
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
Gazi
1926

SOSYOBİLİMSEL KONULARLA İLGİLİ ÖĞRETİM ETKİNLİKLERİNİN ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN ELEŞTİREL DÜŞÜNME VE BİLİMSEL MUHAKEME BECERİLERİNE ETKİSİ

Gül İrem Özen

DOKTORA TEZİ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANA BİLİM DALI
FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ BİLİM DALI

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ŞUBAT, 2024

TELİF HAKKI VE TEZ FOTOKOPİ İZİN FORMU

Bu tezin tüm hakları saklıdır. Kaynak göstermek koşuluyla tezin teslim tarihinden itibaren altı (1) ay sonra tezden fotokopi çekilebilir.

YAZARIN

Adı : Gül İrem

Soyadı : Özen

Bölümü : Fen Bilgisi Eğitimi

İmza :

Teslim Tarihi :

TEZİN

Türkçe Adı : Sosyobilimsel Konularla İlgili Öğretim Etkinliklerinin Ortaokul Öğrencilerinin Eleştirel Düşünme ve Bilimsel Muhakeme Becerilerine Etkisi

İngilizce Adı: The Effect of Teaching Activities Related to Socioscientific Issues on Secondary School Students' Critical Thinking and Scientific Inquiry Skills

ETİK İLKELERE UYGUNLUK BEYANI

Tez yazma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyduğumu, yararlandığım tüm kaynakları kaynak gösterme ilkelerine uygun olarak kaynakçada belirttiğimi ve bu bölümler dışındaki tüm ifadelerin şahsıma ait olduğunu beyan ederim.

Yazar Adı Soyadı: Gül İrem ÖZEN

İmza: …….

JÜRİ ONAY SAYFASI

Gül İrem Özen tarafından hazırlanan "Sosyobilimsel Konularla İlgili Öğretim Etkinliklerinin Ortaokul Öğrencilerinin Eleştirel Düşünme ve Bilimsel Muhakeme Becerilerine Etkisi" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Gazi Üniversitesi Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı'nda Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Mahmut SELVİ .....
(Fen Bilgisi Eğitimi Ana Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi)

Başkan: Prof. Dr. Yasin ÜNSAL .....
(Fizik Eğitimi Ana Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi)

Üye: Doç. Dr. Fulya Öner ARMAĞAN .....
(Fen Bilgisi Eğitimi Ana Bilim Dalı, Erciyes Üniversitesi)

Üye: Doç. Dr. Ezgi Güven YILDIRIM .....
(Fen Bilgisi Eğitimi Ana Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi)

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin İNALTUN .....
(Fen Bilgisi Eğitimi Ana Bilim Dalı, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi)

Tez Savunma Tarihi: 19/01/2024

Bu tezin Fen Bilgisi Eğitimi Ana Bilim Dalı'nda Doktora tezi olması için şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

Prof. Dr. Şaban ÇETİN
Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürü ……

TEŞEKKÜR

Öncelikle tüm doktora sürecimde benden desteğini esirgemeyen kılavuzluğu ile yol gösteren öğrencisi olmaktan gurur duyduğum tez danışmanım Prof. Dr. Mahmut SELVİ'ye;

Doktora sürecimde hep desteğini hissettiren Prof. Dr. Mehmet YILMAZ'a ve Prof. Dr. Suat KIYAK'a; tez konusunda fikirlerini aldığım Prof. Dr. Mustafa Serdar KÖKSAL'a; tezim esnasında olumlu yapıcı dönütleri ile destek olan Prof. Dr. Yasin ÜNSAL'a;

Uygulama esnasında nezaketleri ve olumlu bakış açıları ile bana destek olan uygulama öğretmenlerime ve eğlenerek merakla sabırla uygulamama eşlik eden sevgili öğrencilerime, özellikle sınav senesi olmasına rağmen uygulama yapma imkanı sunan ortaokul uygulama öğretmenime ve sevgili öğrencilerime;

Hayatım boyunca her koşulda bana destek olan ve desteklerine minnettar olduğum sevgili aileme ve süreçte pozitif bakış açıları ve geri dönüşleri ile destek olan yol arkadaşlarıma teşekkür ederim.

SOSYOBİLİMSEL KONULARLA İLGİLİ ÖĞRETİM ETKİNLİKLERİNİN ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN ELEŞTİREL DÜŞÜNME VE BİLİMSEL MUHAKEME BECERİLERİNE ETKİSİ

(Doktora Tezi)

Gül İrem Özen
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Şubat 2024

ÖZ

Bu araştırmanın temel amacı; CRISPR/cas9, superbug için nanomalzeme ve GDO gibi sosyobilimsel konular ile ilgili geliştirilen etkinliklerin, 8. sınıf öğrencilerinin ve özel yetenekli 5. ve 6. sınıf (BYF) Fen Bilimleri ile 7. sınıf (ÖYGP) Biyoloji öğrencilerinin eleştirel düşünme becerisine ve bilimsel muhakemeye yönelik görüşlerine etkisini araştırmaktır. Araştırmanın bir diğer amacı ise bu öğrencilerin sosyobilimsel konular ile ilgili geliştirilen etkililiklerle ile etkileşimini ortaya çıkarmaktır. Bu araştırma bir karma yöntem araştırmasıdır. Araştırmanın nicel aşaması deneysel desenlerden tek grup ön test-son test tasarımına uygun olarak yürütülmüş. Araştırmanın nitel aşaması durum çalışmasına uygun olarak yürütülmüştür. Araştırmada özel yetenekli öğrenciler ile ortaokul öğrencileri olmak üzere iki durum bulunmaktadır. Araştırma, 2022-2023 eğitim-öğretim yılının bahar döneminde Ankara İli'nin bir ilçesinde faaliyet gösteren bir ortaokulda öğrenim gören 39 (Kız:21, Erkek:18) 8. sınıf öğrencisi ve yine Ankara İli'nin bir ilçesinde faaliyet gösteren bir Bilim ve Sanat Merkezinde 2022-2023 eğitim öğretim yılı güz döneminde 5. ve 6. sınıf (BYF) Fen Bilimleri ile 7. sınıf (ÖYGP) Biyoloji derslerinde öğrenim gören 34 (Kız:15, Erkek:19) özel yetenekli öğrenci ile yürütülmüştür. Araştırmanın ortaokul 8. sınıfta yapılan uygulaması için araştırmacı tarafından CRISPR/cas9, superbug için nanomalzeme, GDO ile ilgili Friedrichsen, Sadler, Graham ve Brown (2016) tarafından geliştirilen sosyobilimsel konular öğretim çerçevesine uygun olarak bilim tarihi örnekleri ile desteklenen etkinlikler

geliştirilmiştir. Araştırmanın Bilim ve Sanat Merkezinde yapılan uygulaması için bu etkinliklere Renzulli (2014) tarafından geliştirilen üçlü zenginleştirme modeli ile zenginleştirme yapılmıştır. Araştırmanın uygulama süreci ortaokulda 8.sınıfta 32 ders saati (8 hafta), bilim ve sanat merkezinde 11 ders saati (11 hafta) boyunca devam etmiştir. Araştırmanın veri toplama araçları; Cornell Eleştirel Düşünme Testi Düzey X (CEDTDX), Bilimsel Sorgulamaya Yönelik Görüşler Anketi (VOSI-E, Views of Scientific Inquiry-Elementary) ve yarı yapılandırılmış görüşme formlarıdır. CEDTDX ve VOSI-E öğrencilere uygulama sürecinin başında ve sonunda ön test ve son test olarak uygulanmıştır. Yarı yapılandırılmış görüşmeler ise araştırmanın etkinliklerin uygulanmasını içeren bölümü tamamlandıktan sonra öğrenci ve öğretmenler ile yapılmıştır. Bu araştırmada durum çalışması analiz yöntemlerinden Çapraz Durum Sentezi kullanılmıştır. CEDTDX, SPSS 26 istatistik paket programı ile analiz edilmiştir. Araştırmada kullanılan VOSI-E ve yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen bulgular ise içerik analizi kullanılarak analiz edilmiştir. Araştırmadan elde edilen CEDTDX sonuçlarına göre; CRISPR/cas9, superbug için nanomalzeme ve GDO gibi sosyobilimsel konularda geliştirilen etkinlikler ile öğrenim gören 8. sınıf öğrencilerin, 5. ve 6. sınıf (BYF) Fen Bilimleri ile 7. sınıf (ÖYGP) Biyoloji derslerinde öğrenim gören özel yetenekli öğrencilerin eleştirel düşünme puanları arasında anlamlı bir farklılık olduğu gözlenmiştir. Araştırmadan elde edilen VOSI-E sonuçlarına göre; CRISPR/cas9, superbug için nanomalzeme ve GDO gibi sosyobilimsel konularda geliştirilen etkinlikler ile öğrenim gören 8. Sınıf öğrencilerinin, 5. ve 6. sınıf (BYF) Fen Bilimleri ile 7. sınıf (ÖYGP) Biyoloji derslerinde öğrenim gören özel yetenekli öğrencilerin bilimsel muhakemeye yönelik görüşlerini olumlu yönde etkilendiği gözlenmiştir. Araştırmadan elde edilen yarı yapılandırılmış görüşme bulgularına göre; CRISPR/cas9, superbug için nanomalzeme ve GDO gibi sosyobilimsel konularında geliştirilen etkinlikler ile öğrenim gören ortaokul 8. Sınıf öğrencilerinin, 5. ve 6. sınıf (BYF) Fen Bilimleri ile 7. sınıf (ÖYGP) Biyoloji derslerinde öğrenim gören özel yetenekli öğrencilerin etkinlikler ile etkileşimi; belirsizliğe tahammülsüzlük, rekabet, bilimcilik, SBK'nın çoklu doğası ve eleştirel düşünme olarak sınıflandırılmıştır.

Anahtar Kelimeler : Sosyobilimsel konular, CRISPR/cas9, superbug, nanomalzeme, GDO, eleştirel düşünme, bilimsel muhakeme, özel yetenekli öğrenci
Sayfa Adedi : xvi + 173
Danışman : Prof. Dr. Mahmut SELVİ

THE EFFECT OF TEACHING ACTIVITIES RELATED TO SOCIOSCIENTIFIC ISSUES ON CRITICAL THINKING AND SCIENTIFIC INQUIRY SKILLS OF MIDDLE SCHOOL STUDENTS

(Ph.D. Thesis)

Gül İrem Özen

GAZI UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF EDUCATIONAL SCIENCES

February 2024

ABSTRACT

The main purpose of this study is to investigate the effect of the activities developed on socioscientific issues such as CRISPR/cas9, nanomaterial for superbug and GMO on the critical thinking skills and views on scientific reasoning of 8th grade students and gifted 5th and 6th grade (ISR) Science and 7th grade (SSRP) Biology students. Another aim of the research is to reveal the interaction of these students with the developed effectiveness related to socioscientific issues. This research is a mixed method research. The quantitative phase of the research was conducted in accordance with single group pretest-posttest design from experimental designs. The qualitative phase of the research was conducted in accordance with the case study. There are two cases in the research: gifted students and middle school students. The research was conducted with 39 (Female: 21, Male: 18) 8th grade students studying in a secondary school in a district of Ankara Province in the spring semester of the 2022-2023 academic year and 34 (Female: 15, Male: 19) gifted students studying in 5th and 6th grade (ISR) Science and 7th grade (SSRP) Biology courses in a Science and Art Center in a district of Ankara Province in the fall semester of the 2022-2023 academic year. For the 8th grade middle school implementation of the research, the researcher developed activities on CRISPR/cas9, nanomaterials for superbug, and GMOs supported by examples from the history of science in accordance with the socioscientific issues teaching framework

developed by Friedrichsen, Sadler, Graham, and Brown (2016). For the implementation of the research at the Science and Art Center, these activities were enriched with the triple enrichment model developed by Renzulli (2014). The implementation process of the research continued for 32 lesson hours (8 weeks) in the 8th grade in secondary school and 11 lesson hours (11 weeks) in the science and art center. The data collection tools of the study were Cornell Critical Thinking Test Level X (CEDTDX), Views of Scientific Inquiry-Elementary Questionnaire (VOSI-E, Views of Scientific Inquiry-Elementary) and semi-structured interview forms. CEDTDX and VOSI-E were administered to the students as pre-test and post-test at the beginning and end of the implementation process. Semi-structured interviews were conducted with students and teachers after the implementation of the activities. In this study, Cross-Case Synthesis, one of the case study analysis methods, was used. CEDTDX was analyzed with SPSS 26 statistical package program. The findings obtained from the VOSI-E and semi-structured interviews used in the research were analyzed using content analysis. According to the CEDTDX results obtained from the study, it was observed that there was a significant difference between the critical thinking scores of 8th grade students who studied with the activities developed on socioscientific topics such as CRISPR/cas9, nanomaterial for superbug and GMO, and the critical thinking scores of gifted students who studied in 5th and 6th grade (ISR) Science and 7th grade (SSRP) Biology courses. According to the VOSI-E results obtained from the study, it was observed that 8th grade students who were educated with the activities developed on socioscientific topics such as CRISPR/cas9, nanomaterial for superbug and GMO positively affected the views of gifted students studying in the 5th and 6th grade (ISR) Science and 7th grade (SSRP) Biology courses towards scientific reasoning. According to the semi-structured interview findings obtained from the study, the interaction of 8th grade middle school students, gifted students studying in 5th and 6th grade (ISR) Science and 7th grade (SSRP) Biology courses with the activities developed on socioscientific topics such as CRISPR/cas9, nanomaterial for superbug and GMO with the activities were classified as intolerance of uncertainty, competition, scientism, multiple nature of SSI and critical thinking.

Key Words : Socioscientific issues, CRISPR/cas 9, superbug, nanomaterial, GMO, critical thinking, scientific ınquiry, gifted student
Page Number : xvi + 173
Supervisor : Prof. Dr. Mahmut SELVİ

İÇİNDEKİLER

TELİF HAKKI VE TEZ FOTOKOPİ İZİN FORMU ..... **i**
ETİK İLKELERE UYGUNLUK BEYANI ..... **ii**
JÜRİ ONAY SAYFASI ..... **iii**
TEŞEKKÜR ..... **iv**
ÖZ ..... **v**
ABSTRACT ..... **vii**
İÇİNDEKİLER ..... **ix**
TABLOLAR LİSTESİ ..... **xiii**
ŞEKİLLER LİSTESİ ..... **xv**
KISALTMALAR LİSTESİ ..... **xvi**
BÖLÜM 1 ..... **1**
GİRİŞ **1**
1.1. Problem Durumu **1**
1.2. Problem Cümlesi **2**
1.3. Alt Problemler **2**
1.4. Araştırmanın Amacı **3**
1.5. Araştırmanın Önemi **3**
1.6.Araştırmanın Sınırlıkları **8**
1.7. Araştırmanın Varsayımları **9**
1.8. Tanımlar **9**
BÖLÜM 2 ..... **11**
KURAMSAL ÇERÇEVE **11**

2.1. Sosyobilimsel Konular 11
2.1.1. Sosyobilimsel Konuların Tarihi 14
2.1.2. Sosyobilimsel Konular, Fen Teknoloji Toplum ve Fen Teknoloji Toplum Çevre Yaklaşımları İlişkisi 17
2.1.3. Fen Bilimleri Sınıflarına Sosyobilimsel Konuların Aktarılabilmesi İçin Kullanılan Model ve Yaklaşımlar 19
2.1.4. Sosyobilimsel Konularda Rol Oynama Yöntemi 23
2.1.5. Sosyobilimsel Konularda İkilem Kartları 23
2.2. Fen Okuryazarlığı 24
2.2.1. Bilimin Doğası 27
2.2.2. Bilimsel Muhakeme 27
2.2.3. Bilim Tarihi Yaklaşımı 28
2.3. Eleştirel Düşünme 29
2.4. Özel Yetenekliler 32
2.4.1. Renzulli'nin Üçlü Zenginleştirme Modeli 34
2.5. Sosyobilimsel Konular, Eleştirel Düşünme ve Bilimsel Muhakeme 35
BÖLÜM 3 39
YÖNTEM 39
3.1. Araştırma Yaklaşımı 39
3.2. Araştırma Yöntemi 39
3.3. Çalışma Grubu 40
3.4. Araştırmamın Aşamaları 42
3.4.1. Uygulama Basamakları 43
3.5. Veri Toplama Araçları 52
3.5.1. Cornell Eleştirel Düşünme Testi Düzey X 52
3.5.2. Bilimsel Sorgulama Hakkında Görüşler Anketi 52
3.5.3. Yarı Yapılandırılmış Görüşmeler 53
3.6. Verilerin Analizi 54

3.6.1. Geçerlik ve Güvenirlik Çalışması 56
3.7. Araştırmacının Rolü 57
BÖLÜM 4 59
BULGULAR VE YORUM 59
4.1. Birinci Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorum 59
4.1.1. Belirsizliğe Tahammülsüzlük 60
4.1.2. Bilimcilik 61
4.1.3. Rekabet Duygusu 61
4.1.4. Uygun ve Kolay Bir Fikir Birliğine Varmak 63
4.1.5. Sosyobilimsel Konuların Çok Boyutlu Doğası 63
4.1.6. Eleştirel Düşünme 63
4.1.7. Belirsizliğe Tahammülsüzlük 65
4.1.8. Bilimcilik 65
4.1.9. Rekabet Duygusu 66
4.1.10. Sosyobilimsel Konuların Çok Boyutlu Doğası 66
4.1.11. Eleştirel Düşünme 67
4.2. İkinci Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorum 67
4.3. Üçüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorum 73
BÖLÜM 5 78
SONUÇLAR 78
5.1. Birinci Alt Probleme İlişkin Sonuçlar 78
5.2. İkinci Alt Probleme İlişkin Sonuçlar 79
5.3. Üçüncü Alt Probleme İlişkin Sonuçlar 81
5.4. Genel Sonuçlar 82
5.5. Öneriler 82
KAYNAKLAR 84
EKLER 104
EK 1. Etkinlik 1 105

EK 2. Etkinlik 2 ..... **109**
EK 3. Etkinlik 3 ..... **117**
EK 4. Etkinlik 4 ..... **119**
EK 5. Etkinlik 5 ..... **124**
EK 6. Etkinlik 6 ..... **129**
EK 7. Etkinlik 7 ..... **131**
EK 8. Etkinlik 8 ..... **136**
EK 9. Etkinlik 9 ..... **138**
EK 10. Etkinlik 10 ..... **150**
EK 11. Etkinlik 11 ..... **159**
EK 12. CEDTDX İzin Belgesi **166**
EK 13. VOSI-E Anketi **167**
EK 14. Etik Kurul İzin Belgesi **171**
EK 15. MEB İzin Belgesi **172**
EK 16. Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu **173**

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1. *Sosyobilimsel Konuların Kriterleri* 12

Tablo 2. *MEB Programlarında Sosyobilimsel Konulara Yapılan Vurgu* 16

Tablo 3. *F-T-T Yaklaşımı ve Sosyobilimsel Konuların Ortak Noktaları* 18

Tablo 4. *Fen Bilimleri Sınıflarına Sosyobilimsel Konuların Aktarılabilmesi İçin Kullanılan Model ve Yaklaşımlar* 19

Tablo 5. *Friedrichsen vd. (2016) Tarafından Geliştirilen Sosyobilimsel Konu Temelli Öğretim Modelinin 5E Öğrenme Döngüsü Modeli ile Benzerlikleri* 23

Tablo 6. *Vizyon I ve Vizyon II'nin Ortak Özellikleri ve Farklılıkları* 26

Tablo 7. *Bilimsel Muhakemenin Bileşenleri* 28

Tablo 8. *Eleştirel Düşünme Kategorileri* 30

Tablo 9. *Özel Yetenekli Öğrencilere Ait Demografik Özellikler* 41

Tablo 10. *Ortaokul Öğrencilerine Ait Demografik Özellikler* 41

Tablo 11. *Öğretmenlere Ait Demografik Özellikler* 42

Tablo 12. *Özel Yetenekli Öğrencilere Ait Demografik Özellikler* 42

Tablo 13. *Ortaokul Öğrencilerine Ait Demografik Özellikler* 42

Tablo 14. *Fen Bilimleri Müfredatlarında Öğretilmesi Tavsiye Edilen Sosyobilimsel Konular* 45

Tablo 15. *Sosyobilimsel Konuların Bağlamı DNA ve Genetik Kod Ünitesinin Kazanımlarının Eşleştirilmesi* 46

Tablo 16. *Sosyobilimsel Konu Etkinlikleri ve Konu Eşleştirilmesi* 47

Tablo 17. *Zenginleştirme Modeline Göre Etkinliklerin Sıralaması* 48

Tablo 18. *8. Sınıf DNA ve Genetik Kod Ünitesinde Sosyobilimsel Konu Temelli Öğretimin Uygulama Basamakları* 49
Tablo 19. *Üçlü Zenginleştirme Modeli ve Etkinlikleri*.....50
Tablo 20. *BİLSEM Sosyobilimsel Konu Temelli Öğretimin Uygulama Basamakları* 51
Tablo 21. *Ankette Tanımlanan Bilimsel Sorgulama Alt Boyutları*.....53
Tablo 22. *Öğrencilerin ve öğretmenin CRISPR/cas9, Nanomalzeme ve GDO'nun Sosyobilimsel Konu Temelli Öğretimine Yönelik Görüşleri* 60
Tablo 23. *Öğrencilerin ve öğretmenin CRISPR/cas9, Nanomalzeme ve GDO'nun Sosyobilimsel Konu Temelli Öğretimine Yönelik Görüşleri* 64
Tablo 24. *Ortaokul 8.Sınıf Öğrencilerinin Bilimsel Sorgulamaya Yönelik Görüş Anketine Uygulama Öncesi Verdikleri Yanıtların Yüzdelik ve Frekans Değerleri*.....68
Tablo 25. *Özel Yetenekli Öğrencilerin Bilimsel Sorgulamanın Alt Boyutları Uygulama Öncesi Uygulama Sonrası* 71
Tablo 26. *Ortaokul 8. Sınıf öğrencilerinin CEDTDX Ön-Test Son-Test Ölçümlerinin İlişkili ÖrneklemlerT-Testi ile Karşılaştırılmasına İlişkin Bulgular*.....74
Tablo 27. *Özel Yetenekli öğrencilerinin CEDTDX Ön-Test Son-Test Ölçümlerinin İlişkili ÖrneklemlerT-Testi ile Karşılaştırılmasına İlişkin Bulgular*.....76

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Sosyobilimsel konuların tarihi 17

Şekil 2. Bilimle ilgili sosyal yaklaşımlar arasındaki kavramsal ilişkiler 18

Şekil 3. Sosyobilimsel konu temelli öğretimin genel yapısı 22

Şekil 4. Çift süreçli teori 32

Şekil 5. Üstün yetenekliliğin üç halka kavramı 33

Şekil 6. Üçlü zenginleştirme modeli 34

Şekil 7. Bilimin doğası eleştirel düşünme çerçevesi 37

Şekil 8. Araştırmanın aşamaları akış şeması 43

Şekil 9. Konunun farklı alanyazınla olan bağlantısı 44

Şekil 10. Sosyobilimsel konuların bağlamları 44

KISALTMALAR LİSTESİ

BİLSEM	Bilim ve Sanat Merkezi
BYF	Bireysel Yetenekleri Fark ettirme
CEDTDX	Cornell Eleştirel Düşünme Testi Düzey X
CRISPR	Düzenli Aralıklı Palindromik Tekrar Kümeleri
DNA	Deoksiriboz Nükleik Asit
F-T-T	Fen Teknoloji Toplum
F-T-T-Ç	Fen Teknoloji Toplum Çevre
GDO	Genetiği Değiştirilmiş Organizma
MEB	Milli Eğitim Bakanlığı
N	Örneklem Sayısı
NOS	Bilimin Doğası
ÖYGP	Özel Yetenekleri Geliştirici Program
p	Anlamlılık Değeri
S	Standart Sapma
Sd	Serbestlik Derecesi
SBK	Sosyobilimsel Konular
SI	Bilimsel Muhakeme
T	t Değeri
VOSI-E	Bilimsel Sorgulamaya İlişkin Görüşler Anketi-İlköğretim
$\bar{X}$	Aritmetik Ortalama

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Bu bölümde, araştırmanın problem durumuna, amacına, problem cümlesine, alt problemlerine, önemine, sınırlıklarına, varsayımlarına ve tanımlara yer verilmiştir.

1.1. Problem Durumu

> *"Bu tür bir güç akıllıca da kullanılabilir akılsızca da insanı daha yukarı taşımak için de kullanılabilir zararına da. Bu bilginin uygulanması ile ilgili kararı sonuçta toplum vermeli; fakat yalnızca bilgili bir toplum bu kararları bilgece verebilir"*
>
> Marshall Nirenberg

Günümüz toplumları, kendi içinde çeşitli kültürel unsurları, farklı inanç sistemlerini ve çeşitli yaşam tarzlarını barındırmalarına rağmen, bu toplumların ortak noktası bilim toplumu olmalarıdır (Aikenhead, 1997). Bilimsel ve teknolojik gelişmelerin etkisiyle biçimlenen insan yapımı dünyada yaşayan bireyler, genellikle bu bilimsel ve teknolojik gelişmelerin sonuçlarına sadece maruz kalmakta, bu gelişmeleri anlamakta güçlük çekmektedir (Bernal & Ok, 2011). Bilimsel ve teknolojik gelişmelerin hızlı ilerleyişi, aynı zamanda bilim toplumunda yaşamamıza rağmen, bireyler günlük yaşamlarında bilgiyi etkin bir şekilde analiz edip bilinçli bir şekilde kullanma konusunda zorluk yaşamaktadır (Morin, 2010).

Bilim, insanlık kültürünün en ileri kazanımı olmasına rağmen (Popli, 1999) bilime olan ilgi ve destek gün geçtikçe azalmaktadır (Sturgis & Allum, 2004). Küresel iklim değişikliği, biyoteknoloji gibi konularda, yüksek eğitimli bireylerin bile bu konuların sonuçlarına ve olası etkilerine inanmakta güçlük çekmeleri, bilimsel bakış açısının toplum tarafından kabul edilmesinde yaşanan zorlukların bir işareti olarak görülebilir (Aikenhead, 1997; Shamos, 1995). Hızlı bilimsel ve teknolojik ilerlemeler ve toplumun bu gelişmeleri kavrama düzeyi

arasında gittikçe büyüyen bir açık bulunmaktadır. Bilimin kurallarını, mantıksal düşünceyi kabul etsek bile, beynimizde gizlenmiş şekilde duran dünyayı anlamaya çalışırken ortaya çıkan sezgisel düşünceye tutunuruz (Sturgis & Allum, 2004).

Bilimsel ve teknolojik gelişmeler, toplum için birçok fayda sağlamasının yanı sıra etik ikilemler, gizlilik sorunları, çevreye yönelik olumsuz etkiler, iş kaybı, sağlık riskleri gibi topluma yönelik bazı riskleri de taşır. Toplumun böyle bilimsel ve teknolojik gelişmeler ile ilgili bilinçli karar verebilmesi, toplumun genel refahı, sağlığı, güvenliği ve sürdürülebilir bir gelecek inşa etmesi açısından büyük öneme sahiptir (Laugksch, 2000). Vatandaşların, bilimsel ve teknolojik ilerlemeler ile ilgili karmaşık gerçek dünya sorunlarına sağlam argümanlar geliştirebilme ve bilinçli kararlar verebilme yeteneği geliştirmeleri gerektiği geniş bir kabul görmektedir (Aikenhead, Orpwood & Fensham, 2011; Owens, Sadler & Zeidler, 2017; Zeidler, Sadler, Simmons & Howes, 2005). Günümüzde halen bilimsel bilgiyi anlamak ve günlük hayat bağlamlarında kullanabilmek yerine önceden şekillenmiş dünya görüşüne ve yerleşik inançlara başvurulması toplumun eleştirel düşünür ve fen okur yazarı olabilmesine ne kadar ihtiyaç olduğunu göstermektedir.

1.2. Problem Cümlesi

CRISPR/cas9, dirençli organizmalar (superbug) için nanomalzeme ve Genetiği Değiştirilmiş Organizmalar (GDO) gibi sosyobilimsel konular ile ilgili geliştirilen etkinliklerin ortaokul 8. sınıf öğrencilerinin ve özel yetenekli 5. ve 6.(BYF) ile 7.(ÖYGP) sınıf öğrencilerinin eleştirel düşünme becerilerine ve bilimsel muhakemeye yönelik görüşlerine etkisi bulunmakta mıdır?

Ortaokul 8. sınıf öğrencilerinin ve özel yetenekli 5. ve 6.(BYF) ile 7.(ÖYGP) sınıf öğrencilerinin ve öğretmenlerin CRISPR/cas9, superbug için nanomalzeme ve GDO gibi sosyobilimsel konular ile ilgili geliştirilen etkinliklere yönelik görüşleri nelerdir?

1.3. Alt Problemler

1. Ortaokul 8. Sınıf öğrencilerin ve özel yetenekli 5. 6.(BYF) ve 7.(ÖYGP) sınıf öğrencilerinin ve öğretmenlerin CRISPR/cas9, superbug için nanomalzeme ve GDO gibi sosyobilimsel konular ile ilgili geliştirilen etkinlikler ile etkileşimine yönelik görüşleri nasıldır?

2. CRISPR/cas9, superbug için nanomalzeme ve GDO gibi sosyobilimsel konular ile ilgili geliştirilen etkinliklerin ortaokul 8. Sınıf öğrencilerinin ve özel yetenekli 5. 6.(BYF) ve 7.(ÖYGP) sınıf öğrencilerinin bilimsel muhakemeye yönelik görüşlerine etkisi bulunmakta mıdır?
3. CRISPR/cas9, superbug için nanomalzeme ve GDO gibi sosyobilimsel konular ile ilgili geliştirilen etkinliklerin ortaokul 8. Sınıf öğrencilerin ve özel yetenekli 5. 6.(BYF) ve 7.(ÖYGP) sınıf öğrencilerinin eleştirel düşünme becerilerine etkisi bulunmakta mıdır?

1.4. Araştırmanın Amacı

Bu çalışmanın temel amacı CRISPR/cas9, superbug için nanomalzeme ve GDO gibi sosyobilimsel konular ile ilgili geliştirilen etkinliklerin ortaokul 8. sınıf öğrencilerinin ve özel yetenekli 5. 6.(BYF) ve 7.(ÖYGP) sınıf öğrencilerinin eleştirel düşünme becerilerine ve bilimsel muhakemeye yönelik görüşlerine etkisini araştırmaktır. Çalışmanın bir diğer amacı ise, ortaokul 8. sınıf öğrencilerinin ve özel yetenekli 5. 6.(BYF) ve 7.(ÖYGP) sınıf öğrencilerinin ve öğretmenlerin CRISPR/cas9, superbug için nanomalzeme ve GDO gibi sosyobilimsel konular ile ilgili geliştirilen etkinliklere yönelik görüşlerini anlamaktır.

1.5. Araştırmanın Önemi

Biyoteknoloji, küresel iklim değişikliği, nanomalzeme gibi konular, bilimsel ve teknolojik ilerlemelerle ortaya çıkmış olup, toplum üzerindeki etkileri nedeniyle bilim ve toplum arasında kesişim noktası oluştururlar (Jasanoff, 2004, 2010). Bu konular fen eğitimi müfredatlarında sosyobilimsel konular olarak adlandırılır (Fleming, 1986). Sosyobilimsel konular, açık uçlu bir yapıya sahip, ikilemler içeren ve karmaşık, tek bir cevabı olamayan, günlük hayatla ilişkili konular olarak ifade edilmektedir (Sadler, 2004). Sosyobilimsel konular bilim ile ilgili doğası gereği tartışmalı olması sebebiyle bireysel ve toplumsal boyutta karar vermeyi gerektiren; politika, etik ve ekonomi gibi sosyal boyutları bulunan konulara denir (Sadler, 2004; Sadler & Zeidler, 2005; Sadler & Dawson, 2012; Sadler, Foulk & Friedrichsen, 2017). Sosyobilimsel konuların öğretimi ile ilgili yapılan araştırmalar, bilimsel bilginin öğretilmesi için uygun bir bağlam olduğunu ortaya koymaktadır (Sadler, Barab & Scott, 2007) ve öğrencilerin bu bağlamdaki konuları öğrenmeye ilgi gösterdikleri ve motive olduklarını ortaya konulmuştur (Aikenhead 2006; Ratcliffe & Grace 2003). Sosyobilimsel konular aynı zamanda öğrencilerin fen okuryazarlığına katkı sağlayacak

yeterliliklerin gelişmesine olanak sağlamaktadır (Ekborg, Ottander, Silfver & Simon., 2013; Sadler vd, 2007). Sosyobilimsel konuları içeren eğitim programları, öğrencilerin günlük hayatta karşılaştıkları karmaşık problemler hakkında eleştirel düşünmelerine ve bu doğrultuda bir karara varmalarına yardımcı olabilir (Eastwood, Schlegel & Cook, 2011).

Eleştirel düşünme uzun zamandır fen eğitiminin hedeflerinden bir tanesi olarak değerlendirilmiştir (Chapman, 2001; Zimmerman & Phillips, 2000). Dewey (2008) eleştirel düşünmeyi; bir inancın ya da bilginin, bu inancı ya da bilgiyi destekleyen kanıtlar ve bu inancın ya da bilginin uygulanması sonucu ortaya çıkan sonuçlar doğrultusunda, dikkatli ve sürekli bir değerlendirmeye tabi tutulduğu bir düşünme biçimi olarak tanımlamaktadır.

Fen okuryazarlığı, bilimsel kavramları ve bilimsel süreçleri kavrayabilme, bilim, teknoloji ve toplumun birbirleri üzerindeki etkilerini fark edebilme, bilimsel bilgiyi günlük yaşamdaki kişisel kararlarında kullanabilme olarak tanımlanmaktadır (NRC, 1996). Bilimin doğası ve bilimsel muhakeme, fen okuryazarlığına katkı sağlayan kavramlardır (Lederman, 2019). Bilimsel muhakeme, anlayış ve beceri olarak vurgulanmaktadır (NGSS, 2013). Bilimsel muhakeme, bilimsel süreç becerilerinin yanı sıra bilimsel akıl yürütme ve eleştirel düşünmeyi de içerir, kısaca bilim insanlarının ilgi duydukları konu ile ilgili soruları cevaplamak için kullandıkları sistematik yaklaşım olarak tanımlanabilir (Lederman, 2009).

Fen eğitiminin amaçlarının belirlenmesinde olan önemi göz önünde bulundurularak uluslararası ve ulusal dokümanlar incelendiğinde belirlenen birçok hedef ile birlikte bilimsel muhakeme (NRC,1996; MEB, 2013a) ve eleştirel düşünme (MEB, 2013a) fen eğitiminin hedeflerinden biri olarak belirtilmiştir. Türkiye'deki dokümanlarda eleştirel düşünmenin fen eğitimindeki önemi üzerinde durulmuş, bilimsel muhakeme ise bilim okuryazarlığı ile birlikte vurgulanmıştır (MEB, 2005, 2013a, 2018).

Sosyobilimsel konular fen bilimleri dersi öğretim programlarının temel amacı olan bilimsel okuryazarlık başta olmak üzere fen eğitimin öğrencide oluşturmayı hedeflediği bilgi, beceri ve davranışları kazandırmak için uygun bir bağlamdır (Lederman, 2009; Yager, Yager & Lim, 2006). Her ne kadar sosyobilimsel konuların önemi fen öğretimi programlarında açıkça belirtilse de geleneksel fen öğretimine göre belirli zorluklar doğurmaktadır (Zeidler & Nichols, 2009). Sosyobilimsel konular bağlamında fen öğretiminin amaçlarının okullarda hedeflendiği ölçüde gerçekleşmesi tartışılır bir durumdur (Hofstein, Eilks & Bybee, 2011). Sosyobilimsel konuların okullarda hedeflendiği ölçüde uygulanmasında öğretmenin bilgi, beceri ve motivasyonun yanı sıra, öğretmenlere rehberlik edecek öğretim programı ve materyaller de önemlidir (Krajcik & Delen, 2017). Bu bağlamda, Fen bilimleri öğretim

programının sosyobilimsel konuların öğretimi ile ilgili rehberlik etmede yetersiz kaldığı düşünülmektedir.

