normal (Geleneksel) öğretimin uygulandığı sınıf için örnek ders planı

ÜNİTE: Canlılar Dünyası

KONU: Canlı Âlemleri ve Özellikleri

KAZANIM:

9.3.2.2. Canlıların biyolojik süreçlere, ekonomiye ve teknolojiye katkılarını örneklerle açıklar. Canlılardan esinlenilerek geliştirilen teknolojilere örnekler verilir.

9.3.2.3. Virüslerin genel özelliklerini açıklar.

a. Virüslerin biyolojik sınıflandırma kategorileri içine alınmamasının nedenleri üzerinde durulur.

b. Virüslerin insan sağlığı üzerine etkilerinin kuduz, hepatit, grip, uçuk ve AIDS hastalıkları üzerinden tartışılması sağlanır. Virütik hastalıklara karşı alınacak önlemler vurgulanır.

c. Virüslerin genetik mühendisliği alanında yapılan çalışmalar için yeni imkânlar sunduğu vurgulanır.

AY/HAFTA/DERS SAATİ: Haziran-1. hafta- 2 ders saati

UYGULAMA

- a) **Öğrenme- öğretme yöntem ve teknikleri:** Anlatım, soru cevap, tartışma, beyin fırtınası,
- b) **Kullanılan Eğitim Teknolojileri-Araç, Gereçler ve Kaynakça:** Biyoloji 9. Sınıf ders kitabı, eba görselleri
- c) **Vurgulanan/Tartışılan Konular:** Virüslerin biyolojik sınıflandırma kategorileri içine alınmamasının nedenleri üzerinde durulur. Virüslerin insan sağlığı üzerine etkilerinin kuduz, hepatit, grip, uçuk, AIDS ve Coronavirüs hastalıkları üzerinden tartışılması sağlanır. Virütik hastalıklara karşı alınacak önlemler vurgulanır.

d) Öğretme-Öğrenme Etkinlikleri:

1. Basamak: Öğrencilerin konu hakkında ilk düşüncelerinin gelişmesi ve yapılacak derse yönelik başlangıç düşüncelerinin oluşması için soru cevap ve sınıf içi tartışmalar eşliğinde konuya yönelik düşüncelerini paylaşması sağlanır.
2. Basamak: Derste virüsler konusunun özellikle günümüzde çok önemli ve hayatımızın bir parçası haline gelen salgınla yaşamak vurgulanarak öğrencilerin deneyimleri ve fikirlerini söylemesi teşvik edilir.
3. Basamak: Öğrencilerin fikirleri baz alınarak bu durumla baş edebilmek için virüslerin yapısını, özellikleri anlatılır.
4. Basamak: Covid-19 örneği ile öğrencilerin virüslerle ilgili neleri bildikleri ve kavram yanılgıları ortaya çıkarılır.
5. Basamak: Virüslerin genel özellikleri ve yapısı tahtaya çizilir ve anlatılır.
6. Basamak: Eba platformunda yer alan ‘virüsler’ videosu izlettirilir.
7. Basamak: Virüslerin yapısı ve neden olduğu hastalıklar tartışılır.

e) Ölçme ve Değerlendirme

Ders sonunda virüslerin yapısını ve canlı ve cansız kategorisinde yer alıp almadığı nedenleriyle sorulur ve bir sonraki ders için araştırılması istenir.

Ek 10: Bir Viral Salgının Yayılması Modelleme Etkinliği

ÜNİTE: Canlılar Dünyası

KONU: Canlı Âlemleri ve Özellikleri

KAZANIM: Virüslerin genel özelliklerini açıklar.