CRISPR/cas9 ve çinko parmak nükleaz (ZFNs) gibi gen düzenleme teknolojileri, genetik mühendislik aracılığı ile hastalıkların tedavisinde de kullanılan araçlardır (Wilkinson & Wiedenheft, 2014). Her iki yöntem de DNA'nın hedeflenmiş bölgelerini düzenlemek için kullanılır, ancak CRISPR/cas9, ZFNs'ye göre daha kolay tasarım ve uygulama, daha düşük maliyet, daha yüksek kesme hassasiyeti, daha geniş uygulama alanları gibi avantajlara sahiptir (Barrangou & Marraffini, 2014). Bu avantajlar sebebiyle, insan tohum hattına müdahaleyi kolaylaştırmıştır. Bu konudaki ilk girişim He Jiankui, tarafından 2018'de, insan embriyolarındaki CCR5 geni düzenlenmiş ve bu embriyoların gelişimini sağlamıştır. Bu gelişmenin ardından CRISPR/cas9 ile insan tohum hattına müdahale, etik, hukuki ve bilimsel tartışmalara neden olan bir konu olmuştur (Cyranoski, 2018). Fen eğitimi alanyazını incelendiğinde CRISPR/cas9'un sosyobilimsel konu olarak değerlendirildiği, fen bilimleri öğretim programında sosyobilimsel konu olarak öğretilmesine rehberlik eden tek çalışma bulunmaktadır (Akkaş, 2018), çalışmada geliştirilen etkinliklerde CRISPR/cas9'un uygulama alanlarına yer verilmemiştir. Bu çalışmada CRISPR/cas9'un uygulama alanlarının geniş olmasının verdiği avantaj nedeniyle, geliştirilen etkinliklerde CRISPR/cas9'un uygulama alanlarına da yer verilmiştir.

"Superbug" terimi, dirençli mikroorganizmaları ifade eder, yani antibiyotiklere karşı yüksek düzeyde direnç geliştirmiş bakterileri veya diğer patojenleri tanımlar. Antibiyotikler, bakterileri öldürmek veya büyümelerini durdurmak için kullanılır ancak antibiyotiklerin yanlış kullanımı, eksik kullanımı veya gereksiz kullanımı, hayvan yetiştiriciliğinde ve tarımda hastalık önleme veya büyüme teşvik etmek amacıyla kullanılması sebebiyle, bakterilerin antibiyotiklere karşı direnç geliştirmesine neden olabilir (Morris, Kellner & Low, 1998). Fen eğitimi alanyazını incelendiğinde superbug sosyobilimsel konu olarak değerlendirildiği, fen bilimleri öğretim programında sosyobilimsel konu olarak öğretilmesine rehberlik eden tek çalışma bulunmaktadır (Friedrichsen, Sadler, Graham & Brown, 2016). Nanoteknoloji, maddenin atom ve moleküler düzeyde manipüle edilmesi ve kontrol edilmesi amacıyla kullanılan bir teknoloji dalıdır. Nanoteknoloji, atom ve moleküler düzeyde çalışabilme yeteneği ile malzeme; elektronikten, sağlık hizmetlerine kadar birçok alanda önemli yenilikler ve fırsatlar sağlayabilen çok yönlü bir teknoloji alanıdır (Ramsden, 2005). Fen eğitimi alanyazını incelendiğinde nanoteknolojinin sosyobilimsel konu olarak değerlendirildiği fen bilimleri öğretim programında sosyobilimsel konu olarak öğretilmesine

rehberlik eden tek çalışma bulunmaktadır (Mandrikas, Michailidi & Stavrou, 2020). Bu çalışmada superbug konusunun bir sosyobilimsel konu olarak değerlendirilmesinin yanı sıra, aynı zamanda bu soruna çözüm getirebilecek başka bir sosyobilimsel konu olan nanoteknoloji çatısı altında incelenmiştir.

GDO (Genetiği Değiştirilmiş Organizma), genetik mühendislik veya biyoteknoloji yoluyla, tarım, gıda üretimi, sağlık ve çevre alanlarında kullanılmak üzere, bir organizmanın DNA (Deoksiriboz Nükleik Asit)'sına yabancı genlerin eklenmesi veya var olan genlerin değiştirilerek, organizmanın özelliklerini veya işlevlerini iyileştirmek için yeni bir organizma oluşturulmasıdır (Cases & Lorenzo, 2005). Genel olarak, GDO'lar, bitkilere böceklerin zarar vermesini önlemek veya bitkilerin herbisitlere (zararlı otları öldüren kimyasal maddeler) daha dayanıklı hale getirmek gibi kullanım alanları ile potansiyel avantajları ve riskleri ile birlikte, toplumsal ve bilimsel tartışmalara yol açmaktadır (Prakash, Verma, Bhatia & Tiwary, 2011). Fen eğitimi alanyazını incelendiğinde GDO'nun sosyobilimsel konu olarak değerlendirildiği, fen bilimleri öğretim programında sosyobilimsel konu olarak öğretilmesine rehberlik eden çalışma bulunmamakla beraber, biyoloji öğretim programında sosyobilimsel konu olarak değerlendirilip öğretilmesine rehberlik eden tek çalışma (Jackso, Binding, Grindstaff, Hariani & Koo, 2023) bulunduğu görülmüştür. Bu çalışmada GDO sosyobilimsel konu olarak değerlendirilip, fen bilimleri öğretim programında sosyobilimsel konu olarak öğretilmesine rehberlik edilmesi amaçlanmaktadır.

Bu çalışmada ortaokul 8. sınıf öğrencilerine yönelik sosyobilimsel konu temelli öğretim için Friedrichsen vd. (2016) tarafından geliştirilen sosyobilimsel konular öğretim çerçevesine uygun olarak bilim tarihi örnekleri ile desteklenen etkinlikler geliştirilmiştir. Araştırmanın bilim ve sanat merkezinde yapılacak uygulaması için bu etkinliklerin Renzulli (2014) tarafından geliştirilen üçlü zenginleştirme modeli ile zenginleştirmesi yapılmıştır. Bu çalışmanın amaçlarından biri, CRISPR/cas9, superbug için nanomalzeme ve GDO gibi sosyobilimsel konular ile ilgili ortaokul fen bilimleri ve bilim ve sanat merkezleri biyoloji ve fen bilimleri öğretim programında sosyobilimsel konu olarak öğretimine rehberlik etmektir.

Sosyobilimsel konuların öğretimi, öğrenci merkezli, toplumsal deneyimlerden türetilen epistemik anlamı vurgulayan bir eğitim anlayışına dayanmaktadır (Zeidler, Applebaum & Sadler, 2011). Ancak sosyobilimsel konuların öğretimini benimsemek, sınıf dinamiklerinde önemli değişiklikler gerektirir, öğretmenler ve öğrenciler için zorluklar doğurabilmektedir

(Aikenhead, 2006; Cross & Price, 1996; Day & Bryce, 2011; Hansen & Olson, 1996; Lee, Abd-El-Khalick & Choi, 2006; Oulton, Day, Dillon & Grace, 2004; Witz & Lee, 2009). Sosyobilimsel konular, karmaşık ve tanımlanması zor sorunlarla ilgilendiği için öğrencilere farklı söylemlere katılma, çoklu bakış açılarına maruz kalma, ahlaki çatışmalarla yüzleşme ve karakter geliştirme fırsatları sunmaktadır (Elgström & Hellstenius, 2011; Zeidler & Nichols, 2009). Ancak bu değişiklikler, geleneksel ders temelli öğretime alışmış öğrenciler için zorluklarla dolu olabilmektedir (Lindahl vd., 2019). Sosyobilimsel konulara yönelik öğrenci etkileşimi ile ilgili fen eğitimi alanyazını incelendiğinde psikolojik, duygusal ve ahlaki çatışmalara odaklanan çalışmaların (Lee, Choi & Chang, 2006; Lee, Choi & Ko, 2015) yanı sıra sosyobilimsel konulara yönelik işlenen öğretim programına öğrencilerin nasıl etkileşimde bulunduğunu keşfetmeyi amaçlayan çalışmalarda (Lee, Lee & Zeidler, 2020) bulunduğu görülmektedir. Bu çalışmanın amaçlarından biri CRISPR/cas9, superbug için nanomalzeme ve GDO gibi sosyobilimsel konulara yönelik geliştirilen etkinliklere işlenen derslere öğrencilerin nasıl etkileşimde bulunduğunun incelenmesidir.

Bilimsel muhakeme ile ilgili fen eğitimi alanyazını incelendiğinde betimsel ve deneysel çalışmalar bulunduğu görülmektedir. Bu betimsel çalışmalardan öğretmenlere yönelik (Baykar, Yakar & Liu, 2018; Çelik, 2019; Furtak, 2006; Çiğdemoğlu & Köseoğlu, 2019; Donohue, Buck & Akerson, 2020; Ruiz-Primo & Furtak, 2006), öğretmen adaylarına (Çelik, 2019; Doğan, 2017; Haefner & Zembal-Saul, 2004; Karışan, Bilican & Şenler, 2017; Roth, McGinn & Bowen, 1998; Schwarz, 2008), lise öğrencilerine (Bell, Blair, Crawford & Lederman, 2003; Beyazörtü, 2019; Gaigher, Lederman & Lederman, 2014; Manlove, Lazonder & Jong, 2006; Tezcan 2021), ortaokul öğrencilerine (Doğan, Han-Tosunoglu, Özer & Akkan, 2019; Lederman vd, 2019) ve özel yetenekli öğrencilere (Çetin, 2021) yönelik çalışmalar gerçekleştirildiği görülmektedir. Bu deneysel çalışmalardan; bilim tarihi örnekleri ile destekli sorgulamaya dayalı fen öğretimi yaklaşımının (Coşkun, 2021), sorgulamaya dayalı fen öğretimi yaklaşımının (Bal, 2023), hikayelerle bütünleştirilmiş fen eğitiminin (Karakurt, 2022), modellemeye dayalı fen öğretiminin (Bolu, 2017) etkisini incelemeye yönelik olarak çalışmalar gerçekleştirildiği görülmektedir. Fen eğitimi alanyazınında sosyobilimsel konu temelli öğretimin bilimsel muhakemeye etkisini inceleyen bir çalışma olmadığı görülmektedir. Bu çalışmada konu ile ilgili alanyazına katkı sağlamak amaçlanmaktadır.

Sosyobilimsel konuların eleştirel düşünme becerisi üzerindeki etkisi ile ilgili fen eğitimi literatürü incelendiğinde; öğretmen ve öğretmen adaylarına (Gül & Akçay, 2020; Solbes,

Torres & Traver, 2018; Qamariyah, Rahayu, Fajaroh & Alsulami, 2021), üniversite öğrencilerine (Sanders, Fortner, Gibson & Lamm, 2022), lise öğrencilerine (Semilarski, Laius & Rannikmäe, 2019) ve ortaokul öğrencilerine (Benek & Akcay, 2022; Wang, Chen, Lin, Huang & Hong, 2017) yönelik çalışmalar gerçekleştirildiği görülmektedir. Fen eğitimi alanyazınında sosyobilimsel konu temelli öğretimin eleştirel düşünmeye yönelik etkisini inceleyen az sayıda çalışma olduğu görülmektedir. Bu çalışmada konu ile ilgili alanyazına katkı sağlamak amaçlanmaktadır.

Özel yetenekli bireyler, genel ve özel yetenek, yaratıcılık ve motivasyon gibi konularda yüksek potansiyele sahiptir (Berninger & Yates, 1993; Renzulli, 2005). Özel yetenekli öğrencilerin birçok alanda yaşıtlarında farklı gelişim göstermesi sebebiyle bu çalışmada eleştirel düşünme becerileri, bilimsel muhakemeye yönelik görüşleri ve sosyobilimsel konuların öğretimine yönelik etkileşimleri bakımından farklılıklarının olup olmadığının incelenmesi amaçlanmaktadır.

Yacoubian (2020), eleştirel düşünme ve bilimin doğasının incelendiği teorik çalışmada, bilimin doğası hakkında kararlar alırken kullanılabilecek eleştirel bir zihin yapısını önererek bilimsel okuryazarlığa katkı sağlamak hedeflenmiştir Yacoubian (2015) tarafından yapılan eleştirel düşünme bilimin doğası ve sosyobilimsel konuların incelendiği çalışmada eleştirel düşünmeyi temel prensip olarak benimsenerek, bilimin doğası hem bir öğrenme hedefi olarak hem de sosyobilimsel kararlar almanın bir aracı olarak ele alınmış, bilimin doğası hakkında eleştirel düşünmeye ve bilimin doğası ile birlikte sosyobilimsel kararlar almaya yönlendirmek için bir çerçeve önerilmiştir. Fen eğitimi alanyazını incelendiğinde, sosyobilimsel konular, bilimsel muhakeme ve eleştirel düşünmeyi bir arada inceleyen bir çalışma olmadığı görülmektedir. Bu çalışmada fen okuryazarlığı şemsiyesi altında bilimsel muhakeme, eleştirel düşünme ve sosyobilimsel konular ilişkileri bakımından incelenmiş ve bu konudaki alanyazına katkı sağlamak amaçlanmıştır.

1.6.Araştırmanın Sınırlıkları

Nitel araştırmanın doğası gereği araştırmanın sonuçları göz önüne alınarak yapılan analitik genellemeler, incelenen durumlar bağlamında yapılmıştır. Yin (2019) durum çalışmalarında, nitel araştırmanın metodoloji, tasarım ve sonuçlarını zayıflatabilecek faktörler önceden düşünme sorumluluğunu kabul edilmesinin ve durum çalışması tasarımında revizyonlar yapılsa bile, teorik çerçevenin titizlikle takip edilmesinin önemine vurgu yapmaktadır. Bu durum çalışmasında veri toplama süreci başladıktan sonra revize edilmemiştir.

1.7. Araştırmanın Varsayımları

Faydalı ve pratik olan gerçekliğe, tümdengelim veya tümevarım yoluyla ulaşılabilir. Araştırmacı, değer yargılarına sahiptir ve bu bağlamda gerçeklik bakış açısına bağlı olarak farklılık gösterebilir; bu nedenle çoklu gerçeklik bulunmaktadır. Çalışma esnasında katılımcılar ve araştırmacı arasında etkileşim mevcuttur; dolayısıyla birbirlerinden etkilenmektedir.

1.8. Tanımlar

Sosyobilimsel konular: Sosyobilimsel konular, bilim ve toplumun kesişim noktasında yer alan, doğası gereği tartışmalı olan ve politika, etik, ekonomi gibi sosyal boyutlarda bireysel, toplumsal ve küresel düzeyde karar vermeyi gerektiren konuları ifade eder (Sadler, 2004; Sadler & Dawson, 2012; Sadler vd., 2017; Sadler & Zeidler, 2005).

Eleştirel düşünme: Eleştirel düşünme, bir inancın veya bilginin, destekleyen kanıtlar ve uygulanmasıyla ortaya çıkan sonuçlar doğrultusunda değerlendirmeye tabi tutulduğu bir düşünme biçimidir (Dewey, 2008).

Bilimsel muhakeme: Bilimsel süreç becerilerini ve bilimsel akıl yürütme ile birlikte eleştirel düşünmeyi içeren, bilim insanlarının ilgi duydukları konularla ilgili soruları sistemli bir yaklaşımla cevaplamak için kullandıkları bir yaklaşımdır (Lederman, 2009).

Bilim ve Sanat Merkezi (BİLSEM): Özel yetenekli öğrenciler, örgün eğitim kurumlarından farklı bir zamanda Milli Eğitim Bakanlığı'na bağlı merkezlerde eğitim ve öğretim faaliyetlerine katılabilmektedirler, bu merkezlere bilim ve sanat merkezi denir. (MEB, 2022).

Bireysel Yetenekleri Fark Ettirme (BYF): Bilim ve sanat merkezlerindeki özel yetenekli öğrencilere, genel zihinsel yetenek alanında farkındalık oluşturmayı amaçlayan bir program uygulanmaktadır, bu programlara bireysel yetenekleri fark ettirme programı denir (MEB, 2016).

Özel Yetenekleri Geliştirici Program (ÖYGP): Bilim ve sanat merkezlerindeki özel yetenekli öğrencilere, bireysel yetenekleri geliştirme programını tamamladıktan sonra özel yeteneklerini geliştirmeyi amaçlayan bir program uygulanmaktadır, bu programlara bireysel yetenekleri fark ettirme programı denir (MEB, 2016).

CRISPR/cas9: CRISPR/Cas9, özel bir RNA (Ribonükleik asit) molekülü sayesinde belirlenen genetik bölgeleri kesip düzenleyen bir teknolojidir. Bu yöntem, genetik araştırmalarda ve biyoteknoloji uygulamalarında kullanılarak genetik materyali hassas bir şekilde değiştirme potansiyeli sunar (Wilkinson & Wiedenheft, 2014).

BÖLÜM 2

KURAMSAL ÇERÇEVE

Bu bölümde sosyobilimsel konular, fen okuryazarlığı, eleştirel düşünme, özel yetenekliler, sosyobilimsel konular eleştirel düşünme ve bilimsel muhakeme başlıklarına yer verilmiştir

"Uygarlığımızın geleceği bilimsel düşünme alışkanlığımızın gitgide yayılmasına ve derinleşmesine bağlıdır"

John Dewey

2.1. Sosyobilimsel Konular

Sosyobilimsel konular, bireyi ve toplumu kişisel, yerel ve küresel düzeyde etkileyen, kültürel, ekonomik ve etik yönleriyle iç içe geçmiş olan, alternatif çözümleri içeren, bilimle ilişkilendirilmiş tartışmalı konulardır (Lee vd., 2013; Sadler, Foulk & Freidrichsen, 2017; Zeidler, 2014). Sosyobilimsel konular, bilimle ilgili bir görüş oluşturmayı gerektiren, kişisel veya toplumsal düzeyde seçimler yapmaya elverişli, sıklıkla medyada yer alan, kötü yapılandırılmış, politik ve toplumsal açıdan yerel, ulusal ve küresel boyutlara sahip, bazı maliyet-fayda analizleri aracılığıyla olasılık ve risk unsurlarını anlamayı gerektiren, sürdürülebilir kalkınma çerçevesinde değerlendirilebilecek, değerleri ve etik muhakemeyi içeren konulardır (Ratcliffe & Grace, 2003).

Sosyobilimsel konular eğitimi bilim ile ilgili sosyal konuları içeren (Sadler, 2011), kişisel yerel, ulusal ve küresel boyutları ile toplum üzerinde etkisi olan, eksik çelişkili bilginin değerlendirilmesini hem kendi değerlerinin hem de başkasının değerlerinin dikkate alınmasını içeren (Ratcliffe & Grace, 2003), bilinçli karar verme için ihtiyaç duyulan anlayış tutumların geliştirilmesini kapsayan açık uçlu bir eğitimdir (Zeidler & Sadler, 2010).

Fen bilimleri sınıflarında öğretilmesi planlanan sosyobilimsel konuların, güncel ve tartışmalı olması, öğrencinin ilgili konulara odaklanması, dersin kavramsal içeriği ile uyumlu olması ve öğrenciler arasında açık tartışmalara imkan tanıması önemlidir (Hofstein vd., 2011; Kolstø, 2001; Levinson, 2006; Marks & Eilks 2010; Stolz, Witteck, Marks & Eilks, 2013). Alanyazında sosyobilimsel konuların seçiminde kullanılan kriterle ilgili farklı bakış açıları bulunmaktadır (Marks & Eilks, 2009; Stolz vd., 2013; Zeidler & Kahn, 2014). Tablo1'de sosyobilimsel konuların seçiminde kullanılan kriterler özetlenmiştir.

Tablo 1

Sosyobilimsel Konuların Kriterleri

Zeidler ve Kahn (2014)	Marks ve Eilks (2009)	Stolz, Witteck, Marks & Eilks (2013)
• Sosyal ve bilimsel bağlantıları ile tartışmalı bir konu olması • Ahlaki ve etik ikilemleri içermesi • Tartışma fırsatı vermesi • Kavramsal içerik ve yaşam becerileri için bağlam olabilmesi	• Özgünlük • Alaka düzeyi • Sosyobilimsel açıdan belirlenmemiş değerlendirmeye uygun olması • Açık tartışmalara izin verebilmesi • Bilim ve teknoloji ile ilgili sorunları ele alabilmesi	Marks ve Eilks (2009) kriterleri operasyonel hale getirilip genişletilmiştir. • "Açık tartışmaya izin verme" kriteri, farklı bakış açılarını belirlemek için düşünce deneyleri ile test edilebilme, hiçbir birey, dini veya etnik grubu hedef alarak ayrımcılığa neden olamayacağından emin olmak için kontrol etme olarak genişletilmiştir.

Alanyazında sosyobilimsel konuların sınıflandırmak için farklı kriterler belirlenmiştir, insan için risk derecesine (Fensham, 2012), sosyobilimsel konuların tartışmalı yönlerine göre (Levinson, 2006) ve alaka düzeyine göre (Van Aalsvoort, 2004) göre sosyobilimsel konu türleri sınıflandırılmıştır.

Bilim ve teknolojideki ilerlemenin toplumdaki etkisi bu gelişmelerin sadece uzmanlar tarafından değil aynı zamanda toplumun tüm üyeleri tarafından ele alınması ve bu bilimsel teknolojik gelişmelerin toplum tarafından şekillendirilmesi gibi sosyal ve etik tartışmaları beraberinde getirmiştir (Jasanoff, 2004). Bilim ve teknolojideki ilerlemelerin etkileriyle birlikte, 1970'lerde fen bilimleri eğitiminin amacı, salt bilimsel bilginin aktarılmasından uzaklaşarak Fen-Teknoloji-Toplum (F-T-T) eğitimi adını alan bir yaklaşım ile sosyal konuların bilimsel bağlamlar üzerinden aktarılması olarak vurgulanmaya başlamıştır

(Bybee, 1985). F-T-T eğitiminin temel amacı, bilim, teknoloji ve toplum arasındaki ilişkiyi anlamak, bilim ve teknolojinin toplumsal olayların çözümünde kullanılmasını vurgulamak ve bilimsel-teknolojik boyutu olan sosyal konularda karar vererek bu konuların toplum katılımıyla şekillenmesini sağlamaktır (Zeidler vd., 2005). F-T-T eğitimi epistemolojik ve psikolojik gelişimi göz önünde bulundurmaması, ele aldığı konuların etik ve ahlaki boyutunu vurgulamaması sebebiyle eleştirilmiş; bu eleştirilere karşılık, sorun odaklı bilim-teknoloji-toplum boyutuna ek olarak çevre boyutunu da içeren Fen-Teknoloji-Toplum-Çevre (F-T-T-Ç) eğitimi ön plana çıkmıştır (Pedretti, 1997). F-T-T-Ç eğitimi, öğrencilerin etik ve ahlaki gelişimine yeterince odaklanmamasının yanı sıra bilim doğası ve argümantasyon gibi fen eğitiminin önemli hedeflerine etkili bir katkı sağlayamamakla eleştirilmiştir (Pedretti, 2003). 1990'ların başında, F-T-T ve F-T-T-Ç yaklaşımlarından farklı olarak, bilişsel psikoloji ve gelişim psikolojisi, sosyokültürel teoriler ve yerleşik öğrenme yaklaşımlarını temel alan teorik çerçevesiyle sosyobilimsel konular, fen eğitiminde yeni bir yaklaşım olarak benimsenmeye başlanmıştır.

Ulusal Bilim Vakfı (National Science Foundation, NSF), Amerika Birleşik Devletleri'nin bilim ve teknoloji alanındaki liderliğini desteklemek amacıyla, Ulusal Fen Öğretmenleri Birliği (National Science Teachers Association, NSTA), Bilimin İlerlemesi için Amerikan Derneği (American Association for the Advancement of Science, AAAS) ve Ulusal Bilim Akademisi (National Academy of Sciences, NAS) gibi projeleri finanse etmek üzere kurulmuştur (McGee, 1996).

Soğuk savaşın devam ettiği ve Sovyetler Birliği tehdidi gibi gelişmelerin sürdüğü bir dönemde, özellikle fen ve matematik alanlarında yaşanan sorunları vurgulayarak Amerika Birleşik Devletleri (ABD)'nin eğitim sistemi hakkındaki endişeleri dile getiren "Risk Altındaki Bir Ulus Raporu (Nation at Risk Report)" yayınlanmıştır (ALA, 1984). ABD'nin fen eğitim seviyesindeki düşüşü vurgulayan ve çeşitli değişiklikleri öneren "Risk Altındaki Bir Ulus Raporu"nun ardından, bilim ve teknolojiye vurgu yapılarak, Proje 2061 (AAAS, 1989), Bütün Amerikalılar için Fen Eğitimi Standartları (NRC, 1996), Yeni Nesil Fen Standartları Raporları (NRC, 2012) gibi girişimlerde bulunan raporlar yayınlanmıştır (O'Hanlon, 1988).

Ülkemizde, fen ve teknoloji dersi öğretim programında ilk defa 2005 yılında, F-T-T-Ç ilişkilerinin öğretilmesindeki önemi vurgulanmıştır (MEB, 2005). 2013 yılındaki fen bilimleri programında, sosyobilimsel konular F-T-T-Ç'nin alt boyutları başlığında tanımlanarak, bilimsel okuryazarlığa olan katkısı açıkça belirtilmiştir (MEB, 2013a).

Bununla birlikte, 2018 yılındaki fen bilimleri programında, sosyobilimsel konuların önemi temel amaçlar, yeterlilikler ve değerler kapsamında doğrudan ve dolaylı olarak vurgulanmıştır. Fizik, kimya, biyoloji ve fen bilimleri dersi programlarında ise sosyobilimsel konulara yönelik farkındalık, sosyobilimsel muhakeme ve karar vermeye yönelik kazanımlar yer almaktadır (MEB, 2018).

2.1.1. Sosyobilimsel Konuların Tarihi

Sanayi devriminin gerçekleşmesi, beraberinde getirdiği teknolojik ilerleme ve ekonomik değişimle birlikte, iş fırsatlarındaki artış, eğitimdeki dönüşümler ve bu süreçlere paralel olarak meydana gelen sosyal ve kültürel gelişmeler, bilime olan ilgiyi artırmıştır (Bybee, 2010).

Sanayi devrimi, fen eğitiminde uygulamaya yönelik bakış açısının önem kazanmasına katkıda bulunmuştur (Matthew, 2014). Bu süreci, fen eğitiminde laboratuvar uygulamalarının zorunlu hale gelmesi izlemiştir (Bybee, 2010). Fen eğitimi uygulamalarındaki bu değişimler, fen eğitimini standardize etme çabaları ile devam etmiştir. II. Dünya Savaşı'na kadar uzanan fen eğitimini standardize etme çalışmalarının ilk somut örneği, NRC tarafından hazırlanan ilk ulusal fen standartlarıdır (Spring, 2013). II. Dünya Savaşı döneminde ortaya çıkan olağanüstü koşullar, savaş sonrasında biyoloji müfredatında hastalıkların önlenmesi, hijyen, tarım alanları gibi konuların daha fazla vurgulanmasına yol açmıştır. Aynı zamanda, fizik derslerinde uygulamaya yönelik bir bakış açısına olan ilgi, bu dönemde artmış ve bu perspektif savaş sonrasında fizik dersi müfredatına yeniden entegre edilmiştir (Matthews, 2014).

II. Dünya Savaşı sonrası soğuk savaş döneminde, Sovyetler Birliği'nin bilimsel ve teknolojik başarıları, özellikle Uzay yarışında Sputnik 1 uydusunu başarılı bir şekilde uzaya göndermesi, Amerika Birleşik Devletleri'nin eğitim politikalarını yeniden değerlendirme ihtiyacını tetiklemiştir. Bu olay bağlamında, ABD'nin eğitim müfredatını standartlaştırma çabaları tekrar başlamıştır (Atkin & Black, 2007). "Risk Altındaki Bir Ulus Raporu"nda ülkenin fen ve matematik bilgisinin yetersiz olduğunu ve bu durumun ulusun geleceğini tehlikeye attığını belirtilmiştir. Bu rapor, fen eğitiminin sadece temel bilimsel kavramları öğretmekle sınırlı kalmaması gerektiğine dikkat çekmiştir (ALA, 1984). Bunun yanı sıra, Proje 2061 (AAAS, 1989), Bütün Amerikalılar için Fen Eğitimi Standartları (NRC, 1996) ve Yeni Nesil Fen Standartları Raporları (NRC, 2012) gibi raporlar aracılığı ile herkes için fen eğitimi vurgusu yapılmıştır.

2.1.2. Sosyobilimsel Konuların Türkiye Tarihi

Türkiye Cumhuriyeti'nin ilk yıllarında, Tevhid-i Tedrisat Kanunu'nun kabul edilmesiyle birlikte, öğretim kurumlarının düzenlenmesi ve denetlenmesi amacıyla bütün öğretim kurumları Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) çatısı altında birleştirilmiş ve çeşitli müfredat değişiklikleri ile program geliştirme çabalarına yönelinmiştir (Demirel, 1992). Program geliştirme sürecinde, John Dewey, Omer Buyse, John Puti ve Kate Wofford gibi uzmanlardan destek alınmıştır. Bu süreçte özellikle ilköğretim müfredatının geliştirilmesine öncelik verilmiştir (Ünal, Çoştu & Karataş, 2004). Ardından, ortaöğretim düzeyindeki çalışmalar başlamış ve bu çabaların bir sonucu olarak Ankara Fen Lisesi Projesi hayata geçirilmiştir (Demirbaş, 2001).

Fen bilgisi öğretim programının içeriğiyle ilgili çeşitli çalışmalar gerçekleştirilmiş ve bu çalışmaların sonucunda programın odak noktası, insan ve çevre vurgusu olarak belirlenmiştir (Dindar & Taneri, 2011). Modern eğitim anlayışına uygun bir şekilde düzenlenmeye çalışılan fen bilgisi öğretim programı, 1970-71 yıllarında uygulanmaya başlanmıştır (MEB, 1974). Bilimsel süreçlerin kullanımı yoluyla bilimsel bilginin üretilmesi, sosyal yarar ve teknoloji vurgularını içeren bir yaklaşımla, Fen Öğretimi Geliştirme Bilimsel Komisyonu (EARGED) tarafından entegre fen programı hazırlanmıştır. (Gözütok, 2003). 2004 yılında, Talim Terbiye Kurulu Fen Dersi Özel İhtisas komisyonu kurulmuştur (Dindar & Taneri, 2011). Bu komisyon tarafından, 2005 yılında "Fen ve Teknoloji Dersi Öğretim Programı" ardından 2013 ve 2018 yıllarında ise "Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı" adı altında olmak üzere üç farklı program yayınlanmıştır.

Tablo 2'de MEB tarafından 2005 yılında yayınlanan "Fen ve Teknoloji Dersi Öğretim Programı", ardından 2013 ve 2018 yıllarında ise "Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı" adı altında yayınlanan programlarda sosyobilimsel konulara yapılan vurgu özetlenmiştir.

Tablo 2

MEB Programlarında Sosyobilimsel Konulara Yapılan Vurgu

2005	2013	2018
Fen ve Teknoloji Programı	Fen Bilimleri Öğretim Programı	Fen Bilimleri Öğretim Programı
F-T-T-Ç öğrenme alanında F-T-T-Ç ilişkisi için öğretilmesinin önemine vurgu yapılmıştır.	F-T-T-Ç öğrenme alanı; • Bilimin doğası • Bilim ve teknoloji ilişkisi • Bilimin toplumsal katkısı • Sürdürülebilir kalkınma bilinci • Fen kariyer bilinci • Sosyobilimsel konular olarak genişletilmiş. SBK'ın tanımı yapılmıştır. "Bilim ve teknoloji ile ilgili sosyobilimsel problemlerin çözümüne yönelik, bilimsel ve ahlaki muhakeme becerilerini kapsamaktadır" (MEB, 2013a).	F-T-T-Ç öğrenme alanına mühendislik eklenmiştir. Mühendisliğin de çevre üzerindeki etkisine vurgu yapılmıştır. Değerler ve yetkinlikler başlığı altında önemi vurgulanmıştır. "SBK hakkında bilinç kazanma ve muhakeme yaparak karar verme" Türkiye yeterlilikleri çerçevesinde (yetkinlikten biri olan sosyal vatandaşlık ile ilgili yetkinliklerde) önemi vurgulanmıştır. "SBK'yı fen bilimleri dersine entegre etmek öğrencilere sosyal vatandaşlık yetkinliklerinin geliştirilmesine katkı sağlar". SBK'ya yönelik farkındalık oluşturmak ve SBK ile ilgili karar verme becerilerine dair kazanımlar içermektedir.

Şekil 1'de sosyobilimsel konuların tarihi ve sosyobilimsel konuların Türkiye tarihi özetlenmiştir.



Şekil 1. Sosyobilimsel konuların tarihi

2.1.2. Sosyobilimsel Konular, Fen Teknoloji Toplum ve Fen Teknoloji Toplum Çevre Yaklaşımları İlişkisi

Sosyobilimsel konuların, F-T-T yaklaşımı ile ortak noktaları olsa da (Sadler, 2011; Zeidler & Sadler, 2008), temel aldığı felsefi ve sosyolojik geleneğin ötesinde daha geniş bir anlam taşımaktadır (Zeidler, 2014).

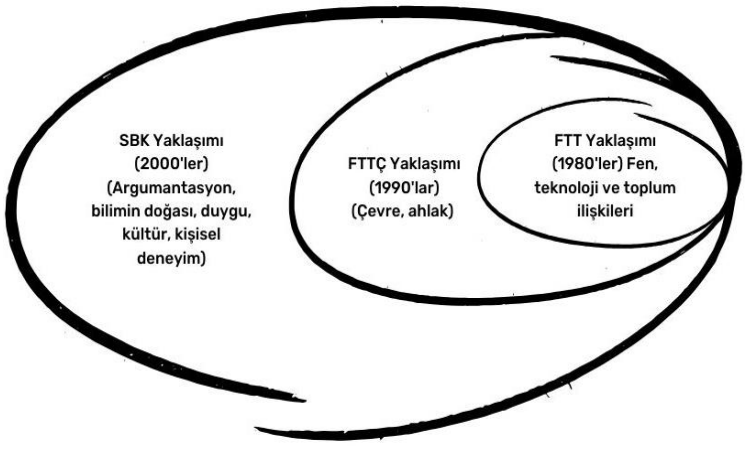
F-T-T yaklaşımı ve sosyobilimsel konuların ortak noktaları Tablo 3'te açıklanmıştır.

Tablo 3

F-T-T Yaklaşımı ve Sosyobilimsel Konuların Ortak Noktaları

Sosyobilimsel konular ve F-T-T yaklaşımının ortak noktaları	Sosyobilimsel konular ve F-T-T yaklaşımının farkları
• Bilinçli karar verme, bilgiyi analiz etme sentezleme ve değerlendirmenin önemine vurgu yapılması • Bilimin doğası etik ve ahlaki muhakemeyi içerme (Pedretti ve Nazır, 2011).	• Bireyin psikoloji ve epistemolojik gelişimine yapılan vurgu (Zeidler vd., 2005). • Bilişsel ve ahlaki gelişim, duyusal akıl yürütme, karakter eğitimi, sosyo ahlaki söylem, bilimin doğası bileşenleri içerin sosyokültürel bakış acısına sahip olma (Zeidler, 2014). • Etik ve politika ile ilgili felsefi tartışmaları içerme (Matthews, 2014).

Sosyobilimsel konular, F-T-T-Ç yaklaşımının bileşenlerini içermesine rağmen, onu diğerlerinden ayıran özellikleri ile birlikte daha geniş bir kapsama sahiptir (Topçu, 2008). Sosyobilimsel konular, F-T-T ve F-T-T-Ç yaklaşımları arasındaki kavramsal ilişki Topçu (2008) tarafından Şekil 2'de özetlenmiştir.



Şekil 2. Topçu (2008) Bilimle ilgili sosyal yaklaşımlar arasındaki kavramsal ilişkiler (Topçu, M. S. (2008). *Preservice science teachers' informal reasoning regarding socioscientific issues and the factors influencing their informal reasoning.* Doktora Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara (s.18))

2.1.3. Fen Bilimleri Sınıflarına Sosyobilimsel Konuların Aktarılabilmesi İçin Kullanılan Model ve Yaklaşımlar

Sosyobilimsel konuların fen sınıflarına aktarılabilmesi için birçok model ve yaklaşım geliştirilmiştir, bu model ve yaklaşımlar Tablo 4'te özetlenmiştir (Eilks, 2010; Saunders & Rennie, 2013; Presley vd., 2013; Ratcliffe, 1997; Sadler, Foulk & Friedrichsen, 2017; Zeidler, Applebaum & Sadler, 2011).

Tablo 4

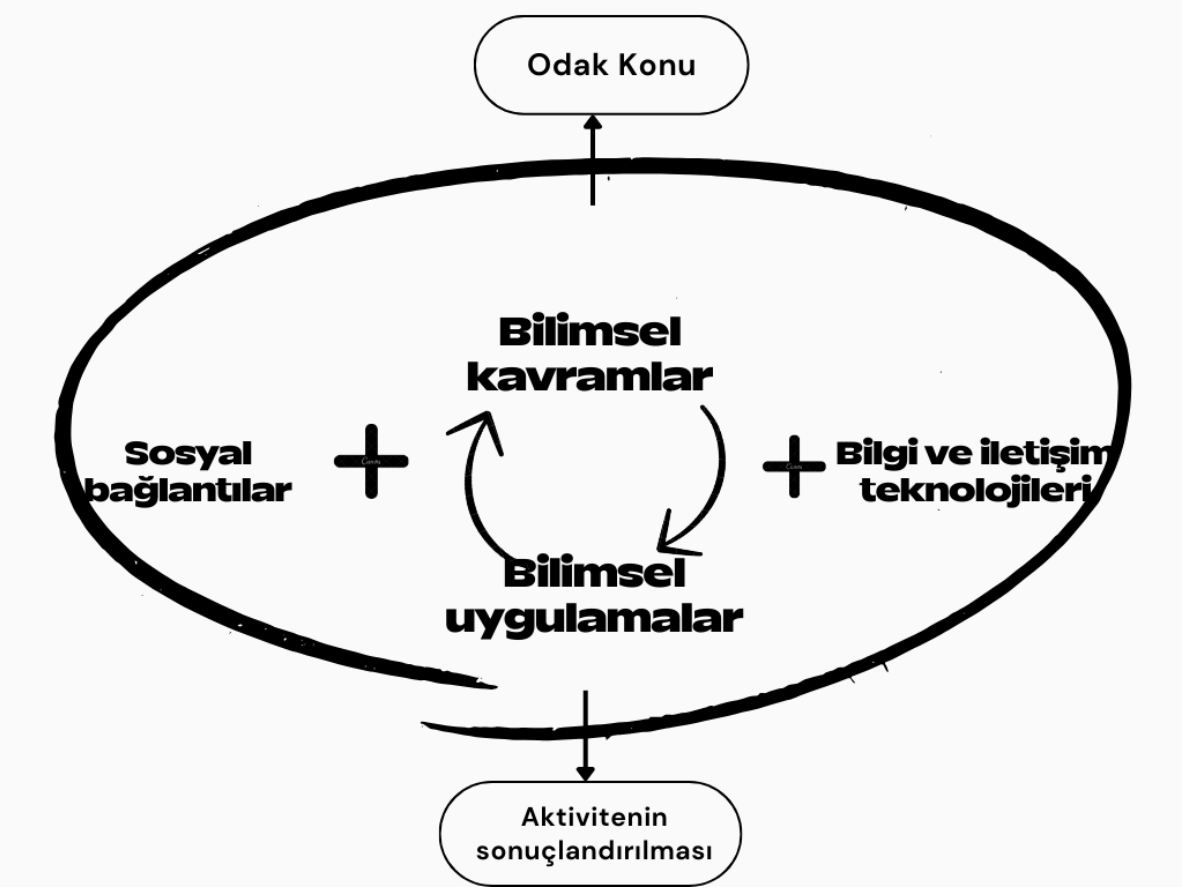
Fen Bilimleri Sınıflarına Sosyobilimsel Konuların Aktarılabilmesi İçin Kullanılan Model ve Yaklaşımlar

Modelin ortaya konulduğu çalışma	Modelin bileşenleri
Ratcliffe (1997)	Bu süreç; alternatifler, kriterler, bilgi, seçim ve karar verme, gözden geçirme olmak üzere beş ana bileşeni içermektedir. Sosyobilimsel konularla ilgili alternatif fikirlerin belirlenmesi, bu alternatiflerin karşılaştırılabilmesi için olası kriterlerin tanımlanması, belirlenen kriterlere uygun olarak bilimsel bilginin derinleştirilmesi, yapılan analizler ve belirlenen kriterler temelinde bir seçim ve karar verme aşamasını içermektedir. Sürecin bir gözden geçirme aşaması da bulunmaktadır; bu aşamada süreç genel olarak gözden geçirilir ve iyileştirmeler yapılır.
Burnham ve Mitchell (1992); Dawson (2001)	Bu süreç; gözlem, soru sorma/hipotez kurma, bilgi toplama, analiz etik muhakeme, karar ve çözümün açıklanması olmak üzere beş ana bileşeni içermektedir. Sosyobilimsel konular, bilimle ilgili bir görüş oluşturmayı gerektiren, kişisel veya toplumsal düzeyde seçimler yapmaya elverişli, sıklıkla medyada yer alan, kötü yapılandırılmış, politik ve toplumsal açıdan yerel, ulusal ve küresel boyutlara sahip, bazı maliyet-fayda analizleri aracılığıyla olasılık ve risk unsurlarını anlamayı gerektiren, sürdürülebilir kalkınma çerçevesinde değerlendirilebilecek, değerleri ve etik muhakemeyi içeren konulardır.
Keefer (2003)	Bu süreç; sosyobilimsel konu ile ilgili etik konunun belirlenmesi, konu hakkında bilinmeyenlerin belirlenmesi, soruna çözüm önerileri sunulması, gerekçe sunulması, alternatif senaryoların değerlendirilmesi ve alternatif çözüm önerilerinin sunulması olmak üzere beş ana bileşeni içermektedir. İlk olarak, konuyla ilişkili etik konular belirlenmekte ve ardından, mevcut bilgi eksiklikleri tespit edilmektedir. Bu eksiklikler doğrultusunda sorunlara çözüm önerileri geliştirilip, her öneri gerekçelerle desteklenmektedir. Bu aşamada, çeşitli çözüm yollarının etik ve bilimsel açıdan değerlendirilmesi için alternatif senaryolar dikkate alınmaktadır. Sonuç olarak, en uygun çözüm önerileri belirlenmekte ve süreç genel olarak gözden geçirilerek iyileştirmelere olanak tanımaktadır. Bu kapsamlı süreç, sosyobilimsel konuların karmaşıklığını anlama, etik değerlendirmelerle birlikte bilgi temelinde çözüm üretme ve karar alma sürecini içermektedir.

Eilks (2010)	Bu süreç; problem analizi, alan bilgisinin netleşmesi, sosyobilimsel ikileme odaklanma, rol oynama ve üst-bilişsel aktiviteler olmak üzere beş ana bileşeni içermektedir. Sosyobilimsel konuların öğretim süreci, öncelikle problem analizi ile başlamakta ve konu öğrencilere medya ve raporlar aracılığıyla tanıtılarak ilgi çekiciliği vurgulanmaktadır. Ardından, öğretmenin rehberliğinde, öğrencilerin sosyobilimsel konu ile ilgili bilimsel kavramları anlamaları hedeflenmektedir. Sosyobilimsel ikileme odaklanma aşamasına problemin sosyal boyutuna odaklanılır, ardından rol oynama aşamasında geçilmektedir. En son aşamada ise öğrenciler deneyimlerini bilimsel kavramlar doğrultusunda değerlendirilmektedir. Bu süreç, öğrencilerin sosyobilimsel konular ile ilgili kavramları anlama ve bilimsel kavramlar ışında değerlendirme fırsatı sunulmaktadır.
Sadler (2011)	Sosyobilimsel öğretim modelinde, öğrenci deneyimleri ve tasarım elemanları merkezi rol oynamaktadır. Bu model, öğrencilere muhakeme, argümantasyon, karar verme, pozisyon alma, bilimsel fikirlere erişme, veri toplama ve analiz gibi beceriler kazandırmayı hedeflemektedir. Tasarım elemanlarıyla ilgili odaklanılması gereken noktalar arasında, öğrenciye merak uyandıran ve yüksek deneyim sunacak bir konunun seçilmesi bulunmaktadır. Öğrencilere, fikirlerini özgürce ifade edebilecekleri, güvene dayalı ve işbirlikçi bir ortam sunulmaktadır. Öğretmenin, konuyla ilgili yüksek bilgi düzeyine sahip olması ve tartışmaya açık olması beklenmakteidir.
Presley (2013)	Bu model, Sadler (2011) modelinden farkı olarak öğretmen özelliklerine ve dış etkenlere odaklanılmıştır. Yeni modelde, odak SBK konusunu belirleme, öğrenme içerik ve uygulamalarında Next Generation Science Standards (NGSS) bakış açısının kullanılması, konuyla ilgili sosyal bağlantıların kurulması, öğrencilerin bilgi iletişim teknolojilerini kullanılması ve süreci sonlandıran uygulamanın gerçekleşmesi gibi beş ana hedef belirlenmiştir. Bu revize edilmiş model, SBK öğretim sürecini daha etkili ve çağdaş hale getirerek öğrenci deneyimlerini zenginleştirmeyi amaçlamaktadır.
Zeidler, Applebaum ve Sadler (2011)	Bu çerçeve sekiz adımdan oluşmaktadır: • Öğrenciyi Ders Hazırlığı ve Ön Kavramlarını Belirleme: Bu aşama hazırlık sürecini ifade eder ve öğrencilerin ön kavramları belirlenmektedir • Öğrencinin İnançlarını Farkına Varma ve Tartışmalı Sorular: Bu aşama, öğrencilere tartışmalı soruların yöneltilmesini içermektedir. • Normal Bir Öğretim Süreci: Konuyla ilgili temel kavramların öğrencilere sunulduğu aşamadır. • Araştırma ve Sunum İçin Grup Oluşturma: Konuyla ilgili çeşitli aktiviteler için grupların oluşturulduğu aşamadır. • SBK Bağlamında Soruların Geliştirilmesi: Öğrencilere sosyobilimsel konu ile alan bilgisini ilişkilendirebilecekleri soruların sorulduğu aşamadır. • Tartışmaların ve Argümantasyonun Sınıflandırılması: Tartışmaların ve argümantasyonun sınıflandırıldığı aşamadır. • Kavramın Netleştirilmesi: Kavramların netleştirildiği aşama olup, öğrenilen kavramların tekrar gözden geçirme fırsatı sunulmaktadır.

	• Bilgi ve Muhakemenin Değerlendirilmesi: Alan bilgisinin ve sosyobilimsel konuyla ilgili muhakemenin değerlendirildiği aşamadır.
Friedrichsen, Sadler, Graham ve Brown (2016); Zangori, Peel, Kinslow, Friedrichsen ve Sadler (2017)	Bu Modelin beş adımı bulunmaktadır: • SBK'yı Belirleme: Model, öğretim programındaki odak noktasını belirlemeyi içermektedir, böylece SBK'ya özel bir vurgu sağlanmaktadır. • Öğrenme İçerik ve Uygulamalarda NGSS Bakış Açısının Kullanılması: Model, Next Generation Science Standards (NGSS) bakış açısının öğrenme içeriği ve uygulamalarında nasıl kullanılacağını belirlemektedir. • Konuyla İlgili Sosyal Bağlantıların Kurulması: Model, SBK ile ilişkilendirilebilecek sosyal bağlantıların kurulmasını ve entegrasyonunu desteklemektedir. • Öğrencilerin Bilgi İletişim Teknolojilerini Kullanması: Öğrencilere, bilgi iletişim teknolojilerini kullanarak SBK daha etkili bir şekilde keşfetme ve anlama fırsatı verilmektedir. • Süreci Sonlandıran Uygulamanın Gerçekleşmesi: Model, öğrenme sürecini tamamlayan bir uygulamanın gerçekleştirilmesini içermaktedir, böylece öğrenciler edindikleri bilgileri uygulayabilmektedir ve kavramları pekiştirebilmektedir.
Saunders ve Rennie (2013)	SBK öğretim sürecini içeren dokuz adım bulunmaktadır: • Öğretmenin Sınıf İçine Taşıyacağı SBK'yı Araştırması: Öğretmenin SBK konusunu araştırarak, derse daha iyi entegre etmesi ve öğrencilere daha etkili bir şekilde iletebilmesi için hazırlık yapması. • Öğrencinin Konuya İlgisini Çekme: Öğrencilerin ilgisini çekmek için çeşitli stratejiler kullanarak SBK konusunu daha çekici hale getirme. • SBK'nın Altında Yatan Alan Bilgisinin Farkına Varma: Öğrencilerin SBK konusunun temelinde yatan bilgileri anlamalarını sağlama. • Bireysel Olarak İlgili SBK Hakkında Yansıtma Yapma: Her öğrencinin kendi düşüncelerini ve duygularını SBK konusu üzerinde düşünerek yansıtması. • SBK Hakkında Grup Tartışması: Öğrencilere, SBK konusunu grup içinde tartışma ve paylaşma fırsatı vererek çeşitli perspektiflerden bakmalarını sağlama. • Belirli Bir Soru veya Tartışmalı Konu Üzerinde Karar Verme: Grupların konu ile ilgili karar verdiği süreç • Öğrencinin Soru veya Konu Hakkında Etik Sorgulama Yapma: Öğrencilere SBK konusuyla ilgili etik açıdan düşünmeleri için rehberlik ederek sorular sorma. • Etik Açıdan Karar Verme ve Gerekçelendirme: Öğrencilere etik değerlendirmelerini ve kararlarını gerekçelendirme becerisi kazandırma. • Eylem ve Değerlendirme: Öğrencilerin SBK konusundaki etik kararlarını uygulamalarını ve ardından bu eylemleri değerlendirmelerini sağlama.

Friedrichsen vd. (2016) ve Zangori vd. (2017) ortaya konulan sosyobilimsel konular temelli öğretim için tasarlanan modelin genel yapısı aşağıdaki Şekil 3'te özetlemiştir.



Şekil 3. Sosyobilimsel konu temelli öğretimin genel yapısı (Friedrichsen, P., Sadler, T., Graham, K., & Brown, P. (2016). Design of a socio-scientific issue curriculum unit: Antibiotic resistance, natural selection, and modeling. *International Journal of Designs for Learning, 7*(1), (s. 345-360))

Sosyobilimsel konu temelli öğretim modeli öncelikle sosyobilimsel konu temelli öğretimin odak noktasını belirlenmesi ile başlamaktadır. Model, öğrenme deneyimini temel olarak dört etkileşimli unsuru vurgulamaktadır: sosyal bağlantılar, bilimsel kavramlar ve uygulamalar, bilgi iletişim teknolojisi (BİT). Öğrencilere, BİT ile etkileşime girerek yeni fikirlere erişme, analiz etme ve paylaşma fırsatları sağlanmalıdır. Öğretim modelinin bir diğer boyutu ise, öğrencilerin deneyimlerini sentezledikleri bir sonuçlandırma egzersizidir.

Sosyobilimsel konu temelli öğrenme yaklaşımının 5E öğrenme döngüsü modeli ile benzerlikleri bulunmaktadır (Friedrichsen vd., 2016). Tablo 5'te 5E öğrenme döngüsü ve bu sosyobilimsel konu temelli öğretim modelinin benzerlikleri özetlenmiştir.

Tablo 5

Friedrichsen vd. (2016) Tarafından Geliştirilen Sosyobilimsel Konu Temelli Öğretim Modelinin 5E Öğrenme Döngüsü Modeli ile Benzerlikleri

Sosyobilimsel Konu Temelli Öğretim Modeli	5E Öğrenme Döngüsü Modeli
Odak Konu	Giriş: Konu ile öğrencileri etkileşimde bulunması ve konuyla ilgili öğrenci fikirlerini değerlendirilmesi.
Sosyal bağlantılar + Bilimsel kavramlar ve uygulamalar + Bilgi İletişim Teknolojisi	Keşfetme: Fenomenin keşfedilmesi.
	Açıklama: Bilimsel açıklamanın geliştirilmesi.
	Derinleştirme: Yeni bir bağlamda bilimsel açıklamayı uygulanması.
Aktivitenin sonuçlandırılması	Değerlendirme: Değerlendirme aşaması.

2.1.4. Sosyobilimsel Konularda Rol Oynama Yöntemi

Alanyazında, rol oynama yöntemi sosyobilimsel konu temelli öğretim için uygun bir yaklaşım olarak tanımlanmaktadır (Burmeister, Rauch & Eilks, 2012; Smythe & Higgins, 2007). Rol oynama yöntemi, sınıf içinde diyalog ve sözlü iletişim, sosyobilimsel konuyla ilgili görüş değişikliklerine uygun ortam sağlamakta, konuyla ilgili düşüncelerin netleştirilmesine ve öğrencilere tartışma becerisi kazandırarak, bilimi bir sosyal pratik olarak anlamlandırmalarına yardımcı olmaktadır (Simonneaux, 2001).

Rol oynama yöntemi ile, çeşitli rollerin belirlenmesi ve bu rollerin temelindeki kriterlerin belirlenmesi yoluyla, öğrencilerin sosyobilimsel konulara olan öğrenme motivasyonunu artırmanın yanı sıra bilimi daha yakın ve anlaşılır olarak algılamalarına katkıda bulunulmaktadır (Driver, Newton & Osborne, 2000). Alanyazında rol oynama yönteminin, bilimle ilgili konularda ekonomik, sosyal ve çevresel faktörlerle bilinçli karar verme pratiği yapma fırsatı sunmanın yanı sıra, öğrencilere karmaşık argümanlarda farklı bakış açılarını anlama ve değer verme konusunda yardımcı olduğu vurgulanmaktadır (Cebrián-Robles, Franco-Mariscal & Blanco-López, 2018; Cook, 2014; Levintova, Johnson, Scheberle & Vonck, 2011).

2.1.5. Sosyobilimsel Konularda İkilem Kartları

İkilem kartları, sosyobilimsel konu temelli bir ikilemi içeren durumları temsil eder ve karar aşamasında hiçbir seçeneğin doğru olmadığı cevapları içermektedir (Evren & Kaptan, 2004).

Sosyobilimsel temelli ikilem kartları, bireysel açıdan tercih yapmayı gerektiren senaryolar içermektedir (Evren, 2018). Kartların ön yüzünde, sosyobilimsel ikilemle ilgili bir senaryo sunulurken, arka yüzde ise olası kararlar sunulmaktadır. İkilem kartlarının oluşturulması sürecinde beş aşama önerilmektedir (Yapıcıoğlu, 2021):

1. Sosyobilimsel konunun seçilmesi.
2. Sosyobilimsel ikilemin belirlenmesi.
3. Kartın ön yüzünde sosyobilimsel ikilem senaryosunun oluşturulması.
4. Kartın ön yüzünde senaryonun bir soru cümlesi ile tamamlanması.
5. Kartın arka yüzünde farklı karar veya seçeneklerin maddeleştirilerek oluşturulması.

2.2. Fen Okuryazarlığı

Fen okuryazarlığı ile bireylerin yalnızca fen, matematik ve teknoloji ile ilgili alanlarda bilgi sahibi olmalarının yanı sıra edindikleri bilgileri ve bilimsel süreç becerilerini günlük yaşamda etkili bir şekilde kullanabilmeleri amaçlanmaktadır (NRC, 1996).

Showalter (1974), bilimsel okuryazarlığın yedi bileşenini açıklamıştır:

1. Bilimin Doğası: Bilimsel okuryazar birey, bilimin doğasını anlar.
2. Bilimsel Kavramlar: Günlük hayatta; bilimsel kavramları, prensipleri, kanunları ve teorileri uygulayabilir.
3. Bilimsel Süreçler (Bilimsel Muhakeme veya Bilimsel Pratik): Problemleri çözmek, kararlar almak, evrene ilişkin kendi anlayışını geliştirmek için bilimsel süreç becerilerini kullanır. Bilimsel süreçler ayrıca bilimsel sorgulama veya bilimsel uygulamalar olarak da bilinmektedir (Lederman, 2019).
4. Değerler: Çevresiyle olan ilişkilerini, bilimin alt yapısını oluşturan değerlerle tutarlı bir şekilde geliştirir.
5. Bilim Toplumu: Bilimsel okur yazar kişi, bilim ve teknolojinin ilişkisini ve aynı zamanda bu disiplinlerin toplum ile olan ilişkisini anlar.
6. İlgi: Fen eğitimi sonucunda evren hakkında daha doyurucu ve heyecan verici bir bakış açısı geliştirir, fen eğitimini hayatı boyunca uzatmaya devam eder.
7. Beceriler: Bilim ve teknoloji ile ilgili çok sayıda manipülatif beceri geliştirmiştir.

Fen okuryazarı bireyler; bilim, teknoloji ve matematiğin yönlendirdiği, bilimsel kavramlar ve prensipler doğrultusunda, bu disiplinlerin birbirine bağlı insan faaliyetleri olduğunun

farkında olan ve bu farkındalıkla bilimsel bilgi ve düşünme ile ihtiyaçlarını karşılayan bireyler olarak tanımlanmaktadır (Popli, 1999).

NSTA (1982), bilimsel okur yazar kişinin özelliklerini şu şekilde tanımlamaktadır:

1. Günlük kararları alırken, bilimsel süreç becerileri ve bilimsel kavramları dikkate alır ve bu becerilerini kullanarak kararlarını şekillendirir.
2. Bilim ve teknolojinin toplumu nasıl etkilediğinin yanı sıra toplumun bilim ve teknolojiyi nasıl etkilediğini anlar.
3. Toplumun kaynakların tahsisi yoluyla bilimin ve teknolojinin nasıl etkilendiğini anlar.
4. İnsan refahının ilerlemesinde bilim ve teknolojinin yararının yanı sıra sınırlılıklarını da anlar.
5. Bilimin temel kavramlarını, hipotezlerini ve teorilerini bilir ve bunları kullanır.
6. Sağladığı entelektüel teşvik için bilim ve teknolojiyi takdir eder.
7. Bilimsel bilginin üretim sürecinin bilimsel araştırma sürecine kavramsal kurallara bağlı olduğunu anlar.
8. Bilimsel kanıt ve kişisel görüş arasındaki ayrımı yapar.
9. Bilimsel bilginin kökenini tanır, bilimsel bilginin geçici olduğunu ve yeni kanıtlar ışığında değişeceğini anlar.
10. Teknolojinin uygulamasının ve teknoloji kullanımının gerektirdiği kararları anlar.
11. Bilimsel araştırma ve teknolojik gelişmelerin değerini takdir edecek yeterli bilgiye sahiptir.
12. Fen eğitiminin bir çıktısı olarak dünya hakkında eskisinden daha zengin ve heyecan verici bir görüşe sahiptir.
13. Bilimsel ve teknolojik bilginin kaynağını bilir ve karar verme sürecinde kullanır.

Alanyazında, fen okuryazarlığı terimi terminolojik olarak bilim okuryazarlığı (science literacy) ve bilimsel okuryazarlık (scientific literacy) şeklinde iki farklı şekilde kullanılmaktadır: Bilim okuryazarlığı (Vizyon I); bilim yapmak bağlamında bilime dair okuryazarlık olarak tanımlanırken, bilimsel okuryazarlık (Vizyon II); bilimsel yolla olup bitenleri anlama yeteneğine dair okuryazarlık olarak tanımlanmaktadır (Roberts, 2007). Bilim okuryazarlığı; bilimsel bilgi ustalaşmayı vurgularken, bilimsel bilgi ve süreçler, bilimi odak noktasına alır. Bilimsel okuryazarlık; bireysel, toplumsal ve küresel konularla ilgili bilinçli kararlar almak için bilimsel bilginin kullanımını vurgular (Lederman, 2019). Bilimsel okuryazar birey, alan bilgisi konularında hakimiyet kurarak bu bilgileri karar alma esnasında bilinçli bir değerlendirme ile kullanabilir (NRC, 1996; Sadler, 2014). Bilinçli

karar verme; farklı kaynaklardan elde edilen bilgilerin doğruluğunun sorgulanması, etik konular ile ilgili ahlaki sorgulamalar yapabilme, sosyobilimsel ikilemleri anlayabilme ve aynı zamanda toplumda aktif bir birey olarak var olabilme ve kendi kişisel kararlarının bilincinde olabilmeyi gerektirmektedir (Ratcliffe & Grace, 2003; Zeidler, 2001).

Tablo 6'da Vizyon I ve Vizyon II'nin ortak özellikleri ve farklılıkları özetlenmiştir.

Tablo 6

Vizyon I ve Vizyon II'nin Ortak Özellikleri ve Farklılıkları

Vizyon I	Ortak özellikleri	Vizyon II
• Bilimsel süreçlerin ve ürünlerin anlaşılması • Bilim ile ilgili kavramların ve teorilerin anlaşılması • Bilimsel araştırmanın unsurlarının anlaşılması (Roberts, 2007)	• Alan bilgisine sahip olmanın gereği • Günlük yaşam bağlantısının önemi • Bağlama göre farklı bakış açısının gereği (Bybee, 2014; Roberts, 2007)	• Bilimsel boyutu olan toplumsal konularla baş edebilmek için ihtiyaç duyulan beceriler (Bybee, 2014; Roberts, 2007) • Bilimin halk ve çevre sağlığına olan etkisini ile ilgili bilgiler • Bilimsel bilginin geçerliliği ve bağlam için uygunluğunu analiz etme • Karar verirken ahlaki ve etik faktörlerin değerlendirilmesi • Sosyobilimsel konuların yapısındaki karmaşık yapıyı anlayabilme (Sadler, 2011; Zeidler, 2014; Zeidler vd., 2005)

Vizyon I, daha eski bir yaklaşım olmasına rağmen, PISA, TIMMS, PIRLS gibi içeriğe odaklanan, öğrenme çıktılarını günlük hayatla ilişkilendiren sınavlar sebebiyle geçerliliği pekişmektedir (Bosser, 2018; Roberts & Bybee, 2014).

1980'lerde ortaya çıkan F-T-T hareketleri ile fen konularının öğrenci için daha anlamlı hale gelmesi hedeflenmiş, güncel olaylar ile birlikte öğrencilere sunulması amaçlanmıştır. Bu güncel olaylar ile ilgili karar verirken, fen ve teknoloji bilgisini kullanma becerisi kazandırmak amaçlanmıştır. F-T-T-Ç yaklaşımında, karar verme aşamasında konu alan bilgisine vurgu yapıldığı için Vizyon I'e, günlük hayattaki konuları bağlam olarak kullanması sebebiyle ise Vizyon II'ye vurgu yapılmaktadır (Arkenhead, 1992).

Fen eğitimi ile ilgili fen okuryazarlığı tanımlamalarında, Vizyon I'e bir vurgu yapılırken, son zamanlarda Vizyon II'ye yönelik bir vurgu da yapılmaktadır. Vizyon II tanımlanırken; sosyobilimsel konular ile ilgili argüman oluşturma ve karar verme becerileri, bu konularda çözüm üretmenin önemi üzerinde durulmaktadır (Holbrook & Rannikmae, 2009; Santos, 2009).

2.2.1. Bilimin Doğası

Bilimsel bilginin doğası, bilimsel araştırma süreci ile elde edilen bilimsel bilginin özelliklerini tanımlamak için kullanılan bir ifadedir. Alanyazında sıklıkla kısaltması olan "bilimin doğası" olarak kullanılmaktadır (nature of science); "bilimsel bilginin doğası" (nature of scientific knowledge) ifadesi ile aynı anlamda hatta kavramı daha kapsamlı bir şekilde karşılayan bir söz öbeğidir. 1970'lerin başında, "bilimsel bilginin doğası" kavramı "bilimin doğası" olarak kısaltılıp kullanılmaya başlanmıştır (Lederman, 2019).

Bilimin doğasının bileşenleri ile ilgili iki farklı görüş bulunmaktadır (Erduran & Dagher, 2014; Lederman, 2007). Bu iki yaklaşımda, bilimsel bilginin geliştirme süreciyle yakından ilgilenilmekte olup, farklı olarak bilimsel bilginin özelliklerine de değinilmiştir. Lederman (1992) bilimin doğasını, bilimin epistemolojisi, bilimde bilmenin yolu, bilimsel bilgi ve gelişimi ile ilgili değerler ve inançlar olarak tanımlamaktadır. Erduran ve Dager (2014) ise bilimsel bilgiyi şekillendirmede sosyal ve kültürel değerlerin, bilimin doğası kavramı ile ele alınması gerektiğini vurgulamaktadır.

2.2.2. Bilimsel Muhakeme

Bilimsel muhakeme; bilim insanlarının, doğa olaylarını ve fenomenleri anlamlandırma çabaları esnasında bilimsel bilgi üretme amacıyla kullandıkları sistematik yaklaşımların bütününü ifade etmektedir (Lederman & Lederman, 2012; NRC, 2000). Bilimsel muhakeme, belirlenen konu hakkında sorular sormayı, araştırmanın planlanması ve uygulanması, verilerin analizi ve yorumlanmasını içerirken; aynı zamanda bu geleneksel adımları, bilimsel akıl yürütme ve eleştirel düşünme becerileriyle entegre ederek etkili iletişim becerilerini kullanmayı da içermektedir (Lederman, Antink & Bartos, 2014; NRC, 2012; Pedaste vd., 2015).

Lederman vd. (2014) tarafından bilimsel muhakemenin sekiz bileşeni vurgulanmıştır. Tablo 7'de bilimsel muhakemenin bileşenleri özetlenmiştir.

Tablo 7

Bilimsel Muhakemenin Bileşenleri

Bileşenin adı	Açıklaması
Bilimsel araştırmaların hepsi bir soru ile başlar ve her zaman bir hipotez test etmez	Bilim tarihinde bilimsel araştırmaların her zaman bir araştırma sorusu ya da hipotezle başlamadığı görülmektedir. Bazı buluşlar sadece gözlem yoluyla elde edildiği de görülmektedir (Lederman vd., 2014).
Bütün araştırmalarda takip edilen tek bir bilimsel yöntem yoktur	Bilimsel araştırmalar yapılırken sadece tek bir yöntem kullanılmamaktadır, öğrencilerin farklı deneysel yöntemlerin yanı sıra gözlemlerin de bilimsel gelişmelerde önemli bir rol oynayabileceğini anlamalarını gerekmektedir (Patricia, 2015).
Sorulan soru sorgulama işlemine rehberlik eder	Bir konu ile ilgili bilimsel çalışma yapılırken farklı yöntemler kullanılabilir. Bazı soruların cevaplanması zor veya etik olmayabilir; bu nedenle öğrencilerin araştırma sorusu ile kullanılan yöntem arasındaki bağlantıyı anlamaları ve sorularına uygun araştırma yöntemini seçme becerisi geliştirmeleri önemlidir (Lederman vd., 2014).
Aynı işlemi yapan bilim insanları aynı sonuçlara ulaşmayabilirler	Araştırma sonuçları sadece veriler ile değil, aynı zamanda bilim insanlarının kendi değer yargılarına göre yorumlamalarıyla şekillenebilmektedir; bu nedenle, öğrencilerin aynı verilere farklı yorumların yapılabileceğini anlamaları önemlidir (Lederman, 2007).
Sorgulama işlemi sonuçlara etki eder	Seçilen yöntem, veri toplama sürecinden başlayarak veri yorumlama, değişken kontrolü ve sürecin genel yorumlanması gibi aşamalarda elde edilecek sonuçları belirleyen kritik bir faktördür; bu nedenle öğrencilerden beklenen, sorgulama sürecinin araştırma sonuçlarını nasıl etkilediğinin farkında olmaları önemlidir (Lederman vd., 2014).
Araştırma sonuçları toplanan verilerle tutarlı olmak zorundadır	Araştırma sonuçları, delillerle desteklemek araştırmanın güvenirliği artıran bir faktördür, bu nedenle, öğrencilerin bilimsel gelişmelerde iddialarını delillerle desteklemeleri gerektiği ve toplanan verilerin bilimsel gelişmeler için temel oluşturduğunu bilmeleri önemlidir (Lederman, 2007).
Bilimsel veri ile bilimsel kanıt aynı şey değildir	Bu iki kavram sıklıkla karıştırılsa da, temelde bilimsel veriler, araştırma sorularını yanıtlamak için toplanan ham bilgileri temsil ederken, bilimsel kanıtlar bu verilerin yorumlanmış hallerini ifade eder (Schwartz, Lederman & Lederman, 2008).
Çıkarımlar, toplanan verilere ve önceden bilinenlere dayanılarak yapılır	Bilimsel ilerlemenin sadece deneylerle değil, zaman zaman araştırmacıların önceki bilgileriyle yeni verileri entegre ederek çıkarımlarda bulunmalarının da gerektiğini kavramaları önemlidir (Lederman vd., 2014).

2.2.3. Bilim Tarihi Yaklaşımı

Bilimin doğasının öğretilmesi konusundaki alanyazın incelendiğinde, birçok yaklaşımın öne çıktığı görülmektedir. Bilimin doğasının öğretilmesinde en fazla vurgu yapılan yaklaşımlar;

açık yaklaşım, örtük yaklaşım ve bilim tarihi yaklaşımıdır (Allchin, Andersen & Nielsen, 2014) olarak ifade edilmiştir.

Öğrencilere günlük yaşam deneyimleri ile benzer deneyimler sunulması ve bu deneyimlerin, bilimin doğasının öğretilmesine yönelik yaklaşımla birleştirilmesi, daha etkili bir öğrenme deneyimi sağlayabilir. Bu amaçla bilimsel sorgulayıcı araştırma, bilimsel argümantasyon, sosyobilimsel konular ve bilimsel becerileri temeli yaklaşım kullanılabilir (Schwartz, Lederman & Crawford, 2004).

Bilim tarihi yaklaşımında, bilim insanlarının yaşam öyküleri, yaşadıkları toplumla olan ilişkileri ve yaptıkları buluşun öyküsü gibi konularla ilgili materyaller kullanılarak, bilim tarihindeki olaylar ve olgular vurgulanmaktadır (Kim & Irwın, 2010). Bilim tarihi yaklaşımın, fen sınıflarında kullanılmasını destekleyen birçok çalışma bulunmaktadır (Khishfe & Abd-El-Khalick, 2002; Klopfer & Cooley, 1963; Matthews, 1994).