AY/HAFTA/DERS SAATİ: Haziran-3. hafta- 2 ders saati

UYGULAMA

- f) **Öğrenme-öğretme yöntem ve teknikleri:** Anlatım, soru cevap, video, matematiksel model(Google E-tablolar), tartışma, beyin fırtınası,
- g) **Kullanılan Eğitim Teknolojileri-Araç, Gereçler ve Kaynakça:** Bu aktivitede öğrenciler, viral iletimi ve üstel büyümeyi keşfetmek için bir elektronik tablo (Google E-Tablolar) içinde programlanmış bir matematiksel model ve biyoloji 9. Sınıf ders kitabı kullanırlar
- h) **Vurgulanan/Tartışılan Konular:** Virüslerin insan sağlığı üzerine etkilerinin kuduz, hepatit, grip, uçuk ve AIDS hastalıkları üzerinden tartışılması sağlanır. Virütik hastalıklara karşı alınacak önlemler vurgulanır. Farklı üreme sayılarına (R_0) sahip virüslerin sayısal ve grafiksel olarak karşılaştırılmasını sağlar. Etkinlik, öğrencileri modelin çeşitli çıkarımları üzerinde düşünmeye ve bir virüs için R_0 'ı ve ilgili etkileri ve viral bulaşmayı azaltmaya yönelik stratejileri düşünmeye zorlar.
- i) **Öğretme-Öğrenme Etkinlikleri:** Bu aktivitede öğrenciler, viral iletimi ve üstel büyümeyi keşfetmek için bir elektronik tablo (Google E-Tablolar) içinde programlanmış bir matematiksel model kullanırlar.

Bir Viral Salgının Yayılmasını Modelleme

NOT: Aşağıda MAVİ ve KIRMIZI olarak belirtilen hücreler düzenlenebilir, böylece modeli farklı parametrelerle çalıştırabilirsiniz.

Diğer hücreler korunur ve düzenlenemez.

Bu elektronik tablo, bir virüsün bir insan popülasyonu yoluyla yayılmasının matematiksel bir modelini sunar. Bilim adamları tarafından kullanılan diğer modeller gibi, bu model, bir fenomeni (bu durumda bir virüsün yayılmasını) tanımlamaya yardımcı olmak için verileri kullanır. Bu özel model, zaman içinde kaç kişiye virüs bulaşabileceği konusunda tahminlerde bulunur. Modeli, benzersiz yayılma oranlarına sahip farklı virüslerin yayılması hakkında tahminlerde bulunmak için kullanabilirsiniz.

Bu modeli yapmak için kullanılan fikirler, Michigan Üniversitesi'nden bir epidemiyolog olan Joseph Eisenberg'in bir makalesinde açıklanmıştır. Etkinlik ile bağlantısı: "Bilim adamları bir salgının yoğunluğunu nasıl ölçüyor?"

Model için önemli bir fikir, virüsün üreme sayısıdır. Üreme sayısı, ortalama olarak kaç kişinin virüslü bir birey tarafından enfekte olduğunu açıklar. Belirli bir virüsü olan her kişi ortalama olarak 3 kişiye daha bulaştırıyorsa, bu virüsün üreme sayısı 3'tür. Bilim adamları, üreme sayısı için bir sembol olarak R_0 (R naught olarak telaffuz edilir) kullanır.

Bu sayfanın altındaki sekmeyi seçmek sizi R_0 'ı görsel olarak tanımlayan bir şekle götürecektir.

Modeli kullanmak için, R_0 ile başlamayı seçtiğiniz enfekte olmuş kişilerin sayısını ve modellemek istediğiniz iletimin kaç turunu girmeniz gerekir.

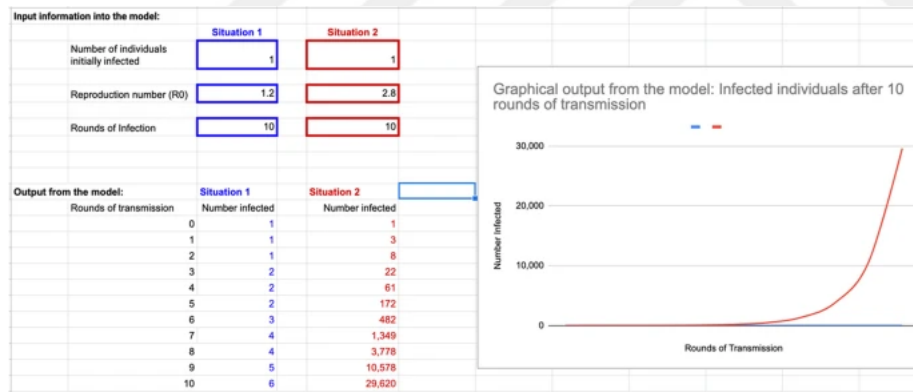
Aktarım turları, salgında modellemek istediğiniz kaç adım anlamına gelir. Örneğin, $R_0=3$ olan bir virüs için, bir kişinin üç kişiye bulaşması ve ardından bu üç kişinin her birine (toplam dokuz) daha bulaşması, 2 tur bulaşmayı temsil eder.