Matthews (1994) fen eğitiminde bilim tarihi ve felsefesinin dahil edilmesinin fen sınıflarına aşağıdaki şekillerde katkı sağlayabileceğini vurgulamaktadır:

1. Bilimin insan faaliyeti olarak tanıtılması ve bilimim kişisel, etik, kültürel ve politik bağlamlar aracılığı ile sunulması.
2. Eleştirel düşünceyi teşvik etmek.
3. Bilimsel içeriğin daha kapsamlı anlaşılmasını teşvik etmek.

2.3. Eleştirel Düşünme

Eleştirel düşünme, bilinçli, öz-düzenleyici ve yansıtıcı bir değerlendirme süreci olan metakognitif bir süreç olarak tanımlanmakta, aynı zamanda bir problem için mantıklı bir çözüm veya bir argüman için geçerli bir sonuca ulaşma olasılığını artıran çeşitli alt beceri ve eğilimleri içermektedir (Dwyer, Hogan & Stewart, 2012, 2014, 2015). Eleştirel düşünmenin alanyazında birçok farklı kavramsallaştırması bulunmaktadır (Bensley, 1998; Dewey, 1910, 1933; Ennis, 1987; Glaser, 1941; Halpern, 2014; Paul, 1993). Glaser'a (1941) göre eleştirel düşünce, üç özelliğe sahip bilişsel bir beceridir:

1. İnsanların karşılaştığı problemleri eleştirel bir şekilde düşünme ile ilgili olumlu bir tutuma sahip olması.
2. Mantıklı akıl yürütme stratejilerini bilinmesi.
3. Söz konusu tutumları ve stratejileri uygulama yeteneği.

Eleştirel düşünmenin unsurları, Facione (1990)'e göre; yorumlama, analiz, değerlendirme ve çıkarım olarak dörtte ayrılmaktadır. Dwyer, Hogan ve Stewart (2012) ise Facione'un bu unsurlarını analiz, değerlendirme ve çıkarım olmak üzere üç temel unsur ile sınırlandırmıştır. Halpern (2010, 2014) eleştirel düşünme becerisini tüm bilişsel becerilerin kullanımı veya istenen sonuca ulaşma olasılığı olarak tanımlanmaktadır. Halpern (2014), eleştirel düşünme becerilerini beş kategoriye ayırmaktadır. Bu kategoriler şunlardır:

- Sözel akıl yürütme
- Argüman analizi
- Hipotez test etme
- Olasılık ve belirsizlik
- Karar verme ve problem çözme

Ennis (1996) eleştirel düşünme standartları; yansıtmalı değerlendirme, analitik değerlendirme ve çıkarımsal değerlendirme olarak sınıflandırmaktadır.

Tablo 8'de eleştirel düşünme kategorileri sınıflandırılmıştır.

Tablo 8

Eleştirel Düşünme Kategorileri

Halpern (2014)	Ennis (1996)	Facione (1990)	Dwyer, Hogan ve Stevard (2012)
• Sözel akıl yürütme • Argüman analizi • Hipotez test etme • Olasılık ve belirsizlik • Karar verme ve problem çözme	• Yansıtmalı değerlendirme • Analitik değerlendirme • Çıkarımsal değerlendirme	• Yorumlama • Analiz • Değerlendirme • Çıkarım	• Analiz • Değerlendirme • Çıkarım

Eleştirel düşünme, sadece becerilerle ilgili değil, aynı zamanda bu becerilerin ne zaman gerektiğini tanıma ve onları uygulama isteğiyle ilgili eğilimlerle bağlantılıdır (Halpern, 1998). Birisi eleştirel düşünme becerilerini öğrense bile, bu becerileri uygulamak için bir eğilimi olması gerekmektedir (Cheng & Wan, 2017).

Ennis (1987, 1991, 2013)'e göre eleştirel düşünme eğiliminde olanlar aşağıdaki özellikleri göstermektedir:

- Alternatif hipotezleri, açıklamaları, sonuçları, planları, kaynakları vb. aramak ve onlara açık olmak.
- Kendi görüşlerinden farklı diğer bakış açılarını ciddi şekilde düşünmek.
- Bir pozisyonu, yalnızca mevcut bilgi tarafından haklı çıkartıldığı ölçüde desteklemek, eleştirel düşünme yeteneklerini kullanmak.
- Diğer insanların görüşlerini ve görüşlerinin nedenlerini anlamlandırabilmek.
- İfade edilen düşüncenin amaçlanan anlamını açık bir şekilde anlamaya çalışmak ve duruma gerektiği kadar hassaslık göstermek.
- Sonuç veya soruya odaklanabilmek ve sürdürebilmek.
- Nedenleri araştırmak ve sunmak.
- Toplam durumu dikkate alabilmek.
- Temel inançlarının yansıtıcı bir farkındalığına sahip olmak.
- Diğer insanların duygularını ve düşüncelerini dikkate almak.

Dwyer, Hogan, Harney ve Kavanagh (2014), öğrencilerin ve eğitimcilerin eleştirel düşünme eğilimlerini kavramsallaştırarak bu eğilimleri 13 öğe olarak sınıflandırmışlardır. Bu öğeler; yansıma, gerçeği arama, merak, organizasyon, öz-yeterlilik, netlik, açıklık, kaynaklılık, yaratıcılık, şüphecilik, içsel hedef yönelimi, dikkat ve azimdir. Halpern (2014)'e göre eleştirel düşünme eğilimi 7 kategoriden olmaktadır. Bu kategoriler; bağlamı anlama ve analiz eğilimi, alternatifler arama ve esneklik eğilimi, belirsizlik ve belirsizlikle başa çıkma eğilimi, düşünceleri açıklıkla ifade etme eğilimi, eleştirel düşünceyi fark etme ve kullanma eğilimi, bağlantı kurma ve entegrasyon eğilimi, hipotez test etme ve sistematiklik eğilimidir. Paul ve Elder (2018)'e göre eleştirel düşünme eğilimi 8 kategoriden oluşmaktadır. Bu kategoriler; adil düşünce, zihinsel alçakgönüllülük, zihinsel cesaret, zihinsel empati, zihinsel bütünlük, zihinsel azim, akıl konusundaki güven ve zihinsel özerkliktir.

Eleştirel düşünmenin sürecine dair; "Şematik Model" (Halpern, 2014) ve çatışma tespiti kavramı ile "Çift Süreçli Teori" (Pennycook, Fugelsang & Koehler, 2015) olmak üzere iki model bulunmaktadır. Halpern (2014)'in şematik modeline göre, eğilimler, bireysel değişkenler ve durumsal değişkenler, bir durumun nasıl yorumlandığı ve eleştirel düşünmenin çaba gerektirip gerektirmediği konu ile ilgili kararı etkilemektedir. Eleştirel düşünme sürecinden geçtikten sonra, sonuçlar belirli hedeflere ulaşmak için kullanılmaktadır. Bu amaçlanan hedefler arasında problem çözme ve karar verme bulunmaktadır (Halpern, 1998). Çift Süreçli Teori'deki düşünme sürecinin anlaşılması, eleştirel düşünme süreçlerini anlamak için kullanılmaktadır. Çift Süreçli Teori, heuristik ve

analitik olmak üzere iki tür düşünmeyi açıklamaktadır (De Neys & Glumicic, 2008; Frey, Johnson & De Neys, 2018; Pennycook, Cheyne, Barr, Koehler & Fugelsang, 2014; Pennycook, Fugelsang & Koehler, 2012). Çift Süreçli Teori, eleştirel düşünme terimini kullanmasa da analitik düşünme eleştirel düşünmenin temel yönlerinden biridir. Terimler alanyazında "eleştirel düşünme" ve "analitik düşünme" değişken bir şekilde kullanılmaktadır (Bensley & Spero, 2014; Bentley vd., 2016; Heijltjes, Van Gog, Leppink & Paas, 2014).

Analitik düşünmenin "kuşku aşaması" olarak adlandırılan aşamasında, ilk aşama sezgisel düşünce veya heuristik aşamadır; bu aşmada birkaç varsayım üretilmektedir. İkinci aşamada düşünürler, sezgisel düşüncelerinin sonuçlarıyla ilgili ya kuşku duymaktadır ya da duymamaktadır. Eğer düşünür, kuşku olduğunu fark ederse, o zaman düşünür ve analitik düşünme ile devam etmektedir. Üçüncü aşama, sezgisel düşünceden analitik düşünmeye geçişin ana göstergesidir; varsayımlar üzerinde aniden ortaya çıkan kuşkuların spontan bir oluşumudur (Pennycook vd., 2012, 2015). Çift Süreçli Teori'de, heuristik düşünmeye karşı kuşku, aynı zamanda çatışma izleme olarak bilinmektedir (De Neys & Glumicic, 2008). Şekil 4'te çift süreçli teorinin basamakları özetlenmiştir.



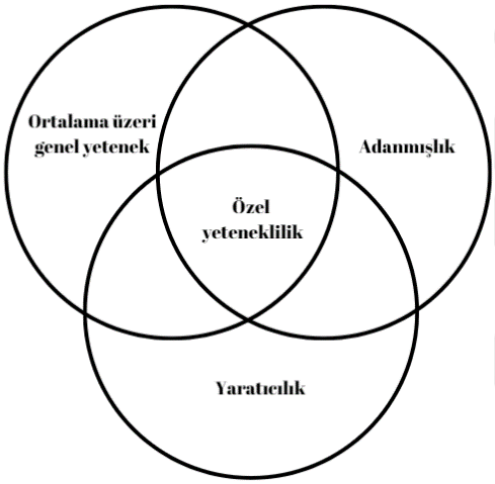
Şekil 4. Çift süreçli teori (Pennycook, G., Fugelsang, J. A., & Koehler, D. G. (2015). What makes us think? A three-stage dual-process model of analytic engagement. Cognitive Psychology, 80, (s. 34–72))

2.4. Özel Yetenekliler

1972 ve 1978'deki Marland Raporunda bilişsel, entelektüel ve akademik yeteneklerin ötesinde aynı zamanda yaratıcılık, liderlik, soyut düşünme, sebat ve liderlik gibi özellikler gösteren çocuklar özel yetenekli olarak tanımlanmıştır (Tuttle & Becker, 1980). Özel yeteneklilikler, genel veya özel alanlarında, yaşıtlarına kıyasla üst düzeyde performans sergileyen bireylerdir (Özel Eğitim Konseyi Ön Raporu, 1991; MEB, 2013b). Tannenbaum (1983)'e göre özel yetenekliler; insanlığın ahlaki, fiziksel, duygusal, sosyal entelektüel veya estetik hayatını zenginleştiren, eleştirmenlerce alkışlanan sanatçılar veya fikir alanlarında

fikir üreticisi olma potansiyeline sahip kişilerdir. Tanılanması ve gereksinimlerinin karşılanması ve eğitimleri birçok toplumun odağı olan bu bireylerin yeteneklerini belirlemenin asıl amacı onların potansiyelini geliştirmelerini sağlamaktır (Jenkins-Friedman, 1982; Tannenbaum, 2000).

Renzulli (1978,1986)'ye göre özel yeteneklilik; ortalama üzeri genel yetenek, adanmışlık ve yaratıcılık olmak üzere 3 etkileşimli özelliğin toplamıdır. Bu kuram aynı zamanda "Üstün yetenekliliğin üç halka kavramı" olarak da bilinmektedir. Şekil 5'te Renzulli'nin üstün yetenekliliğin üç halka kavramı özetlenmiştir.



Şekil 5. Üstün yetenekliliğin üç halka kavramı (Renzulli, J. S. (1978). What makes giftedness? Reexamining a definition. *Phi Delta Kappan*, *60*(3), (s. 78))

Ortalama üzeri yetenek; sözel ve sayısal akıl yürütme, uzamsal ilişkiler ve hafıza olmak üzere genel özellikleri kapsamaktadır. Adanmışlık; azim, kararlılık, irade ve pozitif enerji gibi özellikleri kapsamaktadır. Yaratıcılık ise; problemlere yeni ve özgün bir bakış acısı ile bakabilme kabiliyeti olarak tanımlanmaktadır.

Özel yeteneklilerin akranlarından farklı gelişim göstermeleri sebebi ile özel yetenekli öğrencilere yönelik eğitim programlarının da farklılaşması gerekmektedir (Clark, 2001).

Özel yetenekli öğrencilerin eğitim gereksinimlerini karşılamaya yönelik üç yaklaşım bulunmaktadır (Freeman, 1924; Morgan, 1958):

Hızlandırma, özel yetenekli öğrencilerin akranlarından farklı gelişim göstermesi sebebiyle öğretim programının akranlarından hızlı ve daha erken yaşlarda öğretilmesine olanak sağlayan bir eğitim müdahalesidir (Colangelo, Assouline & Gross, 2004).

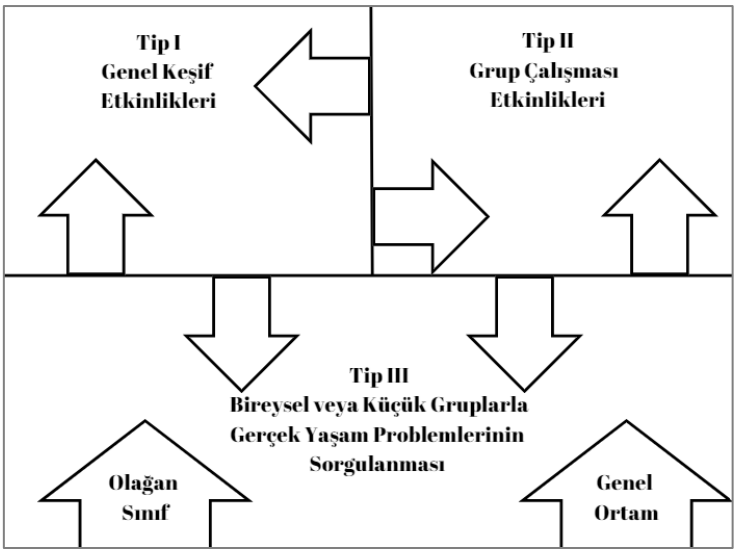
Zenginleştirme, özel yetenekli öğrencilerin öğrenme yaşantılarının öğrenciye daha uygun güçlük düzeyinde bilgi ve beceri kazandırmasını içermenin yanı sıra araştırma, yaratıcı yazma, toplumsal sorunları inceleme gibi öğrencilerin ilgilini çekebilecek etkinliklerin, öğrencilere uygun güçlük düzeyinde ek öğrenme fırsatları ile sunulmasıdır (Morgan, 1958; Nortan, 1959).

Farklılaştırma, aynı sınıfta bulunan öğrencilerin gelişimleri, yetenekleri ve gereksinimleri farklılık göstermesi sebebi ile, içerik, süreç ve öğrenme ortamlarının öğrencilerin öğrenme yaşantılarının öğrenciye uygun güçlük düzeyi, bilişsel, sosyal ve duygusal gelişim ihtiyaçlarına ve öğrenme düzeylerine hitap ederek etkin katılım sağlamayı hedeflemektedir (Navan, 2002; Scott, 2014; Tomlinson vd., 2003).

2.4.1. Renzulli'nin Üçlü Zenginleştirme Modeli

Tüm sınıf düzeylerinde, bütünleşik bir öğretim hizmeti aracılığı ile hızlandırma ve zenginleştirme yapmaya uygun bir modeldir (Reis & Renzulli, 2003).

Üçlü zenginleştirme modeli Tip I, Tip II ve Tip III olmak üzere üç şekilde sunulmaktadır (Carber & Reis, 2004). Tip I, II ve III zenginleştirme bütün öğrencilere sunulmakla beraber; Tip 3 zenginleştirme sadece yüksel yetenek ilgi ve görev sorumluluğu olan öğrenciler için de uygulanabilir. Şekil 6'da üçlü zenginleştirme modeli özetlenmiştir.



Şekil 6. Üçlü zenginleştirme modeli (Renzulli, J. S. (1978). What makes giftedness? Reexamining a definition. *Phi Delta Kappan*, *60*(3), (s. 84))

Tip I zenginleştirme çok çeşitli konular, kişiler ve olayları karşılaştırmak üzere tasarlanmış esas olarak Tip II ve III etkinlere güdülenmelerini sağlamak için genel keşif etkinlikleridir (Gibson & Efinger, 2001). Tip II zenginleştirme Tip I'e özelleşmiştir, genel keşif etkinlikleri ile keşfedilen konu derinleştirilebilmektedir (Renzulli, 2014). Tip zenginleştirme de bir gerçek yaşam problemi aracılığı ile öğrenciler gerçek bir profesyonelin rol ve uygulama becerilerini kazandırılması amaçlanır, ileri düzeyde üst düzey düşünme becerilerinin kazanılması önemlidir (Gibson & Efinger, 2001).

2.5. Sosyobilimsel Konular, Eleştirel Düşünme ve Bilimsel Muhakeme

Fen müfredatındaki fen okuryazarlığı, öğrencileri demokratik karar alma süreçlerine katılmaya hazırlamayı amaçlamaktadır (Yacoubian, 2015). Birçok araştırmacı, demokratik bir toplumda bilinçli karar alabilen vatandaşların yetiştirilmesi gerekliliğini savunmaktadır (Driver, Millar & Scott, 1996; Kolstø, 2001; Sadler & Zeidler, 2005). Bilimsel ve teknolojik gelişmelerin toplum üzerindeki etkisi ve toplumun bu konularda karar verebilmesi için bilimsel yönteme aşina olunması gerekmektedir (Laugksch, 2000). Bireyin sosyal konularda karar verebilmesi, bilimsel bir bakış açısına sahip olması için, fen okuryazarlığının önemine vurgu yapılmaktadır (Jenkins, 1999). Bu düşünce, fen eğitimi için hala geçerliliğini korumakta ve eğitim alanyazınındaki önemini sürdürmektedir (Roberts, 2007).

Sadler (2011)'a göre, sosyobilimsel konular; çözümü net olmayan, bilimle ilgili tartışmalı sosyal konulardır. Aslında, bu konuları keşfederken ve çözümler önerirken, politika, ekonomi ve etik gibi çeşitli sosyal faktörler göz önüne alınır. Kolstø (2001), sosyobilimsel konuların analizi için genel bir çerçeve önermekte ve bu çerçeveyi toplumsal süreç, eleştirel tutum ve bilimin sınırlamaları ile değerleri olarak sınıflandırmaktadır. Kolstø (2001), okul biliminin "vatandaşlık için bilim" (s.291) veya sosyobilimsel konularda analiz yapma ve karar alma hazırlığı olarak hizmet etmesi sebebiyle, sosyobilimsel konuların fen müfredatına dahil edilmesi gerektiğine vurgu yapmaktadır.

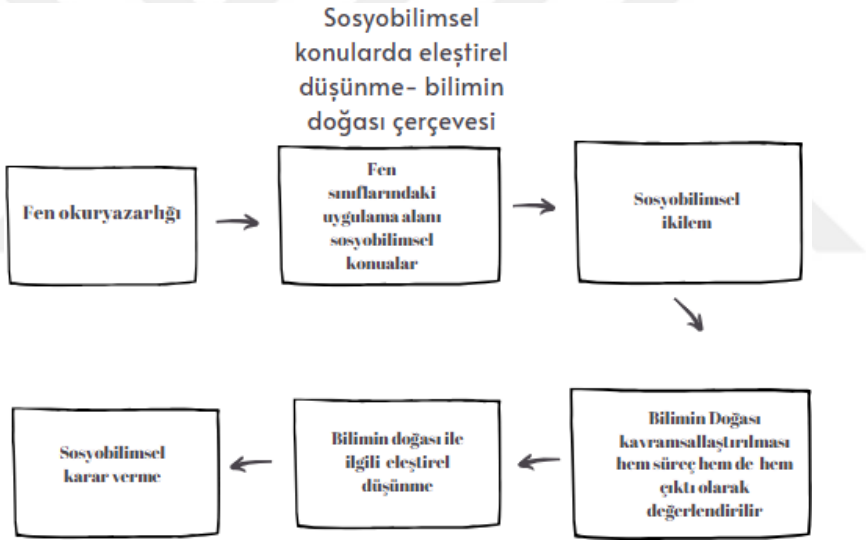
Sosyobilimsel konuların tartışılması, fen okuryazarlığa önemli bir katkı sağlamaktadır. Bireyler, sosyobilimsel konuları tartışırken sadece duygularını veya kişisel deneyimlerini değil, aynı zamanda bilimsel verileri de kullanmaları beklenmektedir. Sosyobilimsel konulara dair kararlar alınırken, bu kararların tutarlı ve uyumlu kanıtlarla desteklenmiş olması gerekmektedir (Khinhfe, 2012). Sosyobilimsel konular, eleştirel düşünme becerilerinin geliştirilmesi için önemli bir bağlam sunmaktadır. Doğası gereği çeşitli

faktörlerin etkileşimine dayanır ve karmaşıktır; bu nedenle, eleştirel düşünme becerileri için kritik bir bağlam oluşturur. Sosyobilimsel konularda kanıta dayalı yaklaşım, eleştirel düşünme becerilerini kullanarak, mevcut verileri analiz ederek, bilgiye dayalı kararlar almaya yardımcı olabilir (Khishfe, 2012).

Bir birey bir karar verme durumuyla karşılaştığında, düşünceleri aracılığıyla belirli bir sonuç üretmeye çalışır. Bu sonuç, bir düşünce bileşeni, bir eylem bileşeni veya her ikisi de olabilir. Ennis (1996), eleştirel düşünmeyi inanacakları veya yapacaklarına karar verme üzerine odaklanmış makul düşünceler olarak tanımlamaktadır. Ennis (1996), kaynakların güvenilirliğini de eleştirel düşüncenin başka bir temel kavramı olarak kabul eder. Kaynakların güvenilirliğini değerlendirebilmek için; kaynakların eşit derecede nitelikli diğer kaynaklarla uyumu, kaynakların hakkında çatışma olmaması ve kaynakların kabul edilebilirliği gibi kriterleri göz önüne almanın gerekliliğine vurgu yapmaktadır. Siegel (1988), eleştirel düşünmeyi temel bir eğitim ideali olarak tanımlamakta ve demokratik bir toplum için önemini vurgulamaktadır.

Alanyazında, fen sınıflarında sosyobilimsel konular bağlamında eleştirel düşünme ve bilimin doğasıyla ilgili Yacoubian (2015) tarafından önerilen bir eleştirel düşünme- bilimin doğası çerçevesi bulunmaktadır. Bu çerçevede; (a) NOS bir öğrenme hedefi ve sosyobilimsel karar verme aracı olarak tanımlanmıştır, (b) temel öğesi eleştirel düşünmedir ve (c) eleştirel düşünmeyi bir ilerleme birimi olarak kullanarak bilimin doğasının kavramsallaştırılmasını sağlamak amaçlanmıştır. Yacoubian (2015), önerdiği okul biliminde eleştirel düşünme-bilimin doğası çerçevesinde, öğrenciler öncelikle bir sosyobilimsel ikileme maruz bırakır ve bu ikilem bir soru ile başlatılmaktadır. Öğrenciler, sosyobilimsel ikilemle ilgili bakış açılarında kanıtlar hakkında düşünmeye teşvik edilmektedir. Kanıtlar hakkında düşünme esnasında, argüman analizi ve değerlendirmesi merkezi bir rol oynamaktadır. Öğrencilerde bilimin doğası anlayışları geliştirmeye çalışmaktan ziyade, öğrencilerin bilimin doğasından yararlanarak bilinçli karar verme pratiği yapmaları amaçlanmaktadır. Bilimin doğası hakkında eleştirel düşünme aşamasında, öğrencilerin bilimin doğası hakkında eleştirel düşünmeleri ve bazı bilimin doğası anlayışları geliştirmeleri amaçlanmıştır. Sonuç olarak bu çerçeve ile öğrenciler (a) eleştirel düşünme becerilerini, eğilimlerini ve bu beceri ve eğilimlerin bilgisini geliştirirler, (b) bilimin doğası anlayışlarını sosyobilimsel konularda kararlar almada kullanma yeteneği geliştirirler ve (c) sosyobilimsel konu hakkında bilgi edinirler. Öğrenciler, sosyobilimsel ikilem hakkında düşünürken konu ile ilgili farklı görüşleri içeren çelişki yaratan raporları okuma konusunda yönlendirilmelidirler. Bilimin

doğası ile ilgili karar verme aşamasında Ennis (1996), geliştirdiği nedensel genelleştirmenin desteklenmesi kriterlerini önerilmektedir. Bu kriterler şunlardır: (a) genelleme ile ilgili tek bir nedensel örnek, (b) örneğin genellemeyi temsil edebilmesi, (c) desteklenen nedensel sebebin ile örnek olayın aynı zamanda başka olaylar ile ilişkilendirilmesi, (d) bağımsız değişkenin tanınması, (e) nedensel zincirin makul oluşu, (f) nedensel genellemenin bir veya daha fazla geniş nedensel genellemeden veya yasalardan türetilmesi ve (g) nedensel genellemenin yanlışlayanın da kaynağı ile beraber bilinmesi. Yukarıda bahsedilen kriterlerin "esnek kriterler" olduğu, kriterleri uygulamak için "iyi bir değerlendirme, neden ve karşı neden olarak hizmet eden gerçeklere dair arka plan bilgisi ve duruma karşı duyarlılık gerektiği vurgulanmaktadır (Ennis, 1996). Şekil 7'de sosyobilimsel konularda eleştirel düşünme-bilimin doğası çerçevesi özetlenmiştir.



Şekil 7. Bilimin doğası eleştirel düşünme çerçevesi (Yacoubian, H. A. (2015). A framework for guiding future citizens to think critically about nature of science and socio scientific issues. Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education, 15, (s. 248-260))

Showalter (1974), bilimsel okuryazarlık boyutları içinde bilimsel muhakeme ve bilimin doğası kavramlarını ayrı ancak bağlantılı olarak açıklamaktadır. Bilimsel okuryazarlık çerçevesinde, öğrencilerden bilimin doğası bilgisine sahip olmaları ve bilimsel muhakemenin performansında yeterlilik göstermeleri beklenir. Alanyazında bilimin doğası ve bilimsel muhakeme arasında ayrım yapmanın doğru bir bakış açısı olmadığı ile ilgili çalışmalar bulunmaktadır (Duschl & Grandy, 2013). Aynı zamanda, Lederman vd. (2007) tarafından bu iki kavramın ayrı olduğu ve birbirleriyle ilişkili olmadığı vurgulanmaktadır.

"Bilimsel muhakeme" ile "bilimin doğası" arasında bir ilişki olduğu sezgisel olarak varsayılmış olsa da son yıllardaki empirik araştırmalar, bu varsayımın yanlış olduğunu açıkça göstermektedir (Lederman, 2007; Lederman & Lederman, 2014).

BÖLÜM 3

YÖNTEM

Bu bölüm, araştırma yaklaşımı, yöntemi, çalışma grubu, araştırmanın aşamaları, veri toplama araçları, verilerin toplanması, verinin analizi, araştırmacının rolü hakkında açıklamaları kapsamaktadır.

"İnsanlığın doğal işlevi sadece akıl yürütmek değil, aksine, iyi bir şekilde akıl yürütmektir."

Aristoteles

3.1. Araştırma Yaklaşımı

Sosyobilimsel konu temelli öğretimin eleştirel düşünme ve bilimsel muhakemeye yönelik görüşlerine etkisini incelemeyi, bu sosyobilimsel konu temelli öğretim sürecince öğrencilerin etkileşimini belirlemeyi amaçlayan bu araştırmada karma yöntem araştırması benimsenmiştir. Johnson, Onwuegbuzie ve Turner (2007, s. 123)'e göre, karma yöntem araştırması, "Araştırmacıların nitel ve nicel araştırma yaklaşımlarının unsurlarını kapsamlı ve derinlemesine anlama ve destekleme amacıyla birleştiren bir araştırma çeşidi" olarak tanımlanmaktadır.

3.2. Araştırma Yöntemi

Bu çalışmanın nitel aşamasında nitel araştırma desenlerinden "durum çalışması" kullanılmıştır. Yin (2019) durum çalışmasını "güncel bir olguyu gerçek hayat bağlamı ile, özellikle olgu ile bağlam arasındaki sınırlar tam olarak belirgin değilse, inceleyen empirik bir araştırmadır" şeklinde tanımlamaktadır (s.18). Araştırmacılar, durum çalışmasında,

belirli bir süre boyunca hem nitel hem nicel veri toplama yöntemlerini kullanarak detaylı bilgi toplarlar (Glesne, 2014; Merriam, 2013; Patton, 2014).

Durum çalışmasını tanımlayan özelliklerden bazıları şunlardır:

1. Araştırmada yorumlama, anlam arama önemlidir (Stake, 1995).
2. 'Nasıl' veya 'neden' sorularını odaklanılır (Yin, 2019).
3. Araştırmada katılımcıların davranışları üzerinde kontrol eksikliği bulunmaktadır (Stake, 1995; Simons, 2009; Yin, 2019).
4. Araştırmacının düşünümselliğinin önemlidir (Stake 1995; Simons 2009).
5. Araştırmacının oynayabileceği öğretmen, değerlendirici, tercüman gibi çeşitli roller bulunmaktadır (Stake, 1995).

Bu çalışmanın nicel aşamasında ise “tek grup ön test-son test desen” kullanılmıştır.

Bu araştırma tasarımında çalışma yalnızca tek bir grup üzerinde gerçekleştirilir, müdahalenin etkilerini anlamak ve yöntemin etkilerini belirlemek amacıyla, ölçümler hem müdahalenin uygulanmasından önce hem de uygulamadan sonra alınmaktadır (Fraenkel & Wallen, 2009).

3.3. Çalışma Grubu

Durum çalışmasında, araştırma sorularına daha kapsamlı şekilde ele alınmasını sağlayan, bilgi açısından zengin durumlar tercih edilmektedir (Patton, 2014). Diğer nitel araştırma türlerinin aksine durum çalışması için iki düzey örneklem gerekmektedir. İlk olarak üzerinde çalışacağınız durumu seçilir, daha sonra örneklem seçmelidir (Merriam, 2013).

Yin (2019), durum çalışmasında durum seçiminin "Tam anlamıyla tekrar etme tasarımına en iyi uyan durumları seçme." olduğunu belirtmektedir (s.95). Bu çalışmada durum seçiminden sonra, örneklem seçiminde amaçlı örnekleme tekniklerinden ölçüt örnekleme ve kolay ulaşılabilir örnekleme teknikleri kullanılmıştır. Ölçüt örnekleme yöntemi, araştırmacının önceden hazırlanan veya daha önce belirlenen kriterleri karşılayan tüm durumları inceleyerek, gözden geçirdiği bir örnekleme yöntemidir (Patton, 2014). Kolay ulaşılabilir örnekleme yönteminde ise örneklem koşullara bağlıdır (Merriam, 2013). Sosyokültürel açıdan maksimum çeşitlilik sağlaması açısından büyük şehirler tercih edilmiş, Ankara ili araştırmacının doktora eğitimi yaptığı üniversitenin bulunduğu şehir olması sebebiyle kolay ulaşılabilir olması açısından tercih edilmiştir. BİLSEM’de yapılan uygulamada maksimum

çeşitlilik göstermesi açısında farklı sınıf düzeylerine yer verilmiştir. Ankara ilinde bulunan sosyoekonomik olarak benzer olan ilçelerde ortaokul ve BİLSEM'ler daha yüksek katılımcı sayısına ulaşabilmek adına öğrenci mevcutları açısından değerlendirilmiş, değerlendirme sonucunda öğretmen ve idarecilerle iletişime geçilmiştir. Öğretmenler ile yapılan ön görüşmeler esnasında sosyobilimsel konu temelli bir öğretim daha önce uygulanmaması unsuru göz önünde bulundurularak ölçüt örnekleme yöntemi kullanılmış. Yin (2019), en uygun durum çalışmalarının; "Yeterli erişim sağlayan ve muhtemelen araştırma sorularını aydınlatacak olanlar olduğunu" vurgular. Çalışmanın yapılmasının uygunluğu gözetilirken eğitim-öğretim faaliyetlerini aksatmamak bakımından okulun çalışmanın yapılmasına uygun olması ve gönüllülük ilkesi esas alınarak, daha önce sosyobilimsel konu temelli bir öğretim uygulanmaması gibi unsurlar dikkate alınmıştır.

Durum çalışması araştırmalarında genellikle küçük örneklemler kullanılmaktadır (Yin, 2019). Durum çalışmalarında küçük örneklemler tercih edilerek, veri doygunluğuna daha kolay ulaşılması sağlanır ve bu da derinlemesine bir inceleme olanağı sunmaktadır, küçük bir örneklemle çalışmak, zengin ve detaylı veri toplama şansı tanımaktadır, bu da gelecekteki çalışmalar için tekrarlanabilir bir temel oluşturmaktadır (Fusch & Ness, 2015). Veri doygunluğu bir durum çalışmasında altı katılımcı ile karşılanabilmektedir (Yin, 2019). Katılımcılara ait demografik özellikler Tablo 9 ve Tablo 10'da sunulmuştur.

Tablo 9

Özel Yetenekli Öğrencilere Ait Demografik Özellikler

BİLSEM Sınıf Düzeyi	Öğrenci Sayısı	Cinsiyet	
		Kız	Erkek
5. sınıf Fen Bilimleri (BYF)	11	5	6
6. sınıf Fen Bilimleri (BYF)	12	6	6
7. sınıf Biyoloji (ÖYGP)	11	5	6
Toplam	34	16	18

Tablo 10

Ortaokul Öğrencilerine Ait Demografik Özellikler

Ortaokul Sınıf Düzeyi	Öğrenci Sayısı	Cinsiyet	
		Kız	Erkek
8.sınıf	39	21	18
Toplam	39	21	18

Yarı yapılandırılmış görüşmeler esnasında araştırmacı tarafından, veri doygunluğuna ulaşılana kadar katılımcılarla görüşmeler yapılmaya devam edilmiştir (Yin, 2019). Yarı yapılandırılmış görüşmelerin yapıldığı katılımcılara ait demografik özellikler Tablo 11, Tablo 12 ve Tablo 13'te sunulmuştur.