Model otomatik olarak 10 tur iletim gösterecektir ve daha fazla tur seçebilirsiniz.

Model, farklı virüsleri, farklı R_0 tahminlerini veya başlangıçta enfekte olan farklı sayıda insanı karşılaştırmak için kullanabilmeniz için programlanmıştır.

Bir karşılaştırma göstermek için modeli bir veya iki durum için çalıştırabilirsiniz.

Aşağıdaki kutulara başlangıçta enfekte olan sayıları, R_0 'ı ve enfeksiyon turlarını ekleyin ve model, enfekte olacağı tahmin edilen kişi sayısı tahminlerini sağlayacaktır. Modele bilgi girdiğinizde sağdaki grafik oluşturulacaktır.



Sorular: Aşağıdaki soruları yanıtlamak için modeli (farklı girdilerle) kullanın.

1

A. COVID-19 için üreme sayısı (R_0) 1,5 kadar düşük veya 3,5 kadar yüksek olabilir. Düşük R_0 doğruysa, 5 tur iletimden sonra kaç kişinin enfekte olmasını bekleriz?

B. Yüksek R_0 doğruysa, 5 tur iletimden sonra kaç kişinin enfekte olmasını bekleriz?

C. R_0 değerinin doğruluğu neden önemlidir?

2.

- A. Yaygın grip için R_0 değeri 1,3 olarak tahmin edilmektedir. COVID-19 için R_0 'ın 3 olduğunu varsayarsak, 10 tur bulaşmadan sonra griple karşılaştırıldığında COVID-19'un kaç kişiye daha bulaşmasını bekleyebiliriz?
- B. 10 tur bulaşmadan sonra gribin COVID-19 ile enfekte olan insan sayısını enfekte etmesi için kaç tur grip bulaşması gerekir?
- C. COVID-19'a kıyasla gribin viral bulaşma oranının düşük olmasına hangi faktörler katkıda bulunabilir?
- D. 3 tur iletimden sonra bulaşan sayıyı elle (model kullanmadan) hesaplamanız gerekseydi, hesaplamayı nasıl yapacağınızı açıklayın.

3.

A. Bu model, hastalığın yayılması hakkında düşünmemize yardımcı olur ve farklı virüslerin yayılma oranlarını karşılaştırmamıza yardımcı olabilir. Viral salgınların "yoğunluğunu" karşılaştırırken farklı virüslerin başka hangi yönlerini dikkate almalıyız?

B. Bu modelin sınırlamaları nelerdir?

4.

- A. Virüs için R_0 1'in altına düştüğünde viral bir salgına ne olur?
- B. COVID-19 R_0 'ı düşürmek için ne yapılabilir?
- C. 100.000 kişiye COVID-19 bulaştığını varsayarsak, ancak R_0 'ını 0,2'ye indirebilseydik, virüsün yayılmasını durdurmak ne kadar sürer (bulaşma turlarında)?

j) Ölçme-Değerlendirme :

Dersin sonunda kısa bir tekrar yapılarak öğrencilerden bugünkü ders ile ilgili pozitif ve negatif etkileyen yönlerinin öğrenci günlükleri şeklinde tutulması istendi.