Tablo 11

Öğretmenlere Ait Demografik Özellikler

	Ortaokul Fen Bilimleri Öğretmeni	BİLSEM Biyoloji Öğretmeni
Hizmet yılı	10 ve üzeri	20 ve üzeri
Eğitim düzeyi	Doktora	Tezsiz yüksek lisans
Cinsiyet	Kadın	Kadın

Tablo 12

Özel Yetenekli Öğrencilere Ait Demografik Özellikler

BİLSEM Sınıf Düzeyi	Öğrenci Sayısı	Cinsiyet	
		Kız	Erkek
5. sınıf Fen Bilimleri (BYF)	6	4	2
6. sınıf Fen Bilimleri (BFY)	6	4	2
7. sınıf Biyoloji (ÖYGP)	5	2	3
Toplam	17	10	7

Tablo 13

Ortaokul Öğrencilerine Ait Demografik Özellikler

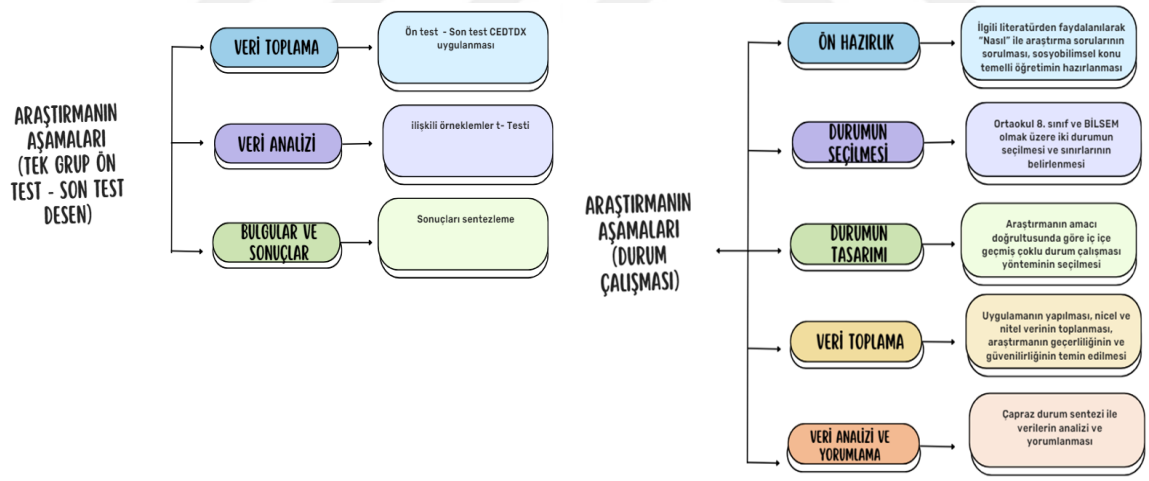
Ortaokul Sınıf Düzeyi	Öğrenci Sayısı	Cinsiyet	
		Kız	Erkek
8.sınıf	12	5	7
Toplam	12	5	7

3.4. Araştırmamın Aşamaları

Farklı araştırmacılar tarafından eğitim araştırmalarında durum çalışmasının uygulanması ile ilgili önerilen basamaklar bulunmaktadır (Simons, 2009; Stake, 1995; Yin, 2019). Bu basamaklar:

- Ön hazırlık, alanyazına dayanarak vakayı anlama ve genellikle neden ve nasıl sorularına odaklanan araştırma sorularını sorma aşamasıdır (Yin, 2019). Durum seçimi ana hatlarının ve sınırlarının belirlenmesi aşamasıdır (Stake, 1995).
- Durum tasarımı, araştırmacılar, amaçlarına göre farklı türlerde (tek ve gömülü durum çalışması veya keşfedici, tanımlayıcı ve açıklayıcı) durum çalışması seçebilmektedir. Yin (2019), bu aşamada bir pilot durum çalışması yapılmasını önermektedir.
- Veri toplama, araştırmacının, çalışmanın amacına ve araştırma sorularına yönelik olarak nitel veya nicel verinin topladığı aşamadır. Aynı zamanda çalışmanın geçerlilik ve güvenilirliğin temin edildiği aşamadır.
- Veri analizi ve yorumlama, veriler analiz edilir ve yorumlanır. Yin (2019) zaman serisi, mantıksal modeller ve çapraz durum sentezi ile analiz etmeyi veya ilişkiler kurmayı önerirken, Simons (2009) ve Stake (1995) kategoriler oluşturmayı ve bunları yapılandırmacı temellendirilmiş teoriyi kullanarak kodlanmasını önermektedir.

Şekil 8'de, araştırmanın yapılması esnasında takıp edilen basamaklar sıralanmıştır.



Şekil 8. Araştırmanın aşamaları akış şeması

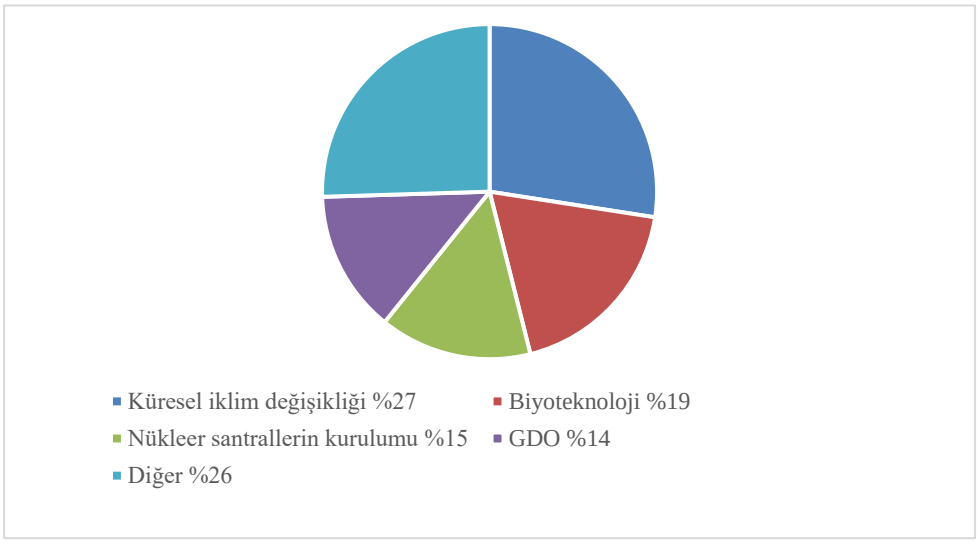
3.4.1. Uygulama Basamakları

Sosyobilimsel konuların bağlamı ile ilgili alanyazın taraması yapılırken konunun farklı alanyazınlarla olan bağlantısı Şekil 9'da gösterilmiştir.



Şekil 9. Konunun farklı alanyazınla olan bağlantısı

Sosyobilimsel konular ile ilgili araştırmalar incelendiğinde ERIC veri tabanında 2016-2019 yılları arasında 204 araştırmaya (makaleler, yüksek lisans ve doktora tezleri) ulaşılmaktadır. Bu araştırmalara konu ile alaka düzeyi ve konun bağlam olarak kullanılması gibi kriterler uygulandığında 160 araştırmaya ulaşılmıştır. Şekil 10'daki grafikte sosyobilimsel konular ile ilgili araştırmalarda sıklıkla kullanılan bağlamlara ve yüzdelik dilimlerine yer verilmiştir.



Şekil 10. Sosyobilimsel konuların bağlamları

Alanyazında fen bilimleri müfredatında öğretilmesi önerilen sosyobilimsel konulara yönelik bir inceleme yapılmış, Wan ve Bi (2020) tarafından 33 alanında uzman kişi ile yürütülen

delphi çalışması sonucunda fen sınıflarında öğretilmesi gereken sosyobilimsel konular aşağıdaki Tablo 14'te sınıflandırılmıştır.

Tablo 14

Fen Bilimleri Müfredatlarında Öğretilmesi Tavsiye Edilen Sosyobilimsel Konular

Çevre Sorunları	Su Kirliliği / Toprak Kirliliği
Güvenlik ve sağlık	Besin güvenliği sorunu Epidemik hastalıkların kontrolü ve bu hastalıklardan korunma Kimyasalların depolanması, taşınması ve güvenli kullanımı
Kaynaklar ve enerji	Temiz enerjinin geliştirilmesi ve kullanımı Yenilenemeyen kaynakların tükenmesi ve yüksek verimli madenciliği
Ekolojik sistemler	Biyoçeşitlilik kaybı
Biyoteknoloji	Genetiği değiştirilmiş ürünlerin artıları ve eksileri
Yeni malzemeler	Nanomalzemeler ve nanoteknoloji

Sosyobilimsel konuların bağlamı ve fen bilimleri müfredatında öğretilmesi önerilen sosyobilimsel konuların ve ortaokul fen bilimleri müfredatının (MEB, 2018) incelenmesinin ardından sosyobilimsel konuların bağlamı olarak; CRISPR/cas9, superbug-nanoteknoloji ve GDO, fen bilimleri dersi ünitesi olarak 8. Sınıf DNA ve Genetik Kod ünitesi seçilmiştir.

Tablo 15'te sosyobilimsel konuların bağlamı, DNA ve Genetik Kod ünitesinin kazanımlarının eşleştirilmesi yapılmıştır.

Tablo 15

Sosyobilimsel Konuların Bağlamı DNA ve Genetik Kod Ünitesinin Kazanımlarının Eşleştirilmesi

Sosyobilimsel Konu	DNA ve Genetik Kod Ünitesi konuları ve kavramaları	DNA ve Genetik Kod Ünitesi Kazanımları
CRISPR/cas9	DNA'nın yapısı, DNA'nın kendini eşlemesi, nükleotid, gen, kromozom Gen, genotip, fenotip, saf döl, melez döl, baskın, çekinik, çaprazlama, cinsiyet, akraba evlilikleri	F.8.2.1.1. Nükleotid, gen, DNA ve kromozom kavramlarını açıklayarak bu kavramlar arasında ilişki kurar. F.8.2.1.2. DNA'nın yapısını model üzerinde gösterir. F.8.2.1.3. DNA'nın kendini nasıl eşlediğini ifade eder F.8.2.2. Kalıtım F.8.2.2.1. Kalıtım ile ilgili kavramları tanımlar. F.8.2.2.2. Tek karakter çaprazlamaları ile ilgili problemler çözerek sonuçlar hakkında yorum yapar. F.8.2.2.3. Akraba evliliklerinin genetik sonuçlarını tartışır.
Superbug için nanomalzeme	Mutasyon, modifikasyon Adaptasyon, doğal seçilim, varyasyon	F.8.2.3. Mutasyon ve Modifikasyon F.8.2.3.1. Örneklerden yola çıkarak mutasyonu açıklar. F.8.2.3.2. Örneklerden yola çıkarak modifikasyonu açıklar. F.8.2.3.3. Mutasyonla modifikasyon arasındaki farklar ile ilgili çıkarımda bulunur. F.8.2.4. Adaptasyon (Çevreye Uyum) F.8.2.4.1. Canlıların yaşadıkları çevreye uyumlarını gözlem yaparak açıklar.
GDO	Genetik mühendisliği, yapay seçilim, biyoteknolojik çalışmalar, biyoteknoloji uygulamalarının çevreye etkisi	F.8.2.5. Biyoteknoloji F.8.2.5.1. Genetik mühendisliğini ve biyoteknolojiyi ilişkilendirir. F.8.2.5.2. Biyoteknolojik uygulamalar kapsamında oluşturulan ikilemlerle bu uygulamaların insanlık için yararlı ve zararlı yönlerini tartışır. F.8.2.5.3. Gelecekteki genetik mühendisliği ve biyoteknoloji uygulamalarının neler olabileceği hakkında tahminde bulunur.

Sosyobilimsel konunun bağlamına, sınıf düzeyine ve işleneceği üniteye karar verildikten sonra sosyobilimsel konuların öğretiminde kullanılan model yaklaşımlardan Friedrichsen

vd. (2016) tarafından geliştirilen sosyobilimsel konular öğretim çerçevesine uygun olarak ortaokul 8. Sınıf düzeyi için bilim tarihi örnekleri ile desteklenen etkinlikler geliştirilmiştir. Bu öğretim çerçevesine uygun olarak geliştirilen nihai etkinlikler arasından sosyobilimsel konular ikilem kartları ve rol oynama etkinliği Yacoubian (2015) tarafından önerilen eleştirel düşünme-bilimin doğası çerçevesi esas alınarak geliştirilmiştir. İkilem kartlarında bilim insanlarının konu ile ilgili görüşlerine yer verilmiş, rol oynama etkinliğinde bir bilim insanı olarak nedensel bir örnekle görüşlerini savunmaları istenmiştir. Araştırmanın bilim ve sanat merkezinde yapılacak uygulama için zenginleştirme modellerinden Renzulli (2014) tarafından geliştirilen üçlü zenginleştirme modeli ile zenginleştirme yapılmıştır. Bütün etkinlikler geliştirilirken grafik tasarım aracı "Canva" kullanılmıştır.

Tablo 16'da ortaokul 8.sınıf DNA ve Genetik Kod ünitesinin Friedrichsen vd. (2016) tarafından geliştirilen sosyobilimsel konular öğretim çerçevesine uygun olarak geliştirilen etkinlikler ve işleneceği konunun eşleştirilmesi yapılmıştır.

Tablo 16

Sosyobilimsel Konu Etkinlikleri ve Konu Eşleştirilmesi

Sosyobilimsel konu	DNA ve Genetik Kod ünitesi konu ve kavramları	Etkinlikler
CRISPR/cas9	DNA'nın yapısı, DNA'nın kendini eşlemesi, nükleotid, gen, kromozom	Giriş etkinliği: Etkinlik 1 (Ek1)
	Gen, genotip, fenotip, saf döl, melez döl, baskın, çekinik, çaprazlama, cinsiyet, akraba evlilikleri	Sosyobilimsel konu etkinliği: Etkinlik 2 (Ek 2)
		Nihai etkinlikler: Rol oynama Etkinlik 3 (Ek 3)
Superbug için nanomalzeme	Mutasyon, modifikasyon, adaptasyon, doğal seçilim, varyasyon	Giriş etkinliği: Etkinlik 1 (Ek4) Sosyobilimsel konu etkinliği: Etkinlik 2 (Ek 5) Nihai etkinlikler: Rol oynama Etkinlik 3 (Ek 6)
GDO	Genetik mühendisliği, yapay seçilim, biyoteknolojik çalışmalar, biyoteknoloji uygulamalarının çevreye etkisi	Sosyobilimsel konu etkinliği: Etkinlik 2 (Ek 7) Nihai etkinlik: Rol oynama Etkinlik 3 (Ek 8)

Tablo 17'de bilim ve sanat merkezinde yapılacak uygulama için Renzulli (2014) tarafından geliştirilen üçlü zenginleştirme modeline uygun olarak geliştirilen etkinlikler ve sosyobilimsel konu eşleştirmesi yapılmıştır.

Tablo 17

Zenginleştirme Modeline Göre Etkinliklerin Sıralaması

Sosyobilimsel konu	Etkinlikler
CRISPR/cas9	Giriş etkinliği: Etkinlik 1(Ek1)
	CRISPR/cas9 nedir etkinliği (Ek 9)
	Sosyobilimsel konu etkinliği: Etkinlik 2(Ek 2) Nihai etkinlik: Rol oynama Etkinlik 3 (Ek 3)
Superbug için nanomalzeme	Giriş etkinliği: Etkinlik 1(Ek4) Superbug ve nanomalzeme nedir etkinliği (Ek 10) Sosyobilimsel konu etkinliği: Etkinlik 2(Ek 5) Nihai etkinlik: Rol oynama Etkinlik 3 (Ek 6)
GDO	GDO nedir etkinliği (Ek 11) Sosyobilimsel konu etkinliği: Etkinlik 2(Ek 7) Nihai etkinlik: Rol oynama Etkinlik 3 (Ek 8)

CRISPR/cas9, superbug için nanomalzeme ve GDO ile ilgili etkinlikler geliştirilirken ilgili sosyobilimsel konunun ne olduğu, nasıl çalıştığı ve uygulama alanları ile ilgili alanyazından faydalınmış, ortaokul 8. sınıf ve BİLSEM için etkinlikler geliştirildikten sonra CRISPR/cas9, superbug için nanomalzeme GDO için Tıp Fakültesi Temel Tıp Bilimleri Bölümü Biyoistatistik ABD görev yapan bir öğretim üyesi ve Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği Ana Bilim Dalında görev yapan bir öğretim üyesinden uzman görüşü alınmıştır. Superbug için nanomalzeme için ayrıca Mühendislik Fakültesi Elektrik Elektronik Mühendisliği Ana Bilim Dalında görev yapan bir öğretim üyesinden uzman görüşü alınmıştır. Etkinliklerin zenginleştirilmesi yapıldıktan sonra bir Eğitim Fakültesi Özel Eğitim Bölümü öğretim üyesinden uzman görüşü alınmıştır.

8. sınıf DNA ve genetik kod ünitesinde sosyobilimsel konu temelli öğretim 32 ders saati boyunca 8 haftada gerçekleştirilmiştir. 8. sınıf DNA ve genetik kod ünitesinde sosyobilimsel konu temelli öğretimin uygulama basamakları Tablo 18'de özetlemiştir.

Tablo 18

8. Sınıf DNA ve Genetik Kod Ünitesinde Sosyobilimsel Konu Temelli Öğretimin Uygulama Basamakları

1. – 4. dersler	• Derse CRISPR/cas9 hastalıkların tedavisinde kullanılması ile ilgili bir televizyon haberi ile başlanır. • DNA'nın yapısı, DNA'nın kendini eşlemesi, nükleotid, gen, kromozom kavramlar slayt aracılığı ile anlatılır. • CRISPR/cas9 giriş etkinliği (Ek 1) • Ölçme değerlendirme (Kavramlar ile ilgili MEB ölçme değerlendirme merkezi tarafından hazırlanmış sorular)
5. – 8. dersler	• Derse CRISPR/cas9 hastalıkların tohum hattımızdan yok edilmesi ilgili bir televizyon haberi ile başlanır. • Gen, genotip, fenotip, saf döl, melez döl, baskın, çekinik, çaprazlama, cinsiyet, akraba evlilikleri kavramları slayt aracılığı ile anlatılır. • CRISPR/cas9 sosyobilimsel konu etkinliği (Ek 2) • Ölçme değerlendirme (Kavramlar ile ilgili MEB ölçme değerlendirme merkezi tarafından hazırlanmış sorular)
9.-12. dersler	• CRISPR/cas9 sosyobilimsel ikilem kartları (Ek 3) • Rol oynama etkinliği: Gönüllü öğrenciler sempozyumda bilim insanı olarak nedensel örneklerle görüşlerini savunurlar ve dinleyicilerden soru kabul ederler.
13. – 16. dersler	• Derse Nanomalzeme ile ilgili günlük yaşam problemini ele alan bir televizyon haberi videosu ile başlanır • Mutasyon, modifikasyon adaptasyon, doğal seçilim, varyasyon kavramları bir slayt aracılığı ile anlatılır. • Superbug giriş etkinliği (Ek 4).
17. – 20. dersler	• Superbug için nanomalzeme sosyobilimsel konu etkinliği (Ek 5) • Ölçme değerlendirme (Kavramlar ile ilgili MEB ölçme değerlendirme merkezi tarafından hazırlanmış sorular).
21.-24. dersler	• Superbug için nanomalzeme sosyobilimsel ikilem kartları(Ek 6) • Rol oynama etkinliği: Gönüllü öğrenciler sempozyumda bilim insanı olarak nedensel örneklerle görüşlerini savunurlar ve dinleyicilerden soru kabul ederler.
24. – 28. dersler	• Derse GDO ile ilgili bir televizyon haberi ile başlanır. • Genetik mühendisliği, yapay seçilim, biyoteknolojik çalışmalar, biyoteknoloji kavramları bir slayt aracılığı ile anlatılır. • GDO sosyobilimsel konu etkinliği (Ek 7) Ölçme değerlendirme (Kavramlar ile ilgili MEB ölçme değerlendirme merkezi tarafından hazırlanmış sorular)
29.-32. Dersler	• GDO sosyobilimsel ikilem kartları (Ek 8) • Rol oynama etkinliği: Gönüllü öğrenciler sempozyumda bilim insanı olarak nedensel örneklerle görüşlerini savunurlar ve dinleyicilerden soru kabul ederler.

BİLSEM' de sosyobilimsel konu temelli öğretim 11 ders saati boyunca 11 haftada gerçekleştirilmiştir. Sosyobilimsel konu temelli öğretimin zenginleştirme modeli Tablo 19'da uygulama basamakları ise Tablo 20'de özetlemiştir.

Tablo 19

Üçlü Zenginleştirme Modeli ve Etkinlikleri

Tip 1 zenginleştirme	• CRISPR/cas9 giriş etkinliği (Ek 1)
Tip 2 zenginleştirme	• CRISPR/cas9 nedir etkinliği (Ek 9)
Tip 3 zenginleştirme	• CRISPR/cas9 sosyobilimsel konu etkinliği (Ek 2) • CRISPR/cas9 sosyobilimsel ikilem kartları (Ek 3) • Rol oynama etkinliği
Tip 1 zenginleştirme	• Superbug giriş etkinliği (Ek 4)
Tip 2 zenginleştirme	• Nanomalzeme nedir etkinliği (Ek 10)
Tip 3 zenginleştirme	• Superbug için nanomalzeme sosyobilimsel konu etkinliği (Ek 5) • Superbug için nanomalzeme sosyobilimsel ikilem kartları (Ek 6) • Rol oynama etkinliği
Tip 2 zenginleştirme	• GDO nedir etkinliği (Ek 11)
Tip 3 zenginleştirme	• GDO sosyobilimsel konu etkinliği (Ek 7) • GDO sosyobilimsel ikilem kartları (Ek 8) • Rol oynama etkinliği

Tablo 20

BİLSEM Sosyobilimsel Konu Temelli Öğretimin Uygulama Basamakları

1. ders	• Derse CRISPR/cas9 hastalıkların tedavisinde kullanılması ile ilgili bir televizyon haberi ile başlanır. • Öğretmen tarafından özel yetenekli öğrenci grubu için uygun görülen kavramlar slayt aracılığı ile anlatılır. • CRISPR/cas9 giriş etkinliği (Ek 1) • Ölçme değerlendirme (Özel yetenekli öğrencilerin gelişimi portfolyolar aracılığı ile takip edilir)
2. ders	• Derse CRISPR/cas9 hastalıkların tohum hattımızdan yok edilmesi ilgili bir televizyon haberi ile başlanır. • Öğretmen tarafından özel yetenekli öğrenci grubu için uygun görülen kavramlar slayt aracılığı ile anlatılır. • CRISPR/cas9 Nedir etkinliği (Ek 9) • Ölçme değerlendirme (Özel yetenekli öğrencilerin gelişimi portfolyolar aracılığı ile takip edilir).
3.ve 4.dersler	• CRISPR/cas9 sosyobilimsel konu etkinliği (Ek 2) • CRISPR/cas9 sosyobilimsel ikilem kartları (Ek 3) • Rol oynama etkinliği: Gönüllü öğrenciler sempozyumda bilim insanı olarak nedensel örneklerle görüşlerini savunurlar ve dinleyicilerden soru kabul ederler.
5. ders	• Derse Nanomalzeme ile ilgili günlük yaşam problemini ele alan bir televizyon haberi videosu ile başlanır • Öğretmen tarafından özel yetenekli öğrenci grubu düzeyine uygun konu ile ilgili uygun görülen kavramlar slayt aracılığı ile anlatılır. • Superbug giriş etkinliği (Ek 4)
6.ders	• Superbug nanomalzeme nedir etkinliği etkinliği (Ek 10) • Ölçme değerlendirme (Özel yetenekli öğrencilerin gelişimi portfolyolar aracılığı ile takip edilir).
7.ve 8. Dersler	• Superbug için nanomalzeme sosyobilimsel etkinliği (Ek 5) • Superbug için nanomalzeme sosyobilimsel ikilem kartları (Ek 6) • Rol oynama etkinliği: Gönüllü öğrenciler sempozyumda bilim insanı olarak nedensel örneklerle görüşlerini savunurlar ve dinleyicilerden soru kabul ederler.
9.ders	• Derse GDO ile ilgili bir televizyon haberi ile başlanır. • Öğretmen tarafından özel yetenekli öğrenci grubu düzeyine uygun konu ile ilgili uygun görülen kavramlar slayt aracılığı ile anlatılır. • GDO nedir etkinliği (Ek 11) • Ölçme değerlendirme (Özel yetenekli öğrencilerin gelişimi portfolyolar aracılığı ile takip edilir).
10.ve 11. Dersler	• GDO sosyobilimsel konu etkinliği (Ek 7) • GDO sosyobilimsel ikilem kartları (Ek 8) • Rol oynama etkinliği: Gönüllü öğrenciler sempozyumda bilim insanı olarak görüşlerini savunurlar ve dinleyicilerden soru kabul ederler.

3.5. Veri Toplama Araçları

3.5.1. Cornell Eleştirel Düşünme Testi Düzey X

Eleştirel düşünme becerisini ölçmek için kullanılan Eleştirel Düşünme Testi Düzey-X (CEDTDX) uygulamanın başında ve sonunda olmak üzere ön-test son-test olarak uygulanmıştır. Bu test Ennis ve Millman (1985) tarafından geliştirilmiş eleştirel düşünme becerisini ölçmek için kullanılan bir ölçme aracıdır. 71 sorudan oluşan, çoktan seçmeli üç seçenek ile hazırlanmış bu test; tümevarımlı muhakeme yoluyla çıkarım yapma (25 soru), tümdengelimli muhakeme yoluyla çıkarım yapma (24 soru), gözlemlerin ve kaynakların güvenirliğini yargılama (24 soru) ve ifadelerdeki varsayımları tanımlama (10 soru) olmak üzere 4 alt boyuttan oluşmaktadır (Ennis & Millman, 1985). Ölçeğin tamamının Cronbach alfa güvenirlik katsayısı için yapılan farklı çalışmalarda ölçeğin güvenilirlik değerinin 0.67 ile 0.90 arasında olduğu, madde ayırıcılık indeksi için yapılan farklı çalışmalarda 0.36 ile 0.64 arasında değerlerde olduğu, geçerlilik çalışmalarında ise eleştirel düşünme becerilerini ölçen diğer bazı testlerle korelasyon değerleri incelenmiş, benzer becerileri ölçen ölçme aracıyla 0.31 ile 0.60 arasında korelasyon değerleri olduğu görülmüştür (Ennis & Millman, 1985). Bu ölçme aracının uyarlaması ve adaptasyonu, "The Critical Thinking Co." şirketinden satın alınarak Cüneyt Akar tarafından, 191 6. sınıf öğrencisine uygulanmış Cronbach alfa güvenirlik katsayısı 0.71 olarak bulunmuştur (Akar, 2007). Bu ölçeğin araştırmada kullanılabilmesi için, "Cornell Critical Thinking Company" adına ölçeğin Türkiye'deki tüm yasal haklarının sahibi olan "Epodim" isimli şirket ile irtibat kurulmuş, ölçme aracından elde edilen verilen kullanımı ile gerekli izinler alınmıştır (Ek 12).

3.5.2. Bilimsel Sorgulama Hakkında Görüşler Anketi

Bu çalışmada bilimsel muhakemeye yönelik görüşlerin incelenmesi için veri toplama aracı olarak Bilimsel Sorgulama Hakkındaki Görüşler Anketi (VOSI-E) kullanılmıştır (Ek. 13). Bilimsel muhakemeye yönelik görüşlerin incelenmesi için kullanılan Bilimsel Sorgulama Hakkındaki Görüşler Anketi (VOSI-E) uygulamanın başında ve sonunda olmak üzere ön-test son-test olarak uygulanmıştır. Bilimsel Sorgulama Hakkındaki Görüşler Anketi (VOSI-E) Lederman vd. (2014) tarafından geliştirilmiştir, bilimsel sorgulamanın 8 alt bileşeni içeren 7 sorudan meydana gelmektedir. Han Tosunoğlu, Doğan, Yalaki ve İrez (2017) tarafından Türkçeye uyarlaması ve adaptasyonu yapılmıştır. Bilimsel Sorgulama

Hakkındaki Görüşler Anketi (VOSI-E)'nın içerdiği bilimsel sorgulamanın alt boyutları ve onları hedefleyen sorularını Tablo 21'de özetlenmiştir (Lederman vd., 2014).

Tablo 21

Ankette Tanımlanan Bilimsel Sorgulamanın Alt Boyutları

Bilimsel Sorgulamanın Alt Boyutları	Görüşme Soruları
1. Bilimsel araştırmaların hepsi bir soru ile başlar ve her zaman bir hipotez test etmez.	1a, 1b, 2
2. Bütün araştırmalarda takip edilen tek bir bilimsel yöntem yoktur.	1c,1b
3. Sorulan soru sorgulama işlemine rehberlik eder	5
4. Aynı işlemi yapan bilim insanları aynı sonuçlara ulaşmayabilirler.	3a
5. Sorgulama işlemi sonuçlara etki eder.	3b
6. Araştırma sonuçları toplanan verilerle tutarlı olmak zorundadır.	6
7. Bilimsel veri ile bilimsel kanıt aynı şey değildir.	4
8. Çıkarımlar, toplanan verilere ve önceden bilinenlere dayanılarak yapılır.	7

3.5.3. Yarı Yapılandırılmış Görüşmeler

Öğrencilerin sosyobilimsel konu temelli öğretim ile etkileşimini incelemek amacıyla yarı yapılandırılmış görüşmeler kullanılmıştır. Bu görüşmeler, sosyobilimsel konu temelli öğretimden sonra öğretmenler ve öğrencilere uygulanmıştır. Yarı yapılandırılmış görüşmelerde; görüşme soruları, araştırma sorusu çerçevesinde araştırmacı tarafından önceden belirlenir, ancak görüşme esnasında düşünceleri ve deneyimleri daha derinlemesine anlayabilmek amacıyla ek sorular sorulabilir (Merriam, 2002). Görüşme formunun hazırlanma sürecine, ilgili alanyazın incelenerek soruların taslak bir formu oluşturularak başlamıştır. Taslak form, Fen Bilgisi Eğitimi Ana Bilim Dalında görevli bir öğretim elemanından alınan uzman görüşü doğrultusunda şekillendirilmiş ve ardından bir öğrenci ve bir öğretmenle pilot uygulamaya tabi tutulmuştur. Pilot uygulama sürecinde, soruların anlaşılırlığı ve yaş grubuna uygunluğu gibi özellikler gözden geçirilmiş ve gerekli düzeltmeler yapıldıktan sonra yarı yapılandırılmış görüşme formu uygulanmaya başlanmıştır. Öğrencilere görüşmeler esnasında; sosyobilimsel konu ile ilgili kararlarını, akranları ile ne gibi deneyimler yaşadıkları, fikir birliğine varmayan deneyimler hakkında ne hissettikleri ve etkinlikler ile ilgili görüşlerini sorgulamayı amaçlayan sorular sorulmuştur. Öğretmenlerle görüşmeler esnasında; SBK uygularken sınıf dinamiklerindeki değişimleri, öğrencilerin etkinliklerle etkileşimini ve SBK temelli öğretimde yaşadıkları

zorlukları belirlemeyi amaçlayan sorular sorulmuştur (Ek 16). Görüşmeler öncesinde, görüşmenin konusu ve amacı hakkında katılımcılara bilgilendirme yapılmıştır. Gizlilik prensiplerine riayet edilerek, elde edilen verilerin yalnızca bilimsel amaçlar için kullanılacağı taahhüt edilmiştir. Görüşmeler sırasında ses kaydı alınabilmesi için katılımcılardan izin alınmıştır. Görüşmelerin süreleri genellikle 15-20 dakika arasında değişmektedir. Ses kaydı alındıktan sonra, görüşmelerin transkripsiyonu yapılmıştır.

3.6. Verilerin Analizi

Nitel araştırmalarda, veri analizi için çeşitli yöntemler bulunmaktadır. Betimsel analiz ve içerik analizi (Straus & Corbin, 1990) gibi geleneksel yöntemlerin yanı sıra, Yin (2019) tarafından durum çalışmalarına özel veri analizi yöntemleri de önerilmektedir. Durum çalışması analiz yöntemleri beş ana başlık altında toplanabilir:

1. Örnek eşleştirme.
2. Açıklayıcı yapı.
3. Zaman serisi analizi.
4. Mantıksal modeller.
5. Çapraz durum sentezi.

Çapraz durum sentezi, birden fazla durumu karşılaştırarak benzerlikleri ve farklılıkları belirleyen ve bu durumlar arasındaki ilişkileri açığa çıkaran bir analitik yöntemdir, bu yöntem, yalnızca çoklu durum analizlerinde kullanılmak üzere tasarlanmıştır (Yin, 2019). Bu çalışmada elde edilen verilerin analizi için çapraz durum sentezi kullanılmıştır. Ortaokul 8. sınıf ve BİLSEM ’den elde edilen ayrı ayrı ele alınmış ve kendi içerinde değerlendirilmiştir.

Araştırmaya katılan öğrencilere CEDTDX ölçeği uygulamanın yapılmasından önce ve sonra ön-test ve son-test olarak uygulanmıştır. Elde edilen verilerin analizi için SPPS 26 istatistik paket programı kullanılmıştır. Öğrencilerin CEDTDX’e verdikleri cevapların normal dağılım gösterip göstermediğinin belirlenmesinde Shapiro Wilk testinden faydalanılmıştır. Veri dizisinin normal dağılım göstermediği sonucuna ulaşılmıştır. “Merkezi Limit Teoremi, yeterince büyük örneklem sayısı karşılandığında örneklem dağılımlarının değişkenlerin dağılımına bakılmaksızın normal olarak dağıtıldığını ifade etmektedir” (Tabachnick & Fidell, 2007, s.78). Veriler t-testi ile analiz edilmiştir. Elde edilen veriler arasında anlamlı bir fark olup olmadığını belirlemek için ilişkili örneklemler için t-testi kullanılmıştır.

Bu çalışmada, VOSI-E formu aracılığıyla elde edilen ön-test ve son-test veriler içerik analizine tabi tutulmuştur. İçerik analizinde temel amaç, bir metni sistemli bir şekilde inceleyerek araştırma sorusu kapsamında bu içerikten anlamlar çıkarmak ve anlamları sistematik bir yapı içinde sunmaktır (Patton, 2014). Lederman vd. (2014) tarafından öne sürülen görüşlere dayanarak, araştırmacı tarafından kodlama sürecinde izlenecek yöntem belirlenmiştir. Bu ölçütler naif, kısmen bilinçli ve bilinçli olmak üzere üç kategoriden oluşmaktadır. Anketler, araştırmacı ve bir fen bilimleri öğretmeni tarafından da kodlamalar yapılmış, elde edilen kodlamalar karşılaştırılmıştır. Kodlama sürecinde yapılan değerlendirmelerde uzlaşılmasının ardından, öğrencilerin anket formundaki sorulara verdikleri yanıtların frekansları ve yüzdelikleri, bulgular bölümünde tablolar halinde sunulmuştur.

Yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen veriler dökümü yapılarak analize hazır hale getirilmiş ardından veriler içerik analizine tabi tutulmuştur. İçerik analizi araştırma soruları kapsamında öğrencilerin sosyobilimsel konu temelli öğretim ile etkileşimi çerçevesinde gerçekleşmiştir. İçerik analizi esnasında veriler yorumlanırken, kodlama yöntemi kullanılmıştır. Kodlama, nitel verileri düzenlemek, sınıflandırmak ve anlamlandırmak amacıyla kullanılan sistemli ve döngüsel bir analiz yöntemidir (Saldana, 2021; Vogt, Gardner & Haeffele, 2012). Kodlama esnasında Saldana (2021) tarafından önerilen birinci ve ikinci döngü kodlamayla yönelik basamaklar izlenmiştir.

- İlk aşamada birinci döngü temel kodlama yöntemlerinden betimsel kodlama kullanılmıştır. Betimsel kodlamada, birbiri ile ilgili içerik tespit edilip onlar arasında bağlantılar kurulur (Saldana, 2021).
- Birincil döngü kodlama yapıldıktan sonra kodlar düzenlenmiş ve kod haritası oluşturulmuştur.
- İkinci döngü kodlama yöntemlerinden örüntü kodlama kullanılmıştır. Örüntü kodlamada; birinci döngü kodlamada ortaya çıkan kodlar sınırlandırılarak az sayıda temaya, kategoriye ve kavrama dönüştürülür (Saldana, 2021).

Veri analizi esasında, araştırmacı ve bir fen bilimleri öğretmeni tarafından ayrı ayrı açık kodlamaları yapılmıştır. İki kodlayıcının tarafından belirlenen kodlar tutarlılık açısından incelenmiştir, kodlayıcılar arasındaki iç tutarlılık Miles ve Huberman (1994) tarafından önerilen Güvenirlik= Görüş birliği sayısı ÷ (Toplam görüş birliği+Görüş ayrılığı sayısı)×100 formül aracılığı ile .90 olarak hesaplanmıştır.

3.6.1. Geçerlik ve Güvenirlik Çalışması

Durum çalışmasının türüne bağlı olarak başka doğrulama stratejileri de bulunmaktadır. Örneğin Yin (2014) durum çalışmasının türüne bağlı olarak iç ve dış yapı geçerliliğini ve güvenilirliğini genel kriterler olarak görmektedir. Simons (2009)'a göre kriterler inandırıcılık, aktarılabilirlik, güvenirlik ve doğrulanabilirliktir. Nitel araştırma alanyazınında geçerlilik ve güvenilirlik sağlanması için farklı bakış açıları olsa da geçerliliğin ve güvenilirliğin sağlanması için, alanda uzun süre kalmak, çeşitleme, uzman görüşü, zengin betimleme ve katılımcı teyidi gibi yöntemler kullanılmaktadır (Glesne, 2014; Merriam, 2013; Patton, 2014). Nitel araştırma alanyazınında sıklıkla dört çeşitleme biçimi yer almaktadır (Denzin, 1978; Simons, 2009).

1. Araştırmacı çeşitlemesi.
2. Teori çeşitlemesi.
3. Veri kaynağı çeşitlemesi.
4. Yöntem çeşitlemesi.

Araştırmacı çeşitlemesi; birkaç araştırmacının verileri analiz etmesidir, bu şekilde özneler arası güvenirlik temin edilmektedir (Denzin, 1978; Simons, 2009).

Geçerlik ve güvenirliğini temin edilmesi amacı ile; bu çalışmada, zengin betimleme, araştırmacı çeşitlemesi ve uzman görüşü kullanılmıştır. Veriler farklı araştırmacılar tarafından analiz edilerek araştırmacı çeşitlemesi, görüşme sorularının oluşturulması ve sosyobilimsel konu temeli öğretimin hazırlanması sürecinde uzman görüşü, araştırma süreci ve incelenen durumlar ayrıntılı olarak açıklanmış ve elde edilen bulguların bir kısmı katılımcılardan alıntılar verilerek zengin betimleme ölçütleri sağlanmıştır. Yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen bulgular incelenirken, iki kodlayıcının tarafından atanan kodlar tutarlılık açısından incelenmiştir, kodlayıcılar arasındaki iç tutarlılık Miles and Huberman (1994) tarafından önerilen formül aracılığı ile %90 olarak hesaplanmıştır.

Tek grup ön test-son test deseninde iç geçerliği tehdit eden unsurlar şunlardır: katılımcı özelliği, katılımcı kaybı, yer, veri toplama aracı, test etme süreci, tarih (beklenmedik bir olay), katılımcıların olgunlaşması, katılımcı tutumu, regresyon, uygulama. İç geçerliği tehdit eden unsurları kontrol etmek amacıyla kullanılan genel teknikler ise şunlardır: durumu standartlaştırma, katılımcı hakkında daha fazla bilgiye ulaşma, detaylar hakkında daha fazla bilgiye ulaşma, uygun deseni seçme (Fraenkel & Wallen, 2009).

Katılımcı özellikleri bağımlı değişkeni farklı etkilemektedir. Bu çalışmada, bu tehdidi kontrol altına almak için katılımcı hakkında daha fazla bilgiye ulaşılarak ve uygun deseni seçme teknikleri kullanılmıştır. Zamana bağlı olarak katılımcılar, uygulama sürecinde incelenen değişkenler bakımından olgunlaşabilmektedir. Bu çalışmanın sürecinin incelenen değişken bakımından katılımcıların olgunlaşmaları için yeterli olmadığı düşünülmektedir. Katılımcılara verilen testlerin farklı olması, testlerin farklı kişilerce verilmesi, farklı gözlemcilerin değerlendirme yapması gibi durumlarda veri toplama araçlarında iç geçerlilik açısından tehdit unsuru olabilmektedir. Bu araştırmada, nicel veri toplama aracı olarak tüm katılımcılara aynı test verilmiş ve elde edilen bulgular araştırmacı tarafından analiz edilmiştir. Bu çalışmada, sosyobilimsel konu temelli öğretimi uygulamamış öğretmenler ve sosyobilimsel konu temeli öğretim ile daha önce ders işlememiş öğrenciler seçilerek katılımcıların geçmişinin sonuca etkisi kontrol altına alınmıştır. Bu çalışmada uygulama başladıktan sonra katılımcılar araştırmadan ayrılmamıştır. Çalışma esnasında uygulanacak testler hakkında bilgi verilmemiştir; bu şekilde katılımcıların deneysel koşullar hakkında oluşan beklentilerinin etkisi kontrol altına alınmıştır. Katılımcılar araştırma sürecini deney olarak görmelerinin ötesinde, kendi öğrenme süreçlerine ve meslek hayatlarına olan katkıları üzerinde durularak katılımcı tutumu etkisi kontrol altına alınmaya çalışılmıştır. Uygulayıcıların araştırmaya yönelik ön yargılarını azaltmak amacıyla uygulama sürecinde öğretim materyallerinin hazırlanması, ilgili sosyobilimsel konu ile ilgili bilgi edinilmesi ile ilgili uygulayıcılara destek olunarak bu tehdit etkisi azaltılmaya çalışılmıştır.

Tek grup ön test-son test deseninde dış geçerliği tehdit eden örnekleme etkisi ve tepkisellik etkisi ya da beklentilerin etkisi olmak üzere iki faktör bulunmaktadır (Fraenkel & Wallen, 2009). Örnekleme etkisi; bu çalışmada nicel araştırma sonuçları (CEDTDX'den elde edilen veriler) Ankara'da öğrenim gören 8. sınıf öğrencilerine ve Özel yetenekli 5. 6. ve 7. sınıf öğrencilerine genellenebilir. Tepkisellik Etkisi ya da Beklentilerin Etkisi; katılımcı öğrencilere ve öğretmenlere uygulama hakkında bilgi verilmiş fakat veri toplama araçları hakkında bilgi verilmemiştir.

3.7. Araştırmacının Rolü

Çalışma esnasında geliştirilen etkinlikler, sosyobilimsel konunun çalışma mekanizması ve uygulama alanları, ders anlatımı sırasında kullanacakları videolar ve ders anlatım slaytları konusunda öğretmenlere rehberlik edilmiştir. Sosyobilimsel konunun çalışma mekanizması ve uygulama alanları ile ilgili öğretmenlere rehberlik edebilmek için ilgili alanyazındaki

araştırmalar detaylı okunmuştur. Uygulama esnasında öğretmenlere geri dönütler verebilmek ya da rehberlik edebilmek amacıyla rutin görüşmelerde bulunulmuştur.

Öğrenci ve öğretmenlerle yapılan görüşme soruları hazırladıktan sonra görüşme sorularının anlaşılabilirliği, araştırdığım fenomene uyumu gibi faktörler açısında bir öğretmen bir öğrenci ile görüşme gerçekleştirilmiştir. Öğrenci ve öğretmenlerle yapılan görüşmeler esnasında kendilerini ifade edebilecekleri sıcak ve rahat bir ortam oluşturulmaya çalışılmıştır.

BÖLÜM 4

BULGULAR VE YORUM

Bu bölümde çeşitli veri toplama araçları ile elde edilen verilere ilişkin bulgular ve yorumlar yer almaktadır.

> *"Düşünce olmadan öğrenme boşa harcanmış demektir; öğrenme olmadan düşünce tehlikelidir. Yansıma olmadan çalışma zaman kaybıdır; çalışma olmadan yansıma tehlikelidir."*
>
> Confucius

Araştırma kapsamında yapılan bu durum çalışması, incelenen durumlar bağlamında analitik genellemeler yapmayı amaçlamaktadır. Çalışmaya katılan öğrenciler ve öğretmenlerin görüşleri araştırma soruları doğrultusunda olabildiğince derinlemesine anlaşılmaya çalışılmaktadır. Bu nedenle, elde edilen bulgular yorumlanırken, bu bulguların çalışmaya katılan öğrenciler ve öğretmenlerle sınırlı olduğu ve incelenen değişkenlerin, katılımcı öğrenciler ve öğretmenlerin kişisel deneyimleri, sosyal çevreleri, bilgi düzeyleri, ahlaki ve etik değerleri, sahip oldukları önyargılar ve stereotipler gibi çeşitli özelliklerden etkilenebileceği göz önünde bulundurulmalıdır.

4.1. Birinci Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorum

Araştırmanın birinci alt problemi "Öğrenci ve öğretmenlerin görüşleri doğrultusunda öğrencilerin sosyobilimsel konulara yönelik geliştirilen etkinlikler ile etkileşimi nasıldır?" şeklinde belirlenmiştir.

Araştırmanın birinci alt problemine ilişkin bulguların birinci araştırma sorusu kapsamda değerlendirmesi yapılarak Tablo 22'de özetlemiş arkasından katılımcılardan alıntılar yapılarak sunulmuştur.

Tablo 22

Öğrencilerin ve öğretmenin CRISPR/cas9, Nanomalzeme ve GDO'nun Sosyobilimsel Konu Temelli Öğretimine Yönelik Görüşleri

Tema	Kod
Belirsizliğe tahammülsüzlük: T1	K1: İkilem
Bilimcilik: T2	K2: Bilimin tek doğrusu K3: Karar bilim insanlarının
Rekabet duygusu: T3	K4: Ben doğruyum K5: Ben yanlış mıyım K6: Tek ben miyim K7: Fikirler ezildi
Uygun ve kolay bir fikir birliğine varmak: T4	K8: Öğretmen bilir
SBK'nın çoklu doğası: T5	K9: Sonuçları kestirememe
Eleştirel düşünme: T6	K10: Kanıtlarla destekleyememe

Ortaokul 8. sınıf öğrencilerin ve uygulamayı yapan fen bilimleri öğretmeninin CRISPR/cas9, superbug için nanomalzeme ve GDO'nun sosyobilimsel konu temelli öğretimine yönelik görüşlerine ilişkin bulgular araştırma soruları kapsamında altı ana başlık altında sunulmuştur. Bunlar: (a) belirsizliğe tahammülsüzlük, (b) bilimcilik, (c) rekabet duygusu, (d) uygun ve kolay bir fikir birliğine varmak, (e) SBK'nın çoklu doğası ve (f) eleştirel düşünme. Katılımcı öğrencilerin ve öğretmenlerin görüşleri aşağıda kendi ifadelerinden alıntılar yapılarak doğrudan verilmiştir.

4.1.1. Belirsizliğe Tahammülsüzlük

Ortaokul 8. Sınıf öğrencilerin ve fen bilimleri öğretmeninin CRISPR/cas9, superbug için nanomalzeme ve GDO'nun sosyobilimsel konu temelli öğretimine yönelik görüşleri incelendiğinde, öğrencilerin bu konular ile ilgili karar verirken ikilemde kaldıklarına, vurgu yapılmıştır.

Öğrenciler, yaygın olarak sosyobilimsel konu ile ilgili karar verirken ikilemde kaldıklarına değinmiştir.

Ö1: “CRISPR/cas9 ile ilgili karar veremedim. Hem hastalıkları tedavi etmekte kullanılabilir hem de kullandığımızda belki insanlığın sonunu getirebiliriz. Bu beni çok rahatsız etti” (T1, K1)

4.1.2. Bilimcilik

Ortaokul 8. Sınıf öğrencilerin ve fen bilimleri öğretmeninin CRISPR/cas9, superbug için nanomalzeme ve GDO’nun sosyobilimsel konu temelli öğretimine yönelik görüşleri incelendiğinde, öğrencilerin; bilimin tek bir doğrusu olması gerektiğini düşündüğüne vurgu yapılmıştır.

Öğrenciler, yaygın olarak bilimde tek bir doğru olması gerektiğine değinmişlerdir.

Ö8: “Tek bir cevabı yoksa bilim arayıp bulmalı. Bilim bunu yapabiliyor olmalı.” (T2, K2)

Öğrenciler, bilimde tek bir doğrusu olmasının bilim insanlarının fikirlerini değersizleştirdiğini de dile getirmişlerdir.

Ö4: “Karmaşık bir şey bir bilim insanın görüşünü desteklersen diğer bilim insanın görüşünü çöpe atıyorsun. Tek bir doğru olmalı.” (T2, K2)

Öğrenciler, sosyobilimsel konular ile ilgili bilim insanlarının daha çok çalışma yapmaları ve daha kapsamlı açıklamalar getirmesi gerektiğine değinmişlerdir.

Ö11: “Farklı fikirler olmamalı daha çok çalışma yapılmalı tek bir sonuca ulaşılmalı. Bu sonuç da daha açıklayıcı olmalı. Bilimin her zaman çözümü olmalı.” (T2, K2)

Öğrenciler, bilimin tek bir doğrusu olması konusunda aynı zamanda bu konular ile ilgili toplumun değil sadece bilim insanlarının karar vermesi gerektiğini de dile getirmişlerdir.

Ö5: “Böyle konular ile ilgili bizim karar vermemiz bana mantıklı gelmiyor. Bilim insanları daha çok araştırma yapıp tek bir çözüm bulmalı.” (T2, K3)

4.1.3. Rekabet Duygusu

Ortaokul 8. Sınıf öğrencilerin ve fen bilimleri öğretmeninin CRISPR/cas9, superbug için nanomalzeme ve GDO’nun sosyobilimsel konu temelli öğretimine yönelik görüşleri incelendiğinde, öğrencilerin; fikirlerini savunurken kendi haklılıklarını savunduklarında ve fikirlerinin yanlışlıklarını sorguladıklarında, bir görüşü belirten tek kişi olduklarında,

herkesin fikir belirttiğinde fikirlerin sayısının çokluğunda, rekabet duygusuna kapıldıklarına vurgu yapılmıştır.

Öğrenciler, fikirlerini savunurken fikirlerinin doğruluğunu ifade ederken rekabet duygusuna kapıldıklarına değinmişlerdir.

Ö3: "Ben tahtaya da çıkıp fikrimi savundum. Onların benim kadar bildiklerini düşünmüyorum" (T3, K4)

Öğrenciler, fikirlerini savunurken fikirlerinin yanlışlıklarını sorgularken rekabet duygusuna kapıldıklarına da değinmişlerdir.

Ö7: "Ben yanlış mıyım diye düşündüm yoksa onlar mı yanlış. Yanlış olduklarını ispat etmeye çalıştım." (T3, K5)

Fen bilimleri öğretmeni; sosyobilimsel konular tartışılırken bazen sınıfta rekabet duygusunun hakim olduğunu dile getirmiştir.

F: "Konu ile ilgili fikirlerini söylediler, fikirlerini söylerken sen yanlış düşünüyorsun aslında bu şekilde şeklinde diyaloglar da oldu." (T3, K5)

Öğrenciler, bir görüşü destekleyen tek kişi olduklarında rekabet duygusuna kapıldıklarına değinmişlerdir.

Ö12: "Bir tek ben farklı fikirde olduğumda çok iyi hissetmedim. Diğerlerinin de benimle aynı fikirde olması için çaba sarfettim." (T3, K6)

Öğrenciler, konu ile ilgili fikirleri belirtirken farklı fikirlerin olmasından rahatsız olduklarını kendilerini değersiz hissettikleri için rekabet duygusuna kapıldıklarını da değinmişlerdir.

Ö4: "Farklı fikirler beni rahatsız etti. Sonuçta kendi fikrimin değersiz mi diye düşünmeye başladım." (T3, K6)

Öğrenciler, konu ile ilgili fikirleri belirtirken çok sayıda farklı bakış açısı olduğunu, bu çokluk arasında fikirlerinin kaybolduğunu ve fikirlerini görünür kılmak için rekabet duygusuna kapıldıklarını da dile getirmişlerdir.

Ö2: "O öyle söylüyor, bir başkası farklı bir şey söylüyor. Bir bakıyorsun birçok fikir oldu bütün fikirler ezildi. İster istemez arada kaynıyor. Sen de hatırlatıyorsun ben böyle demiştim." (T3, K7)

4.1.4. Uygun ve Kolay Bir Fikir Birliğine Varmak

Ortaokul 8. Sınıf öğrencilerin ve uygulamayı yapan fen bilimleri öğretmeninin CRISPR/cas9, superbug için nanomalzeme ve GDO'nun sosyobilimsel konu temelli öğretimine yönelik görüşleri incelendiğinde, öğrencilerin, bu sosyobilimsel konular ile tek bir cevabının olmaması sebebiyle fikir birliğine varmak için uygun bir yol aradıklarını ve doğru cevabı bulmak için konu ile ilgili öğretmenin görüşünü sıklıkla sorduklarına vurgu yapmıştır.

Fen bilimleri öğretmeni; öğrencilerin uygun ve kolay bir cevap bulmaya çalıştıklarını dile getirmiştir.

F: "En çok benim ne düşündüğümü merak ediyorlardı, ama ben etkilememek adına cevap vermemeyi tercih ettim. Siz bu konuda ne düşünüyorsunuz diye ısrarla sordular" (T5, K8).

4.1.5. Sosyobilimsel Konuların Çok Boyutlu Doğası

Ortaokul 8. Sınıf öğrencilerin ve fen bilimleri öğretmeninin CRISPR/cas9, superbug için nanomalzeme ve GDO'nun sosyobilimsel konu temelli öğretimine yönelik görüşleri incelendiğinde, öğrencilerin sosyobilimsel konuların çoklu doğası sebebiyle bazı konularda sosyobilimsel konuların sonuçlarını tahmin etmekte zorlandıklarına vurgu yapılmıştır.

Fen bilimleri öğretmeni; sosyobilimsel konuların çoklu doğası sebebiyle bazı konularda sosyobilimsel konuların sonuçlarını tahmin etmekte zorlandıklarını dile getirmiştir.

F: "Mesela CRISPR/cas9'nun sürdürülebilir kalkınma için sonuçlarının ne olabileceğini kestirmekte zorlandılar" (T6, K9)

Öğrencilerde, sosyobilimsel konuların çoklu doğası sebebiyle bazı konularda sosyobilimsel konuların sonuçlarını tahmin etmekte zorlandıklarına değinmişlerdir.

Ö10: "Mesela nanomalzemenin bireysel olarak benim için etkisi ne olur toplum için etkisi ne olur, o kısımda biraz zorlandım" (T5, K9)

4.1.6. Eleştirel Düşünme

Ortaokul 8. Sınıf öğrencilerin ve fen bilimleri öğretmeninin CRISPR/cas9, superbug için nanomalzeme ve GDO'nun sosyobilimsel konu temelli öğretimine yönelik görüşleri

incelendiğinde, öğrencilerin sosyobilimsel konular ile ilgili kararlarını gerekçelendirirken fikirleri destekleyecek kanıtları bulmakta zorlandıklarına vurgu yapılmıştır.

Öğrenciler, sosyobilimsel konular ile ilgili kararlarını gerekçelendirirken fikirleri destekleyecek kanıtları bulmakta zorlandıklarına değinmişlerdir.

Ö12: "Son derslerde sonuç olarak bir karar vermemiz gerekiyordu bilim insanı gibi fikirlerimizi savunuyorduk. Bir fikrim oluştu fakat bazen fikrimi kanıtlarla desteklemekte zorlandım." (T6, K10)

Çalışmaya katılan özel yetenekli öğrencilerin ve uygulamayı yapan biyoloji öğretmeninin CRISPR/cas9, superbug için nanomalzeme ve GDO'nun sosyobilimsel konu temelli öğretimine yönelik görüşlerine ilişkin bulguların birinci araştırma soruları kapsamda değerlendirmesi yapılarak Tablo 23'de sunulmuştur.

Tablo 23

Öğrencilerin ve öğretmenin CRISPR/cas9, Nanomalzeme ve GDO'nun Sosyobilimsel Konu Temelli Öğretimine Yönelik Görüşleri

Tema	Kod
Belirsizliğe tahammülsüzlük: T1	K1: Sonuca ulaşmaya çalışma
Bilimcilik: T2	K2: Bilimin tek doğrusu
Rekabet duygusu: T3	K3: Ben doğruyum
SBK'nın çoklu doğası: T4	K4: Sonuçları kestirememe
Eleştirel düşünme: T5	K5: Kanıtlarla destekleyememe

Özel yetenekli öğrencilerin ve uygulamayı yapan biyoloji öğretmeninin CRISPR/cas9, superbug için nanomalzeme ve GDO'nun sosyobilimsel konu temelli öğretimine yönelik görüşlerine ilişkin bulgular araştırma soruları kapsamında beş ana başlık altında sunulmuştur. Bunlar: (a) belirsizliğe tahammülsüzlük, (b) bilimcilik, (c) rekabet duygusu ve (d) eleştirel düşünme. Katılımcı öğrencilerin ve öğretmenlerin görüşleri aşağıda kendi ifadelerinden alıntılar yapılarak doğrudan verilmiştir.

4.1.7. Belirsizliğe Tahammülsüzlük

Özel yetenekli öğrencilerin ve biyoloji öğretmeninin CRISPR/cas9, superbug için nanomalzeme ve GDO'nun sosyobilimsel konu temelli öğretimine yönelik görüşleri incelendiğinde, öğrencilerin bu konular ile ilgili karar verirken tek bir sonuca ulaşmaya çalıştıkları, vurgu yapılmıştır.

Biyoloji öğretmeni; sosyobilimsel konuların çoklu doğası sebebiyle birçok görüşün olduğunu, öğrencilerin tek bir sonuca ulaşmaya çalıştığını dile getirmiştir.

B: "Böyle düşünüyorum dediklerinde, itirazlar aldıkları da oldu. Bazen tek bir sonuca ulaşmaya çalıştılar." (T1, K1)

Öğrenciler, sınıfta çok farklı görüş olması sebebiyle belirsizliğin rahatsız edici olduğuna da değinmişlerdir.

Ö11: "Sınıfta çok farklı görüş vardı. Bu rahatsız edici. Ben de karar veremedim."

4.1.8. Bilimcilik

Özel yetenekli öğrencilerin ve biyoloji öğretmeninin CRISPR/cas9, superbug için nanomalzeme ve GDO'nun sosyobilimsel konu temelli öğretimine yönelik görüşleri incelendiğinde, öğrencilerin; bilimin tek bir doğrusu olması gerektiğine vurgu yapılmıştır.

Öğrenciler, yaygın olarak bilimde tek bir doğru olması gerektiğini düşündüklerine değinmişlerdir.

Ö3: "Bilimin tek bir sonucu olmaması değişik geldi. Bence bilimin tek bir sonucu olmalı." (T2, K2)

Öğrenciler, bilimde tek bir doğrusu olmasının farklı görüşlerin varlığını dile getirerek aralarından yanlış olanların zamanla yanlışlığının ispatlaması ile tek bir doğruya ulaşılması gerektiğini de dile getirmişlerdir.

Ö4: "Bilimin tek doğrusu olmalı. Farklı bir sürü görüş var bu da olmalı fakat en sonunda tek bir cevap olmalı diğerlerinin yanlışlığı ispatlanmalı." (T2, K2)

Öğrenciler, yaygın olarak bilimin tek bir doğrusu olması gerektiğini bilim insanlarının görüşleri üzerinden de değerlendirerek değinmişlerdir.

Ö2: "İki bilim insanı bu konuda farklı görüş bildirmiş neye inanacağımı şaşırdım, ben çok hoşlanmadım, karar vermekte de zorlandım. Bilimin tek doğrusu olmalı." (T2, K2)

4.1.9. Rekabet Duygusu

Özel yetenekli öğrencilerin ve biyoloji öğretmeninin CRISPR/cas9, superbug için nanomalzeme ve GDO'nun sosyobilimsel konu temelli öğretimine yönelik görüşleri incelendiğinde, öğrencilerin; fikirlerini savunurken kendi haklılıklarını savunduklarında ve fikirlerinin yanlışlıklarını sorguladıklarında, bir görüşü belirten tek kişi olduklarında, fikirlerin sayısının çokluğunda, rekabet duygusuna kapıldıklarına vurgu yapılmıştır.

Öğrenciler, fikirlerini savunurken fikirlerinin doğruluğunu ifade ederken rekabet duygusuna kapıldıklarına değinmişlerdir.

Ö12: "Ben genellikle farklı bir şeyi savunuyordum. Ben fikrime güveniyordum. Aynı fikirde olmamak çatışmaya da yol açtı. Bazen çok çatıştık." (T3, K3)

Öğrenciler, fikirlerini savunurken akranları kendileri ile aynı fikirde olduklarında kendilerini iyi hissettiklerini belirterek bu sebeple duygusuna kapıldıklarına da değinmişlerdir.

Ö7: "Benimle aynı düşündüklerinde doğru yolda olduğum anlamına geliyordu, aynı fikirde olmayanları ikna etmeye çalıştım." (T3, K3)

Öğrenciler, bazen akranlarının görüşlerini savunma tarzından rahatsız olduklarını ve akranları ile aynı fikirde olduklarında kendilerini iyi hissettiklerini de belirterek bu sebeple rekabet duygusuna kapıldıklarına da değinmişlerdir.

Ö9: "Benimle aynı fikirde olduklarında mutlu oluyordum. Görüşlerini savunma tarzına göre rahatsız olduğum da oldu. Ama yine de ikna etmeye uğraştım." (T3, K3)

Öğrenciler, fikir birliğine varmaya çalışırken akranları ile çatışma yaşadıklarını ve akranları ile aynı fikirde olduklarında kendilerini iyi hissettiklerini de belirterek bu sebeple rekabet duygusuna kapıldıklarına da değinmişlerdir.

Ö16: "Akranlarımla çatışmada yaşadık aynı fikirde değildik ben haklı olduğumu düşündüm ve fikrimi savundum." (T3, K3)

4.1.10. Sosyobilimsel Konuların Çok Boyutlu Doğası

Ortaokul 8. Sınıf öğrencilerin ve fen bilimleri öğretmeninin CRISPR/cas9, superbug için nanomalzeme ve GDO'nun sosyobilimsel konu temelli öğretimine yönelik görüşleri incelendiğinde, öğrencilerin sosyobilimsel konuların çoklu doğası sebebiyle bazı konularda sosyobilimsel konuların sonuçlarını tahmin etmekte zorlandıklarına vurgu yapılmıştır.

Biyoloji öğretmeni; öğrencilerin sosyobilimsel konular ile ilgili karar alırken fikirleri gerekçelendirmekte zorlandıklarını dile getirmiştir.

B: “Mesela nanoteknolojinin bireysel sonuçlarının ne olabileceğini kestirmekte zorlandılar” (T4, K4)

4.1.11. Eleştirel Düşünme

Özel yetenekli öğrencilerin ve biyoloji öğretmeninin yarı palıCRISPR/cas9, superbug için nanomalzeme ve GDO’nun sosyobilimsel konu temelli öğretimine yönelik görüşleri incelendiğinde, öğrencilerin sosyobilimsel konular ile ilgili kararlarını gerekçelendirirken fikirleri destekleyecek kanıtları bulmakta zorlandıklarına vurgu yapılmıştır.

Öğrencilerde, karar verme aşamasında fikirlerini gerekçelendirmekte zorlandıklarına değinmişlerdir.

Ö13: “Bir karar varmam gerekiyordu. Fakat ben düşüncelerimi desteklemek için neden bulmakta zorlandım.” (T5, K5)

4.2. İkinci Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorum

Araştırmanın ikinci alt problemi “Sosyobilimsel konulara yönelik geliştirilen etkinliklerin öğrencilerinin bilimsel muhakeme yönelik görüşlerine etkisi bulunmakta mıdır?” şeklinde belirlenmiştir.

Araştırmanın ikinci alt problemine ilişkin bulgular ikinci araştırma sorusu kapsamında Tablo 24 ve Tablo 25’de sunulmuştur.

Tablo 24’de ortaokul 8.sınıf öğrencilerinin bilimsel sorgulamaya yönelik görüş anketine uygulama öncesi ve sonrası verdikleri yanıtların yüzdelikleri ve frekansları verilmiştir.

Tablo 24

Ortaokul 8.Sınıf Öğrencilerinin Bilimsel Sorgulamaya Yönelik Görüş Anketine Uygulama Öncesi ve Sonrası Verdikleri Yanıtların Yüzdelik ve Frekans Değerleri

(N=39)	Öntest Bilinçli	Öntest Eklektik	Öntest Naif	Öntest Yetersiz	Sontest Bilinçli	Sontest Eklektik	Sontest Naif	Sontest Yetersiz
1.Bilimsel araştırmaların hepsi bir soru ile başlar ve her zaman bir hipotez test etmez.	3 %7,6	13 %33,3	12 %30,7	11 %28,2	8 %20,5	18 %46,1	7 %17,9	6 %15,3
2.Bütün araştırmalarda takip edilen tek bir bilimsel yöntem yoktur.	1 %2.5	15 %38,4	15 %38,4	8 %20,5	4 %10,2	16 %41	12 %30,7	7 %17,9
3.Sorulan soru sorgulama işlemine rehberlik eder	10 %25,6	7 %17,9	17 %43,5	5 %12,8	10 %25,6	14 %35,8	12 %30,7	3 %7,6
4.Aynı işlemi yapan bilim insanları aynı sonuçlara ulaşmayabilirler.	6 %15,3	13 %33,3	15 %38,4	5 %12,8	9 %23,7	19 %48,7	5 %12,8	6 %15,3
5.Sorgulama işlemi sonuçlara etki eder.	4 %10,2	10 %25,6	14 %35,8	11 %28,2	8 %20,5	16 %41,2	10 %25,5	5 %12,8
6.Araştırma sonuçları toplanan verilerle tutarlı olmak zorundadır.	13 %33,3	11 %28,2	9 %23	6 %15,3	15 %38,4	14 %35,8	7 %17,9	3 %7,6
7.Bilimsel veri ile bilimsel kanıt aynı şey değildir.	0 %0	11 %28,2	19 %48,7	9 %23	5 %12,8	18 %46,1	7 %17,9	6 %15,3
8.Çıkarımlar, toplanan verilere ve önceden bilinenlere dayanılarak yapılır.	7 %17,9	9 %23	14 %35,8	10 %25,6	7 %17,9	15 %38,4	12 %30,7	5 %12,8

Ortaokul 8. Sınıf öğrencilerinin bilimsel muhakemenin 1. boyutu "Bir Soru ile Başlar" yönelik görüşleri; Bilimsel Sorgulama Hakkında Görüşler Anketinin üç sorusuna (1a, 1b, 2) verdikleri cevaplar bir bütüncül bir bakış açısı ile değerlendirilmiştir. Öğrencilerin bilimsel sorgulamanın birinci boyutu olan "Bir Soru ile Başlar" boyutuna ait cevapları incelendiğinde; öğrencilerin "bilinçli" görüş düzeyindeki yanıtlarının %7,6'dan, %20,5'e yükseldiği, "eklektik" görüş düzeyindeki yanıtlarının %33,3'den, %46,1'e yükseldiği, "naif" görüş düzeyindeki yanıtlarının %30,7'den, %17,9'a düştüğü, "yetersiz" görüş düzeyindeki yanıtlarının %28,2'den, %15,3'a düştüğü tespit edilmiştir.

Ortaokul 8. Sınıf öğrencilerinin bilimsel muhakemenin 2. Boyutu "Tek Bir Yöntem Yoktur" ile ilgili görüşleri, Bilimsel Sorgulama Hakkında Görüşler Anketinin iki sorusuna (1b, 1c) verdikleri cevapların bir bütüncül bir bakış açısı ile değerlendirilmiştir. Öğrencilerin bilimsel sorgulamanın birinci boyutu olan "Tek Bir Yöntem Yoktur" boyutuna ait cevapları incelendiğinde öğrencilerin "bilinçli" görüş düzeyindeki yanıtlarının %2,5'den, %10,2'ye yükseldiği, "eklektik" görüş düzeyindeki yanıtlarının %38,4'den, %41'e yükseldiği, "naif" görüş düzeyindeki yanıtlarının %38,4'den, %30,7'e düştüğü, "naif" görüş düzeyindeki yanıtlarının %20,5'den, %17,9'a düştüğü tespit edilmiştir.

Ortaokul 8. Sınıf öğrencilerinin 3. boyutu "Araştırma Sorusu Rehberlik Eder" ile ilgili görüşleri, Bilimsel Sorgulama Hakkında Görüşler Anketinin bir sorusuna (5) verilen cevapların bir bütün olarak değerlendirilmiştir. Öğrencilerin bilimsel sorgulamanın birinci boyutu olan "Araştırma Sorusu Rehberlik Eder" boyutuna ait cevapları incelendiğinde öğrencilerin "bilinçli" görüş düzeyindeki yanıtlarının %20,5'de sabit kaldığı, "eklektik" görüş düzeyindeki yanıtlarının %17,9'dan, %35,8'e yükseldiği, "naif" görüş düzeyindeki yanıtlarının %43,5'den, %30,7'e düştüğü, "naif" görüş düzeyindeki yanıtlarının %12,8'den, %7,6'ya düştüğü tespit edilmiştir.

Ortaokul 8. Sınıf öğrencilerinin 4. Boyutu "İşlemler Aynı Sonucu Vermeyebilir" ile ilgili görüşleri, Bilimsel Sorgulama Hakkında Görüşler Anketinin bir sorusuna (3a) verilen cevapların bir bütün olarak değerlendirilmiştir. Öğrencilerin bilimsel sorgulamanın birinci boyutu olan "İşlemler Aynı Sonucu Vermeyebilir" boyutuna ait cevapları incelendiğinde öğrencilerin "bilinçli" görüş düzeyindeki yanıtlarının %15,3'den, %27,3'e yükseldiği, "eklektik" görüş düzeyindeki yanıtlarının %33,3'den, %48,7'ye yükseldiği, "naif" görüş düzeyindeki yanıtlarının %38,4'den, %12,8'e düştüğü, "naif" görüş düzeyindeki yanıtlarının %12,8'de sabit kaldığı tespit edilmiştir.

Ortaokul 8. Sınıf öğrencilerinin 5. boyutu "İşlemler Sonuçları Etkiler" ile ilgili görüşleri, Bilimsel Sorgulama Hakkında Görüşler Anketinin bir sorusuna (3b) verilen cevapların bir bütün olarak değerlendirilmiştir. Öğrencilerin bilimsel sorgulamanın birinci boyutu olan "İşlemler Sonuçları Etkiler" boyutuna ait cevapları incelendiğinde öğrencilerin "bilinçli" görüş düzeyindeki yanıtlarının %10,2'den, %20,5'e yükseldiği, "eklektik" görüş düzeyindeki yanıtlarının %25,6'dan, %41,2'ye yükseldiği, "naif" görüş düzeyindeki yanıtlarının %35,8'den, %25,5'e düştüğü, "naif" görüş düzeyindeki yanıtlarının %28,2'den, %12,8'e düştüğü tespit edilmiştir.

Ortaokul 8. Sınıf öğrencilerinin 6. Boyutu "Sonuçlar Verilerle Tutarlıdır" ile ilgili görüşleri, Bilimsel Sorgulama Hakkında Görüşler Anketinin bir sorusuna (6) verilen cevapların bir bütün olarak değerlendirilmiştir. Öğrencilerin bilimsel sorgulamanın birinci boyutu olan "Sonuçlar Verilerle Tutarlıdır" boyutuna ait cevapları incelendiğinde öğrencilerin "bilinçli" görüş düzeyindeki yanıtlarının %7,6'dan, %20,5'e yükseldiği, "eklektik" görüş düzeyindeki yanıtlarının %33,3'den, %46,1'e yükseldiği, "naif" görüş düzeyindeki yanıtlarının %30,7'den, %17,9'a düştüğü, "naif" görüş düzeyindeki yanıtlarının %28,2'den, %15,3'a düştüğü tespit edilmiştir.

Ortaokul 8. Sınıf öğrencilerinin 7. boyutu "Veri ile Kanıt Aynı Şey Değildir" ile ilgili görüşleri, Bilimsel Sorgulama Hakkında Görüşler Anketinin bir sorusuna (4) verilen cevapların bir bütün olarak değerlendirilmiştir. Öğrencilerin bilimsel sorgulamanın birinci boyutu olan "Veri ile Kanıt Aynı Şey Değildir" boyutuna ait cevapları incelendiğinde öğrencilerin "bilinçli" görüş düzeyindeki yanıtlarının %0'dan, %12,8'e yükseldiği, "eklektik" görüş düzeyindeki yanıtlarının %28,2'den, %46,1'e yükseldiği, "naif" görüş düzeyindeki yanıtlarının %48,7'den, %17,9'a düştüğü, "naif" görüş düzeyindeki yanıtlarının %23'den, %15,3'a düştüğü tespit edilmiştir.