Ek 11: Sabun Virüsü Nasıl Öldürür Modelleme Etkinliği

Öğrencinin ad-soyad:

ETKİNLİK 1: Sabun virüsü nasıl öldürür? etkinliği

Aşağıda yer alan “Sabun Coronavirüsü Nasıl Öldürür” başlıklı videoyu izleyerek başlayın.)
<https://www.vox.com/science-and-health/2020/3/11/21173187/coronavirus-covid-19-hand-washing-sanitizer-compared-soap-is-dope>

1) Koronavirüsün bir şeklini çizin. Aşağıdaki yapıları gösteriniz: Protein Yağ (lipit) Genetik materyal	
2) Sadece su ile yıkamak virüsü yok etmek için yeterli mi? Değilse neden? Virüsün hangi yapısı bunu engelliyor?	
3) Bir sabun molekülünün şeklini çizin Aşağıdaki yapıları gösteriniz - Hidrofilik kısım (su çeken) - Hidrofobik kısım (yağ çeken)	
4) Sabun, yağ ile suyun karışmasına nasıl yardımcı oluyor? Bunu gösteren bir şekil çizin. Aşağıdaki yapıları gösteriniz: - Sabun molekülü -Sıvı yağ -Su	
5) Sabun, koronavirüs gibi bir virüsle temas ettiğinde ne olur?	
6) Ellerinizi 20 saniye boyunca yıkadığınızdan emin olmak neden önemlidir?	
7) Sabunun el dezenfektanına göre avantajları nelerdir?	

Aşağıdaki iddiayı tartışın:

Ellerinizi 20 saniye boyunca sıradan sabunla yıkamak, COVID-19 ile savaşmanın etkili bir yoludur. mutlaka tartışın

- Virüslerin önemli yapıları
- Sabun moleküllerinin yapısı ve bir virüsün yapılarını yok etme işlevlerini yerine getirmelerine nasıl yardımcı olur?

Ek 12: Virüs ve Bakteri arasında ne fark var? Modelleme Etkinliği

ETKİNLİK 2: VİRÜS VE BAKTERİ ARASINDA NE FARK VAR?

Virüs ile Bakteri arasında ne fark var? Videosu izlenir. <https://bilimgenc.tubitak.gov.tr/makale/bakteri-ve-virus-arasinda-ne-fark-var> videosuna ilişkin 8 adet soru yer almaktadır. Cevabınızı aşağıda boş bırakılan yere yazınız.

1.Bakteri ve virüsün yapılarını çiziniz. Sahip olduğu yapıları gösteriniz.

Bakteri	Virüs

2.Bakteri ve virüslerin ortak noktaları nelerdir?

3.Bakteriler nerelerde bulunabilir?

4.Bakteri ve virüslerin yol açtığı hastalıklara örnek veriniz?

5. Virüsün hücreye girişini gösteren bir şekil çiziniz?

6.Bakteri ve virüslerin neden olduğu hastalıkları aynı şekilde tedavi etmek mümkün mü?

8. Bakteri ve virüslerin neden olduğu hastalıklardan korunmak için neler yapılabilir?

Tartışma: Virüsler neden canlılar alemi içerisinde yer almaz?

Ek 13: Maskelerin Ardındaki Matematik Modelleme Etkinliği

ETKİNLİK 4. Maskelerin Ardındaki Matematik-Web sitesi-simülasyon etkinliği

Amaç:

Bu etkinlikte, öğrenciler maskelerin ardındaki matematiği öğrenirler: maske etkinliğinin neden büyük ölçüde toplu uyumluluğa bağlı olduğu. Çalışma sayfası soruları, öğrencilere maskeli ve maskesiz virüs bulaşma oranını araştıran etkileşimli, çevrimiçi simülasyonlar aracılığıyla rehberlik eder. Öğrenciler maskeler hakkında öğrendiklerine dayanarak COVID-19'un yayılmasını yavaşlatmak için atabilecekleri adımlar üzerinde düşünürler.

Etkinlik: Maskelerin Ardındaki Matematik

Yüz maskeleri, hem takan kişiyi hem de etrafındaki insanları korumaya yardımcı olarak bir virüsün bulaşmasını azaltır. Yaygın maske kullanımı COVID-19'un yayılmasını durdurabilir. Aşağıdaki soruları yanıtlamak için “Maskelerin Çarpıcı Gücünü” gösteren etkileşimli bir web sitesini keşfedeceksiniz.

1. Web sitesine gidin: <https://aatishb.com/maskmath/>

- "Maskeler Neden Düşündüğünüzden Daha İyi Çalışır" videosunu izleyin
- Etkileşimli makaleyi gözden geçirin ve simülasyon ayarlarını değiştirdiğinizde neler olduğunu keşfedin

2. “Bir Salgını Nasıl Durdurulur” başlıklı bölüme gidin (sayfanın aşağısında yaklaşık $\frac{3}{4}$). “Maskeler R0'ı Nasıl Azaltır” başlıklı simülasyonu bulun. R0, bulaşıcı bir kişinin bulaştıracığı ortalama insan sayısıdır. COVID-19 için R0 yaklaşık 2,5'tir.

a. COVID-19'un yayılmasını yavaşlatmak için neden R0 1'den az olmalı?

b. R0'ı 2.5'e ayarlayın. Maskelerin uygun şekilde takıldığını varsayarsak, R0'ı 1'e düşürmek için insanların yaklaşık olarak yüzde kaçının maske takması gerekiyor?

3. “Maskeler Enfeksiyonları Nasıl Azaltır” başlıklı bir sonraki simülasyona gidin. İnsanların %75'inin %50 etkili maske taktığını varsayalım.

a. COVID-19 ortadan kaldırılacak mı?

b. Şimdi aynı kişilerin sosyal mesafeyi de uyguladıklarını varsayalım. Bu R0'ı nasıl etkiler?

4. Maskeler hakkında öğrendiklerinize dayanarak, COVID-19'un yayılmasını yavaşlatmak için hangi adımları atabilirsiniz?

5. Maske takmanın neden toplu bir eylem olması gerekiyor?

Ek 14: Virüsün Hücreye Girişi Mekanik Model Etkinliği

ÜNİTE: Canlılar Dünyası

KONU: Canlı Âlemleri ve Özellikleri

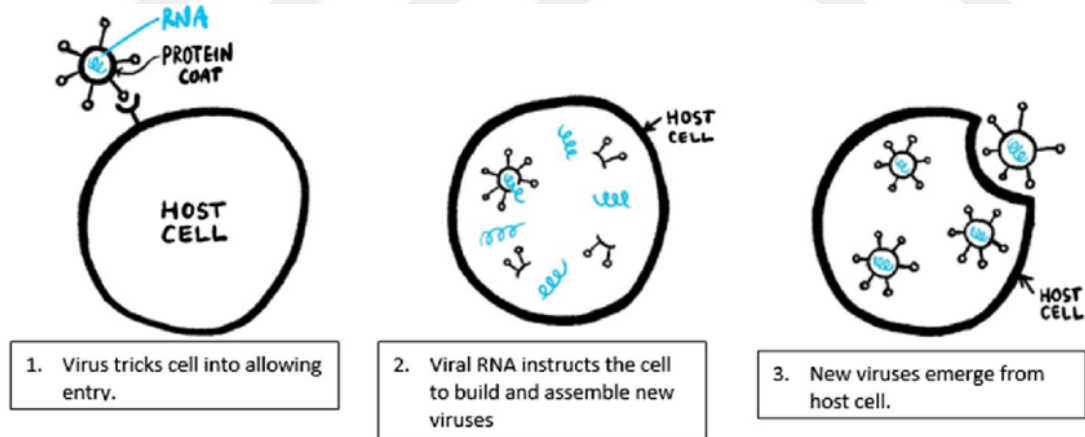
KAZANIM: Virüslerin genel özelliklerini açıklar.

AY/HAFTA/DERS SAATİ: Haziran-2. hafta- 2 ders saati

UYGULAMA

- Öğrenme-öğretme yöntem ve teknikleri:** Anlatım, soru cevap, video, mekanik model çizimi, tartışma, beyin fırtınası,
- Kullanılan Eğitim Teknolojileri-Araç, Gereçler ve Kaynakça:** Biyoloji 9. Sınıf ders kitabı
- Vurgulanan/Tartışılan Konular:** Virüslerin biyolojik sınıflandırma kategorileri içine alınmamasının nedenleri üzerinde durulur. Virüslerin insan sağlığı üzerine etkilerinin kuduz, hepatit, grip, uçuk, AIDS ve Coronavirüs hastalıkları üzerinden tartışılması sağlanır.
- Öğretme-Öğrenme Etkinlikleri:** virüsün hücreye girişini gösteren bir modelin çizimi

Öğrencilerin virüslerin ve insan hücrelerinin yapısı hakkındaki mevcut bilgilerine dayanarak ortaya koyabilecekleri bir mekanik model oluşturmaları sağlanır.