Ortaokul 8. Sınıf öğrencilerinin 8. boyutu "Çıkarımlar Verilere ve Önceden Bilinenlere Dayandırılır" ile ilgili görüşleri, Bilimsel Sorgulama Hakkında Görüşler Anketinin iki sorusuna (7a, 7b) verilen cevapların bir bütün olarak değerlendirilmiştir. Öğrencilerin bilimsel sorgulamanın birinci boyutu olan "Çıkarımlar Verilere ve Önceden Bilinenlere Dayandırılır" boyutuna ait cevapları incelendiğinde öğrencilerin "bilinçli" görüş düzeyindeki yanıtlarının %17,9'da sabit kaldığı, "eklektik" görüş düzeyindeki yanıtlarının %23'den, %38,4'e yükseldiği, "naif" görüş düzeyindeki yanıtlarının %35,8'den, %30,7'ye düştüğü, "naif" görüş düzeyindeki yanıtlarının %25,6'dan, %12,8'e düştüğü tespit edilmiştir.

Tablo 25'de özel yetenekli öğrencilerin bilimsel sorgulamaya yönelik görüş anketine uygulama öncesi ve sonrası verdikleri yanıtların yüzdelikleri ve frekansları verilmiştir.

Tablo 25

Özel Yetenekli Öğrencilerin Bilimsel Sorgulamanın Alt Boyutları Uygulama Öncesi ve Uygulama Sonrası Verdikleri Yanıtların Yüzdelik ve Frekans Değerleri

(N=34)	Öntest Bilinçli	Öntest Eklektik	Öntest Naif	Öntest Yetersiz	Sontest Bilinçli	Sontest Eklektik	Sontest Naif	Sontest Yetersiz
1.Bilimsel araştırmaların hepsi bir soru ile başlar ve her zaman bir hipotez test etmez.	2 %5,8	16 %47	8 %23,5	8 %23,5	2 %5,8	22 %67,7	8 %23,5	2 %5,8
2.Bütün araştırmalarda takip edilen tek bir bilimsel yöntem yoktur.	2 %5,8	14 %41,1	9 %26,4	9 %26,4	3 %8,8	23 %67,6	5 %14,7	3 %8,8
3.Sorulan soru sorgulama işlemine rehberlik eder.	10 %29,4	8 %23,5	10 %29,4	6 %17,6	10 %29,4	18 %52,9	4 %11,7	2 %5,8
4.Aynı işlemi yapan bilim insanları aynı sonuçlara ulaşmayabilirler.	12 %35,5	14 %41,1	4 %11,7	4 %11,7	14 %41,1	16 %47	3 %8,8	1 %2,9
5.Sorgulama işlemi sonuçlara etki eder.	14 %41,1	14 %41,1	4 %11,7	2 %5,8	15 %44,1	16 %47	3 %8,8	0 %0
6.Araştırma sonuçları toplanan verilerle tutarlı olmak zorundadır.	11 %32,3	13 %38,2	7 %20,5	5 %14,7	13 %38,2	17 %50,9	2 %5,8	2 %5,8
7.Bilimsel veri ile bilimsel kanıt aynı şey değildir.	7 %20,5	16 %47	6 %17,6	5 %14,7	8 %23,5	20 %58,7	4 %11,7	2 %5,8
8.Çıkarımlar, toplanan verilere ve önceden bilinenlere dayanılarak yapılır.	7 %20,5	13 %38,2	8 %23,5	7 %20,5	8 %23,5	20 %58,7	4 %11,7	2 %5,8

Özel yetenekli öğrencilerinin 1. Boyutu “Bir Soru ile Başlar” ile ilgili görüşleri, Bilimsel Sorgulama Hakkında Görüşler Anketinin üç sorusuna (1a, 1b, 2) verilen cevapların bir bütün olarak değerlendirilmiştir. Öğrencilerin bilimsel sorgulamanın birinci boyutu olan “Bir Soru ile Başlar” boyutuna ait cevapları incelendiğinde öğrencilerin “bilinçli” görüş düzeyindeki yanıtlarının %5,8’de sabit kaldığı, “eklektik” görüş düzeyindeki yanıtlarının %47’den, %67,7’ye yükseldiği, “naif” görüş düzeyindeki yanıtlarının %23,5’da sabit kaldığı “naif” görüş düzeyindeki yanıtlarının %23,5’dan, %5,8’e düştüğü tespit edilmiştir.

Özel yetenekli öğrencilerinin 2. boyutu "Tek Bir Yöntem Yoktur" ile ilgili görüşleri, Bilimsel Sorgulama Hakkında Görüşler Anketinin iki sorusuna (1b, 1c) verilen cevapların bir bütün olarak değerlendirilmiştir. Öğrencilerin bilimsel sorgulamanın birinci boyutu olan "Tek Bir Yöntem Yoktur" boyutuna ait cevapları incelendiğinde öğrencilerin "bilinçli" görüş düzeyindeki yanıtlarının %5,8'den, %8,8'e yükseldiği, "eklektik" görüş düzeyindeki yanıtlarının %41,1'den, %67,6'ya yükseldiği, "naif" görüş düzeyindeki yanıtlarının %26,4'den, %14,7'ye düştüğü, "naif" görüş düzeyindeki yanıtlarının %26,4'den, %8,8'a düştüğü tespit edilmiştir.

Özel yetenekli öğrencilerinin 3. boyutu "Araştırma Sorusu Rehberlik Eder" ile ilgili görüşleri, Bilimsel Sorgulama Hakkında Görüşler Anketinin bir sorusuna (5) verilen cevapların bir bütün olarak değerlendirilmiştir. Öğrencilerin bilimsel sorgulamanın birinci boyutu olan "Araştırma Sorusu Rehberlik Eder" boyutuna ait cevapları incelendiğinde öğrencilerin "bilinçli" görüş düzeyindeki yanıtlarının %29,4'de sabit kaldığı, "eklektik" görüş düzeyindeki yanıtlarının %23,5'den %52,9'a yükseldiği, "naif" görüş düzeyindeki yanıtlarının %29,4'den, %11,7'ye düştüğü, "naif" görüş düzeyindeki yanıtlarının %17,6'dan, %5,8'e düştüğü tespit edilmiştir.

Özel yetenekli öğrencilerinin 4. boyutu "İşlemler Aynı Sonucu Vermeyebilir" ile ilgili görüşleri, Bilimsel Sorgulama Hakkında Görüşler Anketinin bir sorusuna (3a) verilen cevapların bir bütün olarak değerlendirilmiştir. Öğrencilerin bilimsel sorgulamanın birinci boyutu olan "İşlemler Aynı Sonucu Vermeyebilir" boyutuna ait cevapları incelendiğinde öğrencilerin "bilinçli" görüş düzeyindeki yanıtlarının %35,5'den, %41,1'e yükseldiği, "eklektik" görüş düzeyindeki yanıtlarının %41,1'den, %47'ye yükseldiği, "naif" görüş düzeyindeki yanıtlarının %11,7'den, %8,8'e düştüğü, "naif" görüş düzeyindeki yanıtlarının %11,7'den, %2,9'a düştüğü tespit edilmiştir.

Özel yetenekli öğrencilerinin 5. boyutu "İşlemler Sonuçları Etkiler" ile ilgili görüşleri, Bilimsel Sorgulama Hakkında Görüşler Anketinin bir sorusuna (3b) verilen cevapların bir bütün olarak değerlendirilmiştir. Öğrencilerin bilimsel sorgulamanın birinci boyutu olan "İşlemler Sonuçları Etkiler" boyutuna ait cevapları incelendiğinde öğrencilerin "bilinçli" görüş düzeyindeki yanıtlarının %41,1'de sabit kaldığı, "eklektik" görüş düzeyindeki yanıtlarının %41,1'den, %47'ye yükseldiği, "naif" görüş düzeyindeki yanıtlarının %11,7'den, %8,8'e düştüğü, "naif" görüş düzeyindeki yanıtlarının %5,8'den, %0'a düştüğü tespit edilmiştir.

Özel yetenekli öğrencilerinin 6. boyutu "Sonuçlar Verilerle Tutarlıdır" ile ilgili görüşleri, Bilimsel Sorgulama Hakkında Görüşler Anketinin bir sorusuna (6) verilen cevapların bir bütün olarak değerlendirilmiştir. Öğrencilerin bilimsel sorgulamanın birinci boyutu olan "Sonuçlar Verilerle Tutarlıdır" boyutuna ait cevapları incelendiğinde öğrencilerin "bilinçli" görüş düzeyindeki yanıtlarının %32,2'den, %38,2'ye yükseldiği, "eklektik" görüş düzeyindeki yanıtlarının %38,2'den, %50,9'a yükseldiği, "naif" görüş düzeyindeki yanıtlarının %20,5'den, %5,8'e düştüğü, "naif" görüş düzeyindeki yanıtlarının %14,7'den, %5,8'e düştüğü tespit edilmiştir.

Özel yetenekli öğrencilerinin 7. boyutu "Veri ile Kanıt Aynı Şey Değildir" ile ilgili görüşleri, Bilimsel Sorgulama Hakkında Görüşler Anketinin bir sorusuna (4) verilen cevapların bir bütün olarak değerlendirilmiştir. Öğrencilerin bilimsel sorgulamanın birinci boyutu olan "Veri İle Kanıt Aynı Şey Değildir" boyutuna ait cevapları incelendiğinde öğrencilerin "bilinçli" görüş düzeyindeki yanıtlarının %20,5'den, %23,5'e yükseldiği, "eklektik" görüş düzeyindeki yanıtlarının %47'den, %58,7'ye yükseldiği, "naif" görüş düzeyindeki yanıtlarının %17,6'dan, %11,7'ye düştüğü, "naif" görüş düzeyindeki yanıtlarının %14,7'den, %5,8'e düştüğü tespit edilmiştir.

Özel yetenekli öğrencilerinin 8. boyutu olan "Çıkarımlar Verilere ve Önceden Bilinenlere Dayandırılır" ile ilgili görüşleri, Bilimsel Sorgulama Hakkında Görüşler Anketinin iki sorusuna (7a, 7b) verilen cevapların bir bütün olarak değerlendirilmiştir. Öğrencilerin bilimsel sorgulamanın birinci boyutu olan "Çıkarımlar Verilere ve Önceden Bilinenlere Dayandırılır" boyutuna ait cevapları incelendiğinde öğrencilerin "bilinçli" görüş düzeyindeki yanıtlarının %20,5'dan, %23,5'a yükseldiği, "eklektik" görüş düzeyindeki yanıtlarının %38,2'den, %58,7'ye yükseldiği, "naif" görüş düzeyindeki yanıtlarının %23,5'dan, %11,7'ye düştüğü, "naif" görüş düzeyindeki yanıtlarının %20,5'den, %5,8'e düştüğü tespit edilmiştir.

4.3. Üçüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorum

Araştırmanın üçüncü alt problemi "Sosyobilimsel konulara yönelik geliştirilen etkinliklerin öğrencilerinin eleştirel düşünme becerilerine etkisi nasıldır?" şeklinde belirlenmiştir.

Araştırmanın üçüncü alt problemine ilişkin bulgular üçüncü araştırma sorusu kapsamında Tablo 26 ve Tablo 27'de sunulmuştur.

Ortaokul 8. Sınıf öğrencilerinin CEDTDX verdiği cevaplarda elde edilen bulgular doğrultusunda, ilişkili örneklemler t-testi normallik varsayımlarından olan Shapiro-Wilk sig. Değeri ,004 olup ,05'ten küçüktür. Merkezi Limit Teoremi, yeterince büyük örneklem sayısı karşılandığında örneklem dağılımlarının değişkenlerin dağılımına bakılmaksızın normal olarak dağıtıldığını ifade etmektedir (Tabachnick & Fidell, 2007, s.78). Bu çalışmada örneklem sayısı 39 olduğu için dağılım normal olarak kabuledilmiştir ve ilişkili örneklemler t-testinin uygulanması sonucuna ulaşılmıştır. Çarpıklık ve basıklık değerleri de -2 ile + 2 arasındadır. CEDTDX alt boyutlarına yönelik ön-test son-test ölçümlerinin ilişkili örneklemler t-testi ile karşılaştırılmasına yönelik sonuçlar Tablo 26'te sunulmuştur.

Tablo 26

Ortaokul 8. Sınıf öğrencilerinin CEDTDX Ön Test-Son Test Ölçümlerinin İlişkili ÖrneklemlerT-Testi ile Karşılaştırılmasına İlişkin Bulgular

	N	$\bar{X}$	S	sd	t	p
CEDTDX Tümevarım Öntest	39	5,69	2,14	38	14,95	,000
CEDTDX Tümevarım Sontest	39	9,69	2,53			
CEDTDX Tümdengelim Öntest	39	4,95	1,45	38	12,82	,000
CEDTDX Tümdengelim Sontest	39	8,33	2,30			
CEDTDX Varsayım kurma Öntest	39	2,46	0,97	38	11,11	,000
CEDTDX Varsayım kurma Sontest	39	4,46	1,39			
CEDTDX Gözlem Yapma ve Kaynağın Güvenirliği Sorgulama Öntest	39	1,62	0,99	38	7,72	,000
CEDTDX Gözlem Yapma ve KaynağınGüvenirliği Sorgulama Sontest	39	2,69	1,36			

Not: p<,01 seviyesinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardır.

Ortaokul 8.sınıf öğrencilerinin "Tümevarım", "Tümdengelim", "Varsayım kurma", "Gözlem yapma ve kaynağın güvenilirliği sorgulama" alt boyutlarının son test ortalamaları ön test ortalamalarından yüksektir. Tablo 26'da verilen ilişkili örneklemler t-testinin sonuçlarına göre ortaokul 8.sınıf öğrencilerinin "Tümevarım" alt boyutunda sosyobilimsel temelli öğretim uygulamalarından sonraki eleştirel düşünme becerisi ortalaması ($\bar{X}$=9,69, s=2,53) uygulamadan önceki eleştirel düşünme ortalamasından ($\bar{X}$=5,69, s=2,14) anlamlı düzeyde yüksek olduğu tespit edilmiştir (t (38) = 14,95; p<,01). Etki büyüklüğü için hesaplanan Cohen d değeri 1,67 olarak bulunmuştur. Cohen (1988)'e göre bu değerin yüksek büyüklükte etki kategorisinde olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 26'da verilen ilişkili örneklemler t-testinin sonuçlarına göre ortaokul 8.sınıf öğrencilerinin "Tümdengelim" alt boyutunda sosyobilimsel temelli öğretim uygulamalarından sonraki eleştirel düşünme becerisi ortalaması ($\bar{X}$=8,33, s=2,30) uygulamadan önceki eleştirel düşünme ortalamasından ($\bar{X}$=4,95, s=1,45) anlamlı düzeyde yüksek olduğu tespit edilmiştir (t (38) = 12,82; p<,01). Etki büyüklüğü için hesaplanan Cohen d değeri 1,64 olarak bulunmuştur. Cohen (1988)'e göre bu değerin yüksek büyüklükte etki kategorisinde olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 26'da verilen ilişkili örneklemler t-testinin sonuçlarına göre ortaokul 8.sınıf öğrencilerinin "Varsayım kurma" alt boyutunda sosyobilimsel temelli öğretim uygulamalarından sonraki eleştirel düşünme becerisi ortalaması ($\bar{X}$=4,46, s=1,39) uygulamadan önceki eleştirel düşünme ortalamasından ($\bar{X}$=2,46, s=0,97) anlamlı düzeyde yüksek olduğu tespit edilmiştir (t (38) = 11,11; p<,01). Etki büyüklüğü için hesaplanan Cohen d değeri 1,12 olarak bulunmuştur. Cohen (1988)'e göre bu değerin yüksek büyüklükte etki kategorisinde olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 26'da verilen ilişkili örneklemler t-testinin sonuçlarına göre ortaokul 8.sınıf öğrencilerinin "Gözlem yapma ve kaynağın güvenilirliğini sorgulama" alt boyutunda sosyobilimsel temelli öğretim uygulamalarından sonraki eleştirel düşünme becerisi ortalaması ($\bar{X}$=2,69, s=1,36) uygulamadan önceki eleştirel düşünme ortalamasından ($\bar{X}$=1,62, s=0,99) anlamlı düzeyde yüksek olduğu tespit edilmiştir (t (38) = 7,72; p<,01). Etki büyüklüğü için hesaplanan Cohen d değeri 0,87 olarak bulunmuştur. Cohen'e (1988) göre bu değerin yüksek büyüklükte etki kategorisinde olduğu tespit edilmiştir.

Özel yetenekli öğrencilerinin CEDTDX verdiği cevaplarda elde edilen bulgular doğrultusunda, ilişkili örneklemler t-testi normallik varsayımlarından olan Shapiro-Wilk sig.

Değeri ,002 olup ,05'ten küçüktür. Merkezi Limit Teoremi, yeterince büyük örneklem sayısı karşılandığında örneklem dağılımlarının değişkenlerin dağılımına bakılmaksızın normal olarak dağıtıldığını ifade etmektedir (Tabachnick & Fidell, 2007, s.78). Bu çalışmada örneklem sayısı 34 olduğu için dağılım normal olarak kabul edilmiştir ve ilişkili örneklemler t-testinin uygulanması sonucuna ulaşılmıştır. Çarpıklık ve basıklık değerleri de -2 ile + 2 arasındadır. CEDTDX alt boyutlarına yönelik ön-test son-test ölçümlerinin ilişkili örneklemler t-testi ile karşılaştırılmasına yönelik sonuçlar Tablo 27'te sunulmuştur.

Tablo 27

Özel Yetenekli öğrencilerinin CEDTDX Ön Test-Son Test Ölçümlerinin İlişkili Örneklemler t-Testi ile Karşılaştırılmasına İlişkin Bulgular

	N	$\bar{X}$	s	sd	T	p
CEDTDX Tümevarım Öntest	34	9,97	4,99	33	5,26	,000
CEDTDX Tümevarım Sontest	34	10,76	4,99			
CEDTDX Tümdengelim Öntest	34	7,73	7,92	33	3,18	,003
CEDTDX Tümdengelim Sontest	34	7,97	7,97			
CEDTDX Varsayım kurma Öntest	34	4,11	4,56	33	4,31	,000
CEDTDX Varsayım kurma Sontest	34	4,52	4,72			
CEDTDX Gözlem Yapma ve Kaynağın Güvenirliği Sorgulama Öntest	34	2,52	2,21	33	3,27	,002
CEDTDX Gözlem Yapma ve Kaynağın Güvenirliği Sorgulama Sontest	34	2,82	2,45			

Not: p<,01 seviyesinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardır.

Özel yetenekli öğrencilerinin “Tümevarım”, “Tümdengelim”, “Varsayım kurma”, “Gözlem yapma ve kaynağın güvenilirliği sorgulama” alt boyutlarının son test ortalamaları ön test ortalamalarından yüksektir. Tablo 27’de verilen ilişkili örneklemler t-testinin sonuçlarına göre Ortaokul 8.sınıf öğrencilerinin “Tümevarım” alt boyutunda sosyobilimsel temelli öğretim uygulamalarından sonraki eleştirel düşünme becerisi ortalaması ($\bar{X}$=9,69, s=2,53) uygulamadan önceki eleştirel düşünme ortalamasından ($\bar{X}$=5,69, s=2,14) anlamlı düzeyde yüksek olduğu tespit edilmiştir (t (38) = 14,95; p<,01). Etki büyüklüğü için hesaplanan Cohen d değeri 0,88 olarak bulunmuştur. Cohen (1988)’e göre bu değerin yüksek büyüklükte etki kategorisinde olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 27’de verilen ilişkili örneklemler t-testinin sonuçlarına göre özel yetenekli öğrencilerinin “Tümdengelim” alt boyutunda sosyobilimsel temelli öğretim uygulamalarından sonraki eleştirel düşünme becerisi ortalaması ($\bar{X}$=8,33, s=2,30) uygulamadan önceki eleştirel düşünme ortalamasından ($\bar{X}$=4,95, s=1,45) anlamlı düzeyde yüksek olduğu tespit edilmiştir (t (38) = 12,82; p<,01). Etki büyüklüğü için hesaplanan Cohen d değeri 0,43 olarak bulunmuştur. Cohen (1988)’e göre bu değerin yüksek büyüklükte etki kategorisinde olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 27’de verilen ilişkili örneklemler t-testinin sonuçlarına göre özel yetenekli öğrencilerinin “Varsayım kurma” alt boyutunda sosyobilimsel temelli öğretim uygulamalarından sonraki eleştirel düşünme becerisi ortalaması ($\bar{X}$=4,46, s=1,39) uygulamadan önceki eleştirel düşünme ortalamasından ($\bar{X}$=2,46, s=0,97) anlamlı düzeyde yüksek olduğu tespit edilmiştir (t (38) = 11,11; p<,01). Etki büyüklüğü için hesaplanan Cohen d değeri 0,55 olarak bulunmuştur. Cohen (1988)’e göre bu değerin yüksek büyüklükte etki kategorisinde olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 27’de verilen ilişkili örneklemler t-testinin sonuçlarına göre özel yetenekli öğrencilerinin “Gözlem yapma ve kaynağın güvenilirliğini sorgulama” alt boyutunda sosyobilimsel temelli öğretim uygulamalarından sonraki eleştirel düşünme becerisi ortalaması ($\bar{X}$=2,69, s=1,36) uygulamadan önceki eleştirel düşünme ortalamasından ($\bar{X}$=1,62, s=0,99) anlamlı düzeyde yüksek olduğu tespit edilmiştir (t (38) = 7,72; p<,01). Etki büyüklüğü için hesaplanan Cohen d değeri 0,52 olarak bulunmuştur. Cohen (1988)’e göre bu değerin yüksek büyüklükte etki kategorisinde olduğu tespit edilmiştir.

BÖLÜM 5

SONUÇLAR

Bu bölümde araştırmanın alt problemlerine ilişkin sonuçlar, genel sonuçlar ve öneriler başlıkları yer almaktadır.

"Bilgi güçtür"
Francis Bacon

5.1. Birinci Alt Probleme İlişkin Sonuçlar

Çalışmanın birinci araştırma sorusu kapsamında, sosyobilimsel konu temelli öğretime yönelik öğrencilerin ve öğretmenlerin görüşleri; (a) belirsizliğe tahammülsüzlük, (b) bilimcilik, (c) rekabet duygusu, (d) uygun ve kolay bir fikir birliğine varmak, (e) SBK'nın çoklu doğası ve (f) eleştirel düşünme olarak sınıflandırılmıştır. Nitekim yapılan benzer çalışmalarda bu bulguları destekler niteliktedir (Choi & Ko, 2014; Kervinen & Aivelo, 2023; Lee, 2022; Lee, Choi & Ko, 2014; Lee, Lee & Zeidler, 2020). Choi ve Ko (2014) tarafından üniversite öğrencilerine yönelik olarak yapılan çalışmada insan klonlaması ve hayvan deneyleri sosyobilimsel konuları üzerinden üniversite öğrencilerinin kendilerini bilimle nasıl ilişkilendirdikleri incelenmiştir. Çalışmada, katılımcıların çoğunun bu kötü yapılandırılmış konularla başa çıkamayarak konuların başka yönlerinden etkilediği ve bu aşamada kendi değerlerini ve duygularını açık veya örtülü yollarla dile getirdiği sonucuna ulaşılmıştır. Kervinen ve Aivelo (2023) tarafından ortaokul öğrencilerine yönelik olarak yapılan çalışmada ortaokul öğrencilerinin epistemik belirsizliğe nasıl yanıt verdikleri incelenmiştir. Çalışmada, belirsizliğe; alternatif anlatı senaryoları ve hipotezleri hayal ederek; bu durumu argümantasyon pratiklerinin bir parçası olarak kabul edip ve sürdürerek, araştırma faaliyetlerini ve hedeflerini esnek bir şekilde yeniden yapılandırarak yanıt verdikleri sonucuna ulaşılmıştır. Lee (2022) tarafından yapılan öğretmen adaylarına yönelik olarak 15

hafta boyunca gerçekleştirilen çalışmada, öğretmen adayları sosyobilimsel konulara yönelik bir ders tasarlama ve o dersi uygulama imkanı bulmuştur. Çalışmada, öğretmen adaylarının sosyobilimsel konulara yönelik ders deneyimlerine yüksek değer verdiğini, ancak bir dizi pedagojik ve epistemolojik zorluk yaşadıklarını sonucuna ulaşılmıştır. Lee, Lee ve Zeidler (2020) tarafından 3-4 hafta boyunca biyoteknoloji ile ilgili sosyobilimsel konular ile ilgili öğretim programına katılmış lise öğrencilerine yönelik olarak gerçekleştirilen; sınıf gözlemi, öğrenci ve öğretmen görüşmeleri aracılığı ile veri toplanan çalışmada; öğrencilerin sosyobilimsel konulara yönelik etkileşimi incelenmiştir. Çalışmada, lise öğrencilerinin sosyobilimsel konulara yönelik tahammülsüzlük, bilimcilik, rekabet duygusu ve kolay bir fikir birliğine varmak olmak üzere dört etkileşimle yanıt verdiği sonucuna ulaşılmıştır.

5.2. İkinci Alt Probleme İlişkin Sonuçlar

Çalışmanın ikinci araştırma sorusu kapsamında, sosyobilimsel konu temelli öğretimin, öğrencilerin bilimsel muhakemeye yönelik görüşlerine olumlu etkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Nitekim yapılan benzer çalışmalarda bu bulguları destekler niteliktedir (Ayyılmaz Çelik, 2019; Beyazörtü, 2019; Bolu, 2017; Coşkun, 2021; Doğan, 2017; Gezer, 2021; Lederman vd., 2014; Lederman vd., 2019; Schellinger vd., 2017). Ayyılmaz Çelik (2019) tarafından fen bilimleri öğretmenleri ve fen bilgisi öğretmen adaylarına yönelik olarak yapılan çalışmada fen bilimleri öğretmenlerinin ve fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel muhakemeye yönelik görüşleri incelenmiştir. Çalışmada, fen bilimleri öğretmenlerinin ve fen bilgisi öğretmen adaylarının, "teori ve yasa" alt boyutlarında yetersiz oldukları, ancak "bilimsel bilginin değişebilirliği" ve "bilimin öznelliği" alt boyutlarında bilgili düzeyde oldukları, "veriler sonuçlarla tutarlı olmalı" alt boyutunda yetersiz, "veri ve kanıt ile sorgulama sonuca etki eder" alt boyutunda bilgili düzeyde oldukları belirlenmiştir. Fen Bilgisi öğretmen adaylarının ise "deney ve gözleme dayalılık" ile "veriler sonuçlarla tutarlı olmalı" alt boyutlarında yetersiz, ancak "veri ve kanıt" ile "sorgulama sonuca etki eder" alt boyutlarında karmaşık bir bilgi düzeyine sahip oldukları gözlemlenmiştir. Beyazörtü (2019) tarafından lise öğrencilerine yönelik olarak gerçekleştirilen çalışmada lise öğrencilerinin bilimsel muhakemeye yönelik görüşleri incelenmiştir. Çalışmada, lise öğrencilerinin bilimsel muhakemeye yönelik görüşlerinin ($\bar{x}$=0,488) zayıf olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bolu (2017) tarafından 6. sınıf öğrencilerine yönelik yapılan çalışmada modellemeye dayalı öğretim yöntemi kullanılarak işlenilen elektrik iletimi konusunun 6. sınıf öğrencilerinin bilimsel muhakemeye yönelik görüşleri etkisi incelenmiştir. Çalışmada,

modellemeye dayalı öğretim yönteminin 6. sınıf öğrencilerinin bilimsel muhakemeye yönelik görüşlerine olumlu etkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Çoşkun (2021) tarafından 7. Sınıf öğrencilerine yönelik olarak gerçekleştirilen çalışmada bilim tarihi örnekleri ile desteklenmiş hücre konusu öğretiminin 7. sınıf öğrencilerinin bilimsel muhakemeye yönelik görüşlerine etkisi araştırılmıştır. Çalışmada, bilim tarihi örnekleri ile desteklenmiş hücre konusu öğretiminin 7. Sınıf öğrencilerinin bilimsel muhakemeye yönelik görüşlerine olumlu etkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Doğan (2017) tarafından yapılan öğretmen adaylarına yönelik olarak 14 hafta boyunca gerçekleştirilen çalışmada problem tabanlı öğrenme ve bilim tarihi yaklaşımlarını teknolojik yöntemlerle birleştirmiş öğretim uygulamalarının öğretmen adaylarının bilimsel muhakemeye yönelik görüşlerine etkisi incelenmiştir. Çalışmada, çalışmada problem tabanlı öğrenme ve bilim tarihi yaklaşımlarını teknolojik yöntemlerle birleştirmiş öğretim uygulamalarının, öğretmen adaylarının bilimsel muhakemeye yönelik görüşlerine "veriler sonuçlarla tutarlı olmalı" alt boyutu hariç olumlu etkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Gezer (2021) tarafından özel yetenekli 6. 7. ve 8. Sınıf öğrencilerine yönelik olarak gerçekleştirilen çalışmada özel yetenekli 6. 7. ve 8. Sınıf öğrencilerinin bilimsel muhakemeye yönelik görüşleri incelenmiştir. Bu çalışma, özel yetenekli 6., 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin bilimsel muhakemeye yönelik görüşlerinin genel olarak çoğunlukla yetersiz düzeyde, öğrencilerin, bilimsel muhakemenin 1., 2., 3. ve 8. boyutlarında yetersiz görüşleri, 1. ve 7. boyutlar içinse kısmen bilinçli görüşleri ancak 4., 5. ve 6. boyutlarda bilinçli düzeyde görüşleri olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Lederman vd. (2014) tarafından 8. sınıf öğrencilerine yönelik olarak 7 hafta boyunca gerçekleştirilen çalışmada öğrencilere bilimsel muhakemenin 7 boyunun öğretilmesini hedefleyen aktiviteler yapılmıştır, bu aktivitelerin 8. sınıf öğrencilerinin bilimsel muhakemeye yönelik görüşlerine etkisi incelenmiştir. Çalışmada, bilimsel araştırmanın 7 boyunun öğretilmesini hedefleyen aktivitelerin bilimsel muhakemeye yönelik görüşlere olumlu etkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Lederman vd. (2019) tarafından 7. sınıf öğrencilerine yönelik olarak 18 ülkeyi kapsayan çalışmada 7. sınıf öğrencilerinin bilimsel muhakemeye yönelik görüşleri incelenmiştir. Çalışmada, 7. sınıf öğrencilerinin çoğunluğunun bilimsel muhakeme ile ilgili görüşlerinin yetersiz olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Lederman vd. (2014) tarafından 4. ve 5. sınıf öğrencilerine yönelik gerçekleştirilen çalışmada öğrencilere dijital destekli, sorgulama odaklı bir müfredat uygulanmış, bu müfredatın 4. ve 5. sınıf öğrencilerinin bilimsel muhakemeye yönelik görüşleri üzerindeki etkisi incelenmiştir. Çalışmada, dijital destekli, sorgulama odaklı bir müfredat 4. ve 5. sınıf öğrencilerinin bilimsel muhakemeye yönelik görüşlerine olumlu etkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

5.3. Üçüncü Alt Probleme İlişkin Sonuçlar

Çalışmanın üçüncü araştırma sorusu kapsamında, sosyobilimsel konu temelli öğretim gören öğrencilerin eleştirel düşünme puanları arasında anlamlı bir farklılık olduğu gözlenmiştir. Nitekim yapılan benzer çalışmalarda bu bulguları destekler niteliktedir (Benek & Akcay, 2022; Solbes, Torres & Traver, 2018; Qamariyah, Rahayu, Fajaroh &Alsulami, 2021; Wang, Chen, Lin, Huang & Hong, 2017).

Solbes, Torres ve Traver (2018) tarafından öğretmen adaylarına yönelik olarak 16 hafta boyunca yarı deneysel desen kullanılarak gerçekleştirilen çalışmada öntest ve sontest olarak uygulanan nitel ve nicel verinin değerlendirilmesi sonucunda sosyobilimsel konuların öğretmen adaylarının eleştirel düşünme becerilerini teşvik etmek ve geliştirmek için uygun bir bağlam olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Benek ve Akcay (2022) tarafından ortaokul öğrencilerine yönelik olarak karma yöntem araştırması kullanılarak 24 hafta boyunca gerçekleştirilen çalışmada sosyobilimsel konulara yönelik STEM etkinliklerinin 21. yy becerilerinden eleştirel düşünmeye olumlu etkisi olduğu tespit edilmiştir. Qamariyah, Rahayu, Fajaroh ve Alsulami (2021) tarafından kimya öğrencileri ile yapılan çalışmada sosyobilimsel konulara yönelik öğretimin gerçekleştiği deney grubunda kontrol grubuna kıyasla üst düzey düşünme becerilerinden eleştirel düşünme becerileri puanları arasında anlamlı bir fark olduğu gözlenmiştir. Wang, Chen, Lin, Huang, ve Hong (2017) tarafından yapılan ortaokul öğrencilerine yönelik olarak 72 ders saati boyunca gerçekleştirilen çalışmada işbirliği odaklı sosyobilimsel konular etkinliklerinin eleştirel düşünmeye olumlu etkisi olduğu tespit edilmiştir. Sanders, Fortner, Gibson ve Lamm (2022) tarafından yapılan üniversite öğrencilerine yönelik olarak 72 ders saati boyunca gerçekleştirilen çalışmada sosyobilimsel konulara yönelik hipotetik durum senaryolarının (HCS) eleştirel düşünmeye teşvik ettiği sonucuna ulaşılmıştır. Yapılan benzer çalışmalarda mevcut çalışmanın bulgularını desteklemeyen çalışmalarda bulunmaktadır (Gül & Akcay, 2020; Semilarski, Laius & Rannikmäe, 2019). Semilarski, Laius ve Rannikmäe (2019) tarafından yapılan lise öğrencilerine yönelik olarak 3 yıl boyunca gerçekleştirilen çalışmada laktoz intoleransı adlı konuyu STEM etkinlikleri ile öğrenen öğrencilerin 21. yy becerilerinden eleştirel düşünme becerisi puanları arasında anlamlı bir fark olmadığı gözlemlenmiştir. Gül ve Akcay (2020) tarafından yapılan sosyobilimsel konu öğretiminin eleştirel düşünmeye yönelik etkisinin incelendiği, öğretmen adayları ile yapılan çalışmada, eleştirel düşünme becerileri puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

5.4. Genel Sonuçlar

Araştırmaya katılan ortaokul öğrencilerinin ve özel yetenekli öğrencilerinin eleştirel düşünme becerilerinde anlamlı bir farklılık gözlemlenmiştir. Yapılan etkinlikler sonrasında sosyobilimsel konuların eleştirel düşünme için uygun bağlamlar olması sebebiyle, ortaokul 8. sınıf öğrencilerinin ve özel yetenekli öğrencilerinin eleştirel düşünme becerilerinin geliştiği ortaya çıkmıştır. Bu sonuç yapılan diğer araştırmalar ile uyumludur (Agrawal & Sureka, 2017; Çavaş vd., 2012; Jamali, 2020; Kırkan, 2018; Şen, 2018; Wang, LaCombe & Rogers, 2004).