A mechanistic model of viral cell entry (unpublished diagram created by RJ Platto, 2020)

- Ölçme-Değerlendirme :**

Dersin sonunda kısa bir tekrar yapılarak öğrencilerden bugünkü ders ile ilgili pozitif ve negatif etkileyen yönlerinin öğrenci günlükleri şeklinde tutulması istendi.

Ek 15: COVID-19 Sistem Haritası- Sosyobilimsel Modelleme Etkinliği

Öğrencinin adı- soyadı:

ETKİNLİK 4: COVID-19 için sistem haritası

1. Şimdiye kadar öğrendiklerinize dayanarak, ilk sistem haritanızda ne gibi değişiklikler yapmak istiyorsunuz? Lütfen en önemli 3 değişikliği tanımlayın ve nedenini açıklayın.
2. Bu kağıdın arka tarafına, ilişkileri belirtmek için okları ve “+” ve “-” kullanarak revize edilmiş sistem haritanızı çizin.
3. Sistem haritanızdaki ilişkileri desteklemek için hangi kanıtları kullanabilirsiniz? Lütfen sistem haritanızı doğrulamak için 3 tane kanıt belirleyin.
4. Gözden geçirilmiş sistem haritanızın ilk haritanızdan daha iyi olduğunu nereden biliyorsunuz?
5. Sistem haritanızda doğrudan birbirleriyle bağlantılı olmayan (bir okla bağlı olmayan iki faktör) iki faktör seçin. Bir faktördeki artışın (veya azalışın) diğer faktörü nasıl etkileyeceğini açıklayın.

Ek-16. Virüslerin Hapşırık İçindeki Yolculuğu Modelleme Etkinliği

Etkinlik 8. Virüslerin hapşırık içindeki yolculuğu

Öksürük ve hapşırıklarda ağzınızı kapatır mısınız? *Kapatmazsanız, damlacıkların ne kadar uzağa gidebileceğini düşünüyorsunuz?* COVID-19 gibi viral ve bakteriyel hastalıkların yayılmasını önlemeye yardımcı olmak için bu neden önemlidir? Ayrıca bir virüsün bulaşmasını azaltmak için kullanılan önlemler neler olmalıdır?

Malzemeler: Sprey şişesi, Su, Gazete, ölçüm cetveli

- H. Sprey şişesini suyla doldurun.
- İ. Zemini gazete ile örtün.
- J. Sprey şişesini gazetenin üzerinde tutun. Kolu bir kez sıkın.



Püskürttüğünüzde su damlacıklarının ne kadar uzağa gideceğini düşünüyorsunuz?

- K. Kolu birkaç kez sıkın.



Damlacıkların ne kadar uzağa gittiğini görebiliyor musunuz?

L. Gazete gözle görülür şekilde nemli olana kadar su püskürtmeye devam edin.



"Hapşırmanız" beklediğiniz kadar ileri gidiyor mu?

M. Hapşırmanın yayılmasını durdurmaya çalışın.



Şişenin ağzını bir mendil veya dirseğinizle kapatırsanız ne olur?

Elle Hapşırma Kapatma (2-5cm)

3. Eli hapşırma ağzın önüne koyduğunuz zaman ne olacağını düşündünüz?
4. Gerçekte ne oldu? (Hapşırığınız ne kadar uzağa ve nereye kadar gitti?)

Kağıt Mendil ile Hapşırma Kapatma

3. Kağıt mendili hapşırma ağzın önüne koyduğunuz zaman ne olacağını düşündünüz?
4. Gerçekte ne oldu? (Hapşırığınız ne kadar uzağa ve nereye kadar gitti?)

Etkinlik sırası	Etkinlik adı	Tahmini sonuç (cm)	Gerçek sonuç (cm)
4.	Hapşırma		
5.	Elle kapatarak hapşırma		
6.	Kağıt mendille kapatarak hapşırma		

N. Sonuç ve tartışma.



DSÖ' nün neden öksüren veya hapşıran birinden en az 1,5 m uzakta durmayı önerdiğini düşünüyorsunuz?



Ellerimize hapşırdıktan sonra eğer ellerimizi yıkamazsak neler olabileceğini düşünüyorsunuz?



Bir kağıt mendile hapşırdıktan sonra neler yapmalıyız?



Enfeksiyonun yayılmasını engellemek için, hangisi daha iyi bir metot? Elimize hapşırmak mı yoksa kağıt mendile mi? Niçin?

Şişeyi yalnızca birkaç kez püskürtürseniz, suyun o kadar uzağa gittiğini düşünmeyebilirsiniz. Şişenin yarattığı sis çok ince ve havada görülmesi zor. Az miktarda su da gazeteyi çok ıslatmaz. Ancak, daha fazla su püskürttüğünüzde, gazete ıslanmaya başlayacak ve daha koyu bir griye dönüşecektir. Gazete yeterince ıslandığında, su damlacıklarının aslında birkaç metre ilerlediğini görebilirsiniz!

DSÖ'ye göre, COVID-19 öncelikle "birbirleriyle yakın temas halinde olan kişiler 1,5 m (yaklaşık 6 fit içinde)" ve "enfekte bir kişi öksürdüğünde veya hapşırdığında üretilen solunum damlacıkları yoluyla yayılır. " Bu, grip ve soğuk algınlığı gibi diğer bulaşıcı hastalıklar için de geçerli olabilir. Bu nedenle, ellerinizi iyice yıkamak ve öksürme/hapşırmalarınızı örtmek gibi iyi hijyen uygulamaları, hastalığın yayılmasını önlemeye yardımcı olmak için çok önemlidir. Öksürme ve hapşırmaya ile ürettiğiniz damlacıklardan bazıları görülemeyecek kadar küçük olabilir, bu nedenle ne kadar kolay ve ne kadar uzağa yayılabileceği açık değildir! Bu aktivite, nemli gazeteye bakarak damlacıkların ne kadar uzağa yayılabileceğini görselleştirmenin bir yolunu sunar.

Ek 17: Aşı Nedir? Nasıl Çalışır? Modelleme Etkinliği

ETKİNLİK 3: Aşı nedir? Nasıl çalışır?

Aşağıda <https://www.youtube.com/watch?v=vNVcpCvF9-4&t=31s> aşı nedir? nasıl çalışır? videosuna ilişkin sorular yer almaktadır. Cevabınızı aşağıda boş bırakılan yere yazınız.

1. Bölüm: Aşı Nedir?

1. Bakteri, mantar ve virüslerin mikroskoptaki görüntülerine ilişkin basit şekiller çiziniz. İsimlendiriniz.

Örnek	Mikroskopik görüntüsü
Bakteri	
Mantar	
Virüs	

2a. Vücudumuza hastalık yapıcı bir bakteri ya da virüs girdiğinde nasıl tepki gösterir?

2b. Bağışıklık sistemi görevini yapamazsa ne olur?

2c. Özellikle salgın hastalıklarımızın sebebi neler olabilir?

3a. Videodaki animasyonda çocuk hangi hastalığı geçirmiştir?

3b. Bu hastalığı geçirmesinin nedeni nedir?

4a. Vücudumuzdaki savunma mekanizmamızı şekille çiziniz. Antikor ve antijeni gösteriniz.

5a. İnsanların salgın hastalıklarla mücadelede gösterebildiği en etkin yol nedir?

2. Bölüm: Aşı çeşitleri

1.Aşı çeşitlerini şekil ile gösterimini yapınız.

Aşı çeşidinin adı

Aşıda kullanılan
virüsün yapısının şekli

2.Zayıflatılmış mikroplarla oluşturulan aşılar hangi hastalıklar için kullanılmıştır?

3.Etkisizleştirilmiş mikroplarla oluşturulan aşılar hangi hastalıklar için kullanılmıştır?

4.Virüsün genetik materyaliyle oluşturulan aşının mekanizması nasıldır?

3. Bölüm: Aşı neden önemli?

1.Aşı hastalığın hangi evresinde önemlidir?

2.Günümüzde hala devam edip aşısı bulunamayan hastalık var mıdır? Araştırınız.

Tartışma: Aşı yapılmasını yangın tatbikatına benzetimini tartışınız.

Ek-18. Etik İzin Raporu



T.C
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
ARAŞTIRMA VE YAYIN ETİK KURULU KARARI

Sayı: 341313

Tarih: 15 Ağustos 2022

Çalışmanın Yürütücüsü: Doç. Dr. Özgür K. DOĞAN

Diğer Araştırmacılar: Dr. Öğr. Üyesi Çiğdem Han TOSUNOĞLU, Esengül KANTEKİN

Onay Tarihi ve Onay Sayısı: 22.06.2022 /05-19

Sayın: Doç. Dr. Özgür K. DOĞAN

“Sosyobilimsel Konular Tabanlı Çoklu Modelleme Uygulamalarının Lise Biyoloji Öğrencilerine Etkisinin Farklı Değişkenlerle İncelenmesi” isimli çalışmanız Üniversitemiz Eğitim Bilimler Enstitüsü Araştırma ve Yayın Etik Kurulu tarafından incelenmiş ve etik yönden uygunluğuna karar verilmiştir.

Prof. Dr. Mustafa USLU

Kurul Başkanı

Prof. Dr. Dilek ERBAŞ

Kurul Başkan Yardımcısı

Prof. Dr. Feriştin GUNDOĞAR

Üye

Prof. Dr. Seydi KENAN

Üye

Prof. Dr. Halil EKŞİ

Üye

Prof. Dr. Musa ÜCE

Üye

Prof. Dr. Ali KIZILET

Üye

Prof. Dr. Mustafa S. KAÇALIN

Üye

Prof. Dr. Hülya KAYALI

Üye

Ek-19. Araştırma İzin Talebi



T.C.
BEYKOZ KAYMAKAMLIĞI
İlçe Millî Eğitim Müdürlüğü
Beykoz Barbaros Hayrettin Paşa Mesleki Ve Teknik Anadolu
Lisesi

Sayı : E-57964038-622.02-49776983
Konu : Öğrencilerle Eser Konusunda
Ampirik Çalışma

17.05.2022

Sayın: Esengül KANTEKİN
Biyoloji Öğretmeni

İlgi : a) Millî Eğitim Bakanlığı Eğitim Kurumları Sosyal Etkinlikler Yönetmeliği.
b) 29/04/2022 tarih ve 48836159 sayılı dilekçeniz.

İlgi(b) dilekçenizde "Sosyabilimsel konular tabanlı çoklu model uygulamalarının lise biyoloji öğrencilerine etkisinin farklı değişkenlerle incelenmesi" konulu eser ve TÜBİTAK 1002 Çalışmasını yürütmekte olduğunuzu , görev yaptığımız okulumuzda derslerine girdiğiniz 9.sınıf ta eser konusu ile ilgili 6 hafta sürecek "Canlılar Alemi" ünitesi kapsamında bir ampirik çalışma yapmak isteğinizi belirtmişsiniz.

İlgi (a) Yönetmeliğin 13.maddesi (2)'de "Eğitim kurumunda düzenlenecek sosyal etkinlikler için eğitim kurumu müdürlüğünce izin verilir" fıkrasına göre talebiniz müdürlüğümüzce uygun görülmemekte olup ;

Gereğini bilgilerinize rica ederim.

Sevil CEBECİOĞLU
Okul Müdür V.

Bu belge güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.
Adres : Gümüşsuyu mah. Kelle İbrahim Caddesi. NO:47 34820 Beykoz/İstanbul
Telefon No : 0 (216) 331 01 14
E-Posta: 159043@meb.k12.tr
Kep Adresi : mebz@hs01.kep.tr
Belge Doğrulama Adresi : <https://www.turkiye.gov.tr/meb-ebys>
Bilgi için: Ayten ŞENSOY
Unvan : Teknisyen
İnternet Adresi: <http://www.denizcilik.meb.k12.tr>
Faks: 216331047
Bu evrak güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır. <https://evraksorgu.meb.gov.tr> adresinden 7e35-0af4-3dec-9a58-628f kodu ile teyit edilebilir.