Araştırmaya katılan ortaokul öğrencilerinin ve özel yetenekli öğrencilerin bilimsel muhakemeye yönelik görülerinde yetersiz düzeyden bilgili düzeye bir geçiş olduğu gözlemlenmiştir. Yapılan etkinlikler sonrasında sosyobilimsel konuların doğası gereği bilimsel konsensüs olmaması, bilimsel bilginin üretilmesine yönelik süreçleri içermesi sebebiyle, ortaokul öğrencilerinin ve özel yetenekli öğrencilerinin bilimsel muhakemeye yönelik görüşlerinin olumlu yönde etkilendiği ortaya çıkmıştır. Bu sonuç yapılan diğer araştırmalar ile uyumludur (Agrawal & Sureka, 2017; Çavaş vd., 2012; Jamali, 2020; Kırkan, 2018; Şen, 2018; Wang, LaCombe & Rogers, 2004).

Araştırmaya katılan ortaokul öğrencilerinin ve özel yetenekli öğrencilerin ve uygulamayı yapan öğretmenlerin öğrencilerin sosyobilimsel konular temeli öğretime yönelik etkileşimi incelendiğinde; ortaokul öğrencilerinin sosyobilimsel konular temeli öğretime yönelik etkileşimi; belirsizliğe tahammülsüzlük, rekabet, bilimcilik, uygun kolay açıklama SBK'nın çoklu doğası ve eleştirel düşünme, özel yetenekli öğrencilerinin sosyobilimsel konular temeli öğretime yönelik etkileşimi; belirsizliğe tahammülsüzlük, rekabet, bilimcilik, SBK'nın çoklu doğası ve eleştirel düşünme olarak sınıflandırılmıştır Bu sonuç da yapılan diğer araştırmalar ile uyumludur (Choi & Ko, 2014; Kervinen & Aivelo, 2023; Lee, 2022; Lee, Choi & Ko, 2014; Lee, Lee & Zeidler, 2020). Özel yetenekli öğrencilerinin sosyobilimsel konular temeli öğretime yönelik etkileşimi kaynaklanan farklılıkların epistemolojik inançlarının farklılıklarından kaynaklanabileceği düşünülmektedir (Gallanger, 2019).

5.5. Öneriler

Bu bölümde, araştırmanın verilerinden elde edilen sonuçlar ve araştırmacının uygulama sürecindeki deneyimlerinden yola çıkılarak bazı önerilere yer verilmektedir.

- Öğrencilerin bilimsel muhakemeye yönelik görüşlerinin ve eleştirel düşünme becerilerinin gelişiminin gözlemlenebileceği daha uzun süreli araştırmalar planlanabilir.
- Sosyobilimsel konular temelli öğretimin eleştirel düşünme becerilerine etkisine ilişkin farklı sınıf düzeylerinde çalışmalar yapılabilir.
- Sosyobilimsel konular temelli öğretimin bilimsel muhakemeye yönelik görüşlerine etkisine ilişkin farklı sınıf düzeylerinde çalışmalar yapılabilir.
- Bu araştırmada eleştirel düşünme becerisini ölçmek amacı ile CEDTDX kullanılmıştır, diğer araştırmacılar tarafından eleştirel düşünme ile ilgili veri toplamak amacı ile bu veri toplama aracına ek olarak gözlem, yarı yapılandırılmış görüşmeler ve yansıtıcı günlükler kullanılabilir.
- Bu araştırmada öğrencilerin bulunduğu okul kademesi sebebi ile genetik ile ilgili konular da mRNA kavramına değinilmemesi tercih edilmiştir. Lise kademesini hedef alan çalışmamalarda mRNA kavramını da içeren sosyobilimsel konu temelli bir öğretim programı hazırlanabilir.

KAYNAKLAR

AAAS, (1989). *Science for all Americans*. Washington DC: American Library Association.

Aikenhead, G. (1997). Integrating the scientific disciplines in science education. *Vortrage auf der Tagung für Didaktik der Physik/Chemie in Potsdam, 8,* 21-30.

AAAS, (1993). *Benchmarks for science literacy*. NewYork: Oxford University.

Akkaş, B. (2018). *Sosyobilimsel konu temelli öğrenme bağlamında ortaokul öğrencilerinin argümantasyon gerekçelerinin incelenmesi.* Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

ALA, (1984). *Libraries and the learning society: Papers in response to "A Nation at Risk."* Chicago: American Library Association.

Allchin, D., Andersen, H. M., & Nielsen, K. (2014). Complementary approaches to teaching nature of science: Integrating student inquiry, historical cases, and contemporary cases in classroom practice. *Science Education, 98*(3), 461-486.

Atkin, J. M., & Black, P. (2003). *Inside science education reform: A history of curricular and policy change*. New York: Teachers College.

Bal, T. E. (2023). *Sorgulamaya dayalı fen eğitiminin öğrencilerin bilimsel sorgulama ve sorgulayıcı öğrenme becerilerine etkileri.* Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Barrangou, R., & Marraffini, L. A. (2014). CRISPR-CAS systems: Prokaryotes upgrade to adaptive ımmunity. *Molecular Cell, 54,* 234-244.

Baykar, H., Yakar, Z., & Liu, S. Y. (2018). Preservice science teachers' views about scientific inquiry. *European Journal of Education Studies, 4*(10), 128-143.

Bell, R. L., Blair, L. M., Crawford, B. A., & Lederman, N. G. (2003). Just do it? Impact of science apprenticeship program on high school students' understandings of the nature

of science and scientific inquiry. *Journal of Research in Science Teaching, 40*(5), 487-509.

Benek, I., & Akcay, B. (2022). The effects of socio-scientific STEM activities on 21st century skills of middle school students. *Participatory Educational Research, 9*(2), 25-52.

Berninger, V., & Yates, C. (1993). Formal operational thought in the gifted: A post-Piagetian perspective. *Roeper Review, 15,* 220–224.

Bensley, D. A. (1998). *Critical thinking in psychology: A unified skills approach.* CA: Pacific Grove.

Bensley, D. A., Rainey, C., Murtagh, M. P., Flinn, J. A., Maschiocchi, C., Bernhardt, P. C., & Kuehne, S. (2016). Closing the assessment loop on critical thinking: The challenges of multidimensional testing and low test-taking motivation. *Thinking Skills and Creativity, 21,* 158–168.

Beyazörtü, N. (2019). *9. sınıf öğrencilerinin bilimsel sorgulama süreci görüşlerinin farklı değişkenler açısından incelenmesi.* Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Bolu, Y. (2017). *6.sınıf öğrencilerinin bilimsel sorgulama, yaratıcılık, fen başarısı ve tutumlarına modellemeye dayalı fen öğretiminin etkisi.* Doktora Tezi, Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Bolu.

Bossér, U. (2018). *Exploring the complexities of integrating socioscientific issues in science teaching*. Doctoral dissertation, Linnaeus University, Växjö.

Burmeister, M., Rauch, F., & Eilks, I. (2012). Education for sustainable development and chemistry education. *Chemistry. Education. Research. Practise, 13*(2), 59−68.

Bybee, R. W. (1985). The sisyphean question in science education: What should scientifically and technologically literate person know, value and do as a citizen? In L. R. Singleton (Ed.), *Science Technology Society* (pp. 41-51). Washington, DC: Yearbook of the National Science Teachers Association.

Bybee, R. W. (2010). What is STEM education. *Science, 329*(5995), 996-1078.

Bybee, R. W. (2014). The BSCS 5E instructional model: Personal reflections and contemporary implications. *Science and Children*, *51*(8), 10-13.

Carber, S., & Reis, S. (2004). Commonalities in IB practice and the schoolwide enrichment model. *Journal of Research in International Education*, *3*(3), 339-359.

Cases, I., & Lorenzo, V. D. (2005). Genetically modified organisms for the environment: Stories of success and failure and what we have learned from them. *International Microbiology, 8*(3), 213-222.

Cebrián-Robles, D., Franco-Mariscal, A. J., & Blanco-López, A. (2018). A preservice elementary science teachers' argumentation competence: impact of a training programme. *Instructional Science, 46*(*5)*, 789−817.

Chapman, B. S. (2001). Emphasizing concepts and reasoning skills in introductory collegemolecular cell biology. *International Journal of Science Education, 23*, 1157-1176.

Cheng, M. H. M., & Wan, Z. H. (2017). Exploring the effects of classroomlearning environment on critical thinking skills and disposition: A study of Hong Kong 12th graders in Liberal studies. *Thinking Skills and Creativity, 24*, 152–163.

Crawford, B. (2014). From inquiry to scientific practices in the science classroom. In N. Lederman & S. Abell (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 515–544). New York: Taylor and Francis Group.

Creswell, J. W. (2007). *Qualitative inquiry and research: choosing among five traditions*. London: Sage.

Colangelo, N., Assouline, S. G., & Gross, M. U. (2004). *A nation deceived*. İowa City: University of Iowa.

Cook, D. H. (2014). Conflicts in chemistry: the case of plastics, a role- playing game for high school chemistry students. *Chemistry. Education*. *91*(10), 1580−1586.

Cyranoski, D. (2018). CRISPR-baby scientist fails to satisfy critics. *Nature, 564*(7734), 13-15.

Çelik, H. (2019). *Ortaokul fen bilimleri öğretmenlerinin ve fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimin doğası ve bilimsel sorgulama hakkındaki bilgi ve görüşleri.* Yüksek Lisans Tezi, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Aydın.

Çiğdemoğlu, C., & Köseoğlu, F. (2019). Improving science teachers' views about scientific inquiry. *Science & Education, 28*, 439-469.

Çoşkun, A. (2022). *Bilim tarihi örnekleri ile destekli sorgulamaya dayalı hücre konusu öğretiminin 7. sınıf öğrencilerinin bilimsel sorgulamaya yönelik görüşlerine ve fen başarılarına etkisi.* Doktora Tezi, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Aydın.

Çoşkun, E. (2022). *6. sınıf kuvvet ve hareket ünitesine yönelik geliştirilen rehberli bilimsel sorgulama temelli öğretim uygulamalarının değerlendirilmesi.* Doktora Tezi, Trabzon Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

De Neys, W., & Glumicic, T. (2008). Conflict monitoring in dual process theories of thinking. *Cognition, 106*(3), 1248–1299.

DeBoer, G. E. (2000). Scientific literacy: Another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching, 37*(6), 582-601.

Denzin, N.K. (1978). *The research act: a theoretical introduction to sociological method*. New Yok:McGraw Hill.

Denzin, N. K., & Lincoln, Y.S. (2005). *The sage handbook of qualiative research.* CA: Sage.

Demirbaş, M. (2001). *Türkiye'de etkili fen öğretimi için 1960-1980 yılları arasında geliştirilen fen öğretim programlarının incelenmesi.* Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Demirel, Ö. (1992). Türkiye'de program geliştirme uygulamaları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi. 7,* 27 -43.

Dewey, J. (1910). *How we think.* Boston: Heath & Co.

Dindar, H., & Taneri, A. (2011). MEB'in 1968, 1992, 2000 ve 2004 Yillarinda Geliştirdiği Fen Programlarinin Amaç, Kavram Ve Etkinlik Yönünden Karşilaştirilmasi. *Kastamonu Eğitim Dergisi, 19*(2), 363-378.

Driver, R.; Newton, P., & Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education, 84(3),* 287−312.

Dogan, N. (2017). Blending problem based learning and history of science approaches to enhance views about scientific inquiry: New wine in an old bottle. *Journal of Education and Training Studies, 5*(10), 99-112.

Doğan, N., Han-Tosunoglu, Ç., Özer, F., & Akkan, B. (2019). Ortaokul öğrencilerinin bilimsel muhakeme görüşleri: cinsiyet, sınıf düzeyi ve okul türü değişkenlerinin incelenmesi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 49, 162-189.*

Donohue, K., Buck, G. A., & Akerson, V. (2020). Where's the science? Exploring a new science teacher educator's theoretical and practical understandings of scientific inquiry. *International Journal of Research in Education and Science, 6*(1), 1-13.

Duschl, R. A., & Grandy, R. (2013). Two views about explicitly teaching nature of science. *Science & Education, 22*(9), 2109–2139.

Dwyer, C. P., Hogan, M. J., & Stewart, I. (2011). *The promotion of critical thinking skills through argument mapping.* New York: Nova Science.

Dwyer, C. P., Hogan, M. J., & Stewart, I. (2012). An evaluation of argument mapping as a method of enhancing critical thinking performance in e-learning environments. *Metacognition and Learning, 7*, 219–244.

Dwyer, C. P., Hogan, M. J., & Stewart, I. (2014). An integrated critical thinking framework for the 21st century. *Thinking Skills & Creativity, 12*, 43–52.

Dwyer, C. P., Hogan, M. J., & Stewart, I. (2015). The evaluation of argument mapping-infused critical thinking instruction as a method of enhancing reflective judgment performance. *Thinking Skills & Creativity, 16*, 11–26.

Eastwood, J. L., Schlegel, W. M., & Cook, K. L. (2011). Effects of an interdisciplinary program on students' reasoning with socioscientific issues and perceptions of their learning experiences. *Socio-scientific issues in the classroom: Teaching, learning and research, 6*, 89-126.

Eilks, I. (2010, September). *Making chemistry teaching relevant and promoting scientific literacy by focusing on authentic and controversial socio-scientific issues*. Paper presented at The Annual Meeting of the Society For Didactics in Chemistry and Physics, Potsdam.

Ekborg M. A. (2008). Opinion building on a socio-scientific issue: the case of genetically modified plants, *Journal of Biological Education, 42*(2), 60-65.

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.

Ennis, R. H. (1987). A taxonomy of critical thinking dispositions and abilities. In J. B. Baron, & R. J. Sternberg (Eds.), *Teaching thinking skills: theory and practice*, (pp. 9–26). New York: W.H. Freeman.

Ennis, R. H. (1989). Critical thinking and subject matter specificity: Clarification and needed research. *Educational Researcher, 18*(3), 4-10.

Ennis, R. (1991). Critical thinking. *Teaching Philosophy, 14*(1), 5–24.

Ennis, R. (2013). Critical thinking across the curriculum. *Inquiry: Critical Thinking across the Disciplines, 28*(2), 25–45.

Ennis, R. H. (1996). *Critical thinking*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.

Evren-Yapicioglu, A. (2018). Advantages and disadvantages of socioscientific ıssue-based ınstruction in science classrooms. *International Online Journal of Education and Teaching*, *5*(2), 361-374.

Erduran, S., & Dagher, Z. R. (2014). *Reconceptualizing the nature of science for science education.* Dordrecht: Springer.

Evren, A., & Kaptan, F. (2014, Eylül). *Fen öğretiminde sosyobilimsel durum temelli öğretim ve önemi*. EAB 2012 VI. Uluslararası Eğitim Araştırmaları Kongresi'nde sunulmuş bildiri. Hacettepe Üniversitesi, Ankara.

Facione, P. A. (1990). *The California critical thinking skills test (CCTST): Forms A and B; The CCTST test manual.* California: Academic.

Fensham, P. (2012). Preparing citizens for a complex world: The grand challenge of teaching socio-scientific issues in science education. In A. Zeyer & R. Kyburz-Graber (Eds.), *Science/environment/health: Towards a renewed pedagogy for science education* (pp. 7–29). Dordrecht: Springer.

Fleming, R. (1986). Adolescent reasoning in socio-scientific issues: I. Social cognition. *Journal of Research in Science Teaching. 6*(4), 28-63.

Fraenkel, J. R., & Wallen, N. E. (2009). How to design and evaluate research in education (7th ed.). Boston: McGraw-Hill, 420.

Freeman, F. N. (1924). The treatment of the gifted child in the light of the scientific evidence. *The Elementary School Journal*, *24*(9), 652-661.

Frey, D., Johnson, E. D., & De Neys, W. (2018). Individual differences in conflict detection during reasoning. *Quarterly Journal of Experimental Psychology, 71*(5), 1188–1208.

Friedrichsen, P., Sadler, T., Graham, K., & Brown, P. (2016). Design of a socio-scientific issue curriculum unit: Antibiotic resistance, natural selection, and modeling. *International Journal of Designs for Learning, 7*(1), 345-360.

Fusch, P., & Ness, L. (2015). Are we there yet? Data saturation in qualitative research. *The Qualitative Report, 20*(9), 1408-1416.

Furtak, E. M. (2006). The problem with answers: An exploration of guided scientific inquiry teaching. *Science Education, 90*(3), 453-467.

Gaigher, E., Lederman, N., & Lederman, J. (2014). Knowledge about Inquiry: A study in South African high schools. *International Journal of Science Education, 36*(18), 3125-3147.

Gallagher, S. A. (2019). Epistemological differences between gifted and typically developingmiddle school students. *Journal for the Education of the Gifted, 42*(2), 164-184.

Gezer, A. (2021). *Üstün yetenekli öğrencilerin bilimsel sorgulama ile ilgili görüşleri.* Yüksek Lisans Tezi, Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Bolu.

Gibson, S., & Efinger, J. (2001). Revisiting the schoolwide enrichment model—An approach to gifted programming. *Teaching Exceptional Children, 33*(4), 48-53.

Glaser, E. M. (1941). *An experiment in the development of critical thinking*. New York: Bureau.

Glesne, C. (2014). Ön hazırlıklar: Sizin için iyi olanı yapmak. A. Ersoy & P. Yalçınoğlu (Ed.), *Nitel araştırmaya giriş* (P. Yalçınoğlu, Çev) içinde (s. 27-37). Ankara: Anı.

Gözütok, F. D. (2003). Türkiye'de program geliştirme çalışmaları. *Milli Eğitim Dergisi, 160*(1), 90-102.

Gül, M., & Akcay, H. (2020). Structuring a new socioscientific issues (SSI) based instruction model: Impacts on pre-service science teachers'(PSTs) critical thinking skills and dispositions. *International Journal of Research in Education and Science, 6*(1), 27-39.

Haefner, L. A., & Zembal-Saul, C. (2004). Learning by doing? Prospective elementary teachers' understandings of scientific inquiry and science teaching and learning. *International Journal of Science Education, 26*, 1653–1674.

Halpern, D. F. (2003). *Thought & knowledge: An introduction to critical thinking.* Mahwah, NJ: Erlbaum.

Halpern, D. F. (2010). *The Halpern critical thinking assessment: Manual*. Vienna: Schuhfried.

Halpern, D. F. (2014). *Thought & knowledge: An introduction to critical thinking.* UK: Psychology.

Heijltjes, A., Van Gog, T., Leppink, J., & Paas, F. (2014). Improving critical thinking: Effects of dispositions and instructions on economics students' reasoning skills. *Learning and Instruction, 29*, 31–42.

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.

Holbrook, J., & Rannikmae, M. (2009). The meaning of scientific literacy. *International Journal of Environmental and Science Education*, *4*(3), 275-288.

Jackson, W. M., Binding, M. K., Grindstaff, K., Hariani, M., & Koo, B. W. (2023). Addressing sustainability in the high school biology classroom through socioscientific issues. *Sustainability*, *15*(7), 5766.

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. https://doi.org/10.1177/1558689806298224.

Jasanoff, S. (2004). *States of knowledge: the co-production of science and the social order*. Routledge.

Jasanoff, S. (2010). Testing time for climate science. *Science*, *328*(5979), 695-696.

Jenkins, E. W. (1999). School science, citizenship and the public understanding of science. *International Journal of Science Education*, *21*(7), 703-710.

Karakurt, M. (2022). *Hikayelerle bütünleştirilmiş fen etkinliklerinin bilimsel sorgulama ve bilişsel esneklik üzerine etkisi.* Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Denizli.

Karışan, D., Bilican, K., & Şenler, B. (2017). Bilimsel muhakeme hakkında görüş anketi: Türkçeye uyarlama, geçerlik ve güvenirlik çalışması. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, *18*(1), 326-343.

Kervinen, A., & Aivelo, T. (2023). Secondary school students' responses to epistemic uncertainty during an ecological citizen science inquiry. *Science Education*, *107*(5), 1352-1379.

Khishfe, R. (2012). Nature of science and decision-making. *International Journal of Science Education, 34,* 67–100.

Khishfe, R., & Abd-El-Khalick, F. (2002). Influence of explicit and reflective versus implicit inquiry-oriented instruction on sixth graders' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching, 39*(7), 551-578.

Kim, S. Y., & Irving, K. E. (2010). History of science as an instructional context: Student learning in genetics and nature of science. *Science & Education*, *19*, 187-215.

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.

Klopfer, L.E., & Cooley, W.W. (1963). The history science cases for high school in the development of student understanding of science and scientists. *Journal of Research in Science Teaching, 1*(1), 33-47.

Krajcik, J., & Delen, I. (2017). How to Support Learners in Developing Usable and Lasting Knowledge of STEM. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology, 5*(1), 21-28.

Kurnaz, A. (2007). *İlköğretim 5. Sınıf Sosyal Bilgiler Dersinde Beceri ve İçerik Temelli Eleştirel Düşünme Öğretiminin Öğrencilerin Eleştirel Düşünme Becerileri, Erişi ve Tutumlarına Etkisi*. Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Konya.

Laugksch, R. C. (2000). Scientific literacy: A conceptual overview. *Science Education, 84*(1), 71-94.

Lee, H. (2022). Pedagogical and epistemological challenges of pre-service science teachers teaching socioscientific issues: based on the SSI-PCK framework. *Asia-Pacific Science Education, 8*(2), 301-330.

Lee, H. J., Choi, K. H., & Chang, H. S. (2006). Patterns of college students' moral engagement with socioscientific issues. *Journal of The Korean Association For Science Education, 26*(5), 646-659.

Lee, H., Lee, H., & Zeidler, D. L. (2020). Examining tensions in the socioscientific issues classroom: Students' border crossings into a new culture of science. *Journal of Research in Science Teaching, 57*(5), 672-694.

Lee, H., Yoo, J., Choi, K., Kim, S.-W., Krajcik, J., Herman, B. C., & Zeidler, D. L. (2013). Socioscientific issues as a vehicle for promoting character and values for global citizens. *International Journal of Science Education, 35*(12), 2079–2113.

Lederman, N. G. (2007). Nature of science: Past, present, and future. *Handbook of Research on Science Education, 2*, 831-879.

Lederman, J. S. (2009). Teaching scientific inquiry: Exploration, directed, guided, and opened-ended levels. *National Geographic Science: Best Practices and Research Base, 8*(20) 109-120.

Lederman, N. G. (2019). Contextualizing the relationship between nature of scientific knowledge and scientific inquiry: Implications for curriculum and classroom practice. *Science & Education, 28*, 249-267.

Lederman, N.G., & S. K. Abell (Eds.). (2005). *Handbook of research on science education*. NewYork: Routledge.

Lederman, J. S., Lederman, N.G., Bartos, S. A., Bartels, S. L, Meyer, A. A., & Schwartz, R. S. (2014). Meaningful assessment of learners' understandings about scientific inquiry—the views about scientific inquiry (VASI) questionnaire. *Journal of Research in Science Teaching, 51(1)* 65-83.

Lederman, J.S., Lederman, N.G., Bartels, S., Jimenez, J., & Akubo, M. (2019). An international collaborative investigation of beginning seventh grade students'

understandings of scientific inquiry: Establishing a baseline. *Journal of Research in Science Teaching, 56*(4), 486-515.

Levinson, R. (2006). Towards a theoretical framework for teaching controversial socio-scientific issues. *International Journal of Science Education, 28*(10), 1201–1224.

Levintova, E., Johnson, T., Scheberle, D., & Vonck, K. (2011). Globalcitizens are made, not born: Multiclass role-playing simulation of global decision making. *Journal of Political Science Education, 7(3)*,245−274.

Laugksch, R. C. (2000). Scientific literacy: A conceptual overview. *Science Education, 84*, 71–94.

Mandrikas, A., Michailidi, E., & Stavrou, D. (2020). Teaching nanotechnology in primary education. *Research in Science & Technological Education*, *38*(4), 377-395.

Manlove, S., Lazonder, A. W., & De Jong, T. (2006). Regulative support for collaborative scientific inquiry learning. *Journal of Computer Assisted Learning*, *22*(2), 87-98.

Marks, R., & Eilks, I. (2009). Promoting scientific literacy using a sociocritical and problem-oriented approach to chemistry teaching: Concept, examples, experiences. *International Journal of Environmental & Science Education, 4*(3), 231–245.

Matthews, M.R. (1994). *Science teaching: The role of history and philosophy of science*. Routledge.

Matthews, M. R. (2014). *Science teaching: The contribution of history and philosophy of science*. Routledge.

Maxwell, J. A. (2013). *Qualitative research design: An interactive approach.* CA: Sage.

McGee, S. M. (1996). *Designing curricula based on science communities of practice*. Northwestern: Northwestern University.

McCrae, R. R., Costa, P. T., Terracciano, A., Parker, W. D., Mills, C. J., De Fruyt, F., & Mervielde, I. (2002). Personality trait development from age 12 to Age 18: Longitudinal, cross-sectional, and cross-cultural analyses. *Journal of Personality and Social Psychology, 83*, 1456–1468.

Morgan, W. H. (1958). Providing for the gifted. *The High School Journal*, *42*(2), 34-45.

MEB, (2005). *İlköğretim fen ve teknoloji dersi (4, 5, 6, 7 ve 8. siniflar) öğretim programı*. Ankara: MEB.

MEB, (2013a). *İlköğretim kurumları (ilkokullar ve ortaokullar) fen bilimleri dersi öğretim programı*. Ankara: MEB.

MEB, (2013b). *Özel yetenekli bireyler strateji ve uygulama planı* (2013-2017). https://orgm.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2013_10/25043741_zelyeteneklibireylerstrateji veuygulamaplan20132017.pdf adresinden erişilmiştir.

MEB, (2016). *Bilim ve sanat merkezleri yönergesi*. 26.10.2022 tarihinde https://orgm.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2016_10/07031350_bilsem_yonergesi.pdf adresinden erişilmiştir.

MEB, (2018). *İlköğretim kurumları (ilkokullar ve ortaokullar) fen bilimleri dersi (3.4. 5.6. 7 ve 8. Sınıflar) öğretim programı.* Ankara: Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.

MEB, (2022). 26. 10.2022 tarihinde https://orgm.meb.gov.tr/www/ozel-yetenekliler-alaninin-kuramsal-temelleri/icerik/1937 adresinden erişilmiştir.

Merriam, S. B. (2013). *Nitel araştırma desen ve uygulama için bir rehber* (S. Turan, Çev). Ankara: Nobel Akademik.

McPeck, J. E. (1981). *Critical thinking and education.* New York: St. Martin's.

Miles. M, B., & Huberman, (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook.* CA: Sage.

Morin, E. (2010). *Geleceğin eğitimi için gerekli yedi bilgi*. İstanbul: İstanbul Bilgi Üniversitesi.

Morris, A., Kellner, J. D., & Low, D. E. (1998). The superbugs: evolution, dissemination and fitness. *Current Opinion in Microbiology*, *1*(5), 524-529.

Navan, J. L. (2002). Enhancing the achievement of all learners means high ability students too. *Middle School Journal*, *34*(2), 45-49.

NGSS, (2013). *Next generation science standards: For states, by states*. Washington, DC: The National Academy.

NRC, (1996). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington, DC: National Academies.

NRC, (2000). *Inquiry and the national science education standards: A guide for teaching and learning*. Washington, DC: National Academies.

NRC, (2011). *Reference manual on scientific evidence*. Washington, DC: National Academies.

NRC, (2013). *Next generation science standards: For states, by state*. Washington, DC: National Academies.

NSTA, (1982). *Science-technology-society: Science education for the 1980s*. Washington, DC: National Academies.

Qamariyah, S. N., Rahayu, S., Fajaroh, F., & Alsulami, N. M. (2021). The effect of ımplementation of ınquiry-based learning with socio-scientific ıssues on students' higher-order thinking skills. *Journal of Science Learning*, *4*(3), 210-218.

O'Hanlon, N. (1987). Library skills, critical thinking, and the teacher-training curriculum. *College & Research Libraries, 48,* 17–26.

Özcan, Z. Ç. (2017). Ortaokul öğrencilerinin eleştirel düşünme becerilerinin matematik başarısı, yaş ve sınıf seviyesi açısından incelenmesi. *Medeniyet Eğitim Araştırmaları Dergisi, 1*(1), 43-52.

Özel Eğitim Konseyi Ön Raporu, (1991). *Birinci özel eğitim konseyi.* Ankara: MEB.

Patricia, F., (2015). That the apple fell and Newton invented the law of gravity, thus removing God from the cosmos. In R, L. Kampourakis (Eds.), *Newton's apple and other myths about science* (pp. 48-56). Harvard University.

Paul, R. (1993). *Critical thinking: What every person needs to survive in a rapidly changing world.* Rohnert Park, CA: Foundation for Critical Thinking.

Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., De Jong, T., Van Riesen, S. A., Kamp, E. T., & Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review*, *14*, 47-61.

Popli, R. (1999). Scientific literacy for all citizens: different concepts and contents. *Public Understanding of Science*, *8*(2), 123.

Sadler, T. D. (2004). Informal reasoning regarding socio-scientific issues: A critical review of research. *Journal of Research in Science Teaching, 41*(5), 513-536.

Roberts, D. A. (2007). Scientific literacy/science literacy. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp.729-780). New Jersey: Lawrence Erlbaum.

Roberts, D. A., & Bybee, R. W. (2014). Scientific literacy, science literacy, and science education. In D. A. Roberts & R. W. Bybee (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 559-572). Routledge.

Shamos, M. H. (1995). The myth of scientific literacy. *Liberal Education, 82*(3), 44-49.

Sadler, T. D. (2004). Informal reasoning regarding socioscientific issues: A critical review of research. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, *41*(5), 513-536.

Sadler, T. D. (2011). Situating socio-scientific issues in classrooms as a means of achieving goals of science education. *Socio-Scientific Issues in The Classroom: Teaching, Learning and Research*, *30*, 1-9.

Sadler, T. D. (2014). The futility of attempting to codify academic achievement standards. *Higher Education*, *67*, 273-288.

Sadler, T. D., Barab, S. A., & Scott, B. (2007). What do students gain by engaging in socioscientific inquiry? *Research in Science Education, 37*(4), 371–391.

Sadler, T. D., Chambers, F. W., & Zeidler, D. L. (2004). Student conceptualizations of nature of science in response to a socioscientific issue. *International Journal of Science Education, 26*(4), 387–409.

Sadler, T. D., & Dawson, V. (2012). Socio-scientific issues in science education: Contexts for the promotion of key learning outcomes. *Second International Handbook of Science Education*, 799-809.

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., & Zeidler, D. L. (2005). The significance of content knowledge for informal reasoning regarding socioscientific issues: Applying genetics knowledge to genetic engineering issues. *Science education*, *89*(1), 71-93.

Saunders, K. J., & Rennie, L. J. (2013). A pedagogical model for ethical inquiry into socioscientific issues in science. *Research in Science Education*, *43*(1), 253-274.

Schwartz, R. S., Lederman, N. G., & Lederman, J. S. (2008*). An instrument to assess views of scientific inquiry: the VOSI questionnaire*. Paper presented in NARST, Baltimore.

Siegel, H. (1988). *Educating reason: rationality, critical thinking, and education*. New York: Routledge.

Semilarski, H., Laius, A., & Rannikmäe, M. (2019). Development of Estonian Upper Secondary School Students' Biological Conceptual Understanding and Competences. *Journal of Baltic Science Education, 18*(6), 955-970.

Showalter, V. M. (1974). What is unified science education? Program objectives and scientific literacy. *Prism II, 2*(3-4), 1-6.

Simonneaux, L. (2001). Role-play or debate to promote students' argumentation and justification on an issue in animal transgenesis. *International Journal of Science Education, 23(9),* 903−927.

Simons, H. (2009). *Case study. Research in practice*. London: Sage.

Smythe, A. M., & Higgins, D. A. (2007). Playing politics in an environmental chemistry lecture course. *Journal Chemistry. Education, 84(2),* 241.

Solbes, J., Torres, N., & Traver, M. (2018). Use of socio-scientific issues in order to improve critical thinking competences. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching, 19*(1), 1–22.

Spring, J. (2013). *The American school, a global context: From the Puritans to the Obama administration*. McGraw-Hill Higher Education.

Stake, R.E. (1995). *The art of case study research*. London: Sage.

Stolz, M.,Witteck, T., Marks, R., & Eilks, I. (2013). Reflecting socio-scientific issues for science education coming from the case of curriculum development on doping in chemistry education. *Eurasian Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 9*(4), 361–370.

Sturgis, P., & Allum, N. (2004). Science in society: re-evaluating the deficit model of public attitudes. *Public Understanding of Science, 13*(1), 55-74.

Toulmin, S. E., Rieke, R., & Janik, A. (1984). *An introduction to reasoning.* New York: Macmillan.

Patton, M. Q. (2014). Nitel mülakat yapma. M. Bütün ve S. B. Demir (Ed.), *Nitel araştırma ve değerlendirme yöntemleri* (M. Çakır & S. İrez, Çev.) içinde (s. 339-422). Ankara: Pegem Akademi.

Pedretti, E. (1997). Septic tank crisis: A case study of science, technology and society education in an elementary school. *International Journal of Science Education*, *19*(10), 1211-1230.

Pedretti, E. (2003). *Teaching science, technology, society and environment (STSE) education: Preservice teachers' philosophical and pedagogical landscapes.* Dordrecht: Springer Netherlands.

Pedretti, E., & Nazir, J. (2011). Currents in STSE education: Mapping a complex field, 40 years on. *Science Education*, *95*(4), 601-626.

Prakash, D., Verma, S., Bhatia, R., & Tiwary, B. N. (2011). Risks and precautions of genetically modified organisms. *ISRN Ecology*, *2011*, 1-133.

Pennycook, G., Cheyne, J. A., Barr, N., Koehler, D. J., & Fugelsang, J. A. (2014). Cognitive style and religiosity:The role of conflict detection. *Memory and Cognition*, *42*(1), 1–10.

Pennycook, G., Fugelsang, J. A., & Koehler, D. J. (2012). Are we good at detecting conflict during reasoning? *Cognition*, *124*(1), 101–106.

Pennycook, G., Fugelsang, J. A., & Koehler, D. J. (2015). What makes us think? A three-stage dual-process model of analytic engagement. *Cognitive Psychology*, *80*, 34–72.

Peters-Burton, E. (2014). Is there a nature of STEM? *School Science and Mathematics*, *114*(3), 99–101.

Presley, M. L., Sickel, A. J., Muslu, N., Merle-Johnson, D., Witzig, S. B., Izci, K., & Sadler, T. D. (2013). A framework for socioscientific issues based education. *Science Educator*, *22*(1), 26–32.

Ramsden, J. J. (2005). What is nanotechnology?. *Nanotechnology Perceptions*, *1*(1), 3-17.

Ratcliffe, M., & Millar, R. (2009). Teaching for understanding of science in context: Evidence from the pilot trials of the twenty first century science courses. *Journal of Research in Science Teaching*, *46*(8), 945–959.

Ratcliffe, M., & Grace, M. (2003). *Science education for citizenship: teaching socio-scientific issues*. Maidenhead: Open University.

Reis, S. M., & Renzulli, J. S. (2003). Research related to the schoolwide enrichment triad model. *Gifted Education International*, *18*(1), 15-39.

Renzulli, J. S. (1978). What makes giftedness? Reexamining a definition. *Phi Delta Kappan*, *60*(3), 180.

Renzulli, J. S. (1986). The three-ring conception of giftedness: A developmental model for creative productivity. In R. J. Sternberg & J. E. Davidson (Eds.), *Conceptions of giftedness* (pp. 53-92). New York, NY: Cambridge University.

Renzulli, J. S. (2005*).* The three-ring conception of giftedness. In R. J. Sternberg & J. E. Davidson (Eds.), *Conceptions of giftedness* (pp. 246-79). New York: Cambridge University.

Roberts, D. A. (2008). Scientific literacy/science literacy. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 729-780). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Roth, W. M., McGinn, M. K., & Bowen, G. M. (1998). How prepared are preservice teachers to teach scientific inquiry? Levels of performance in scientific representation practices. *Journal of Science Teacher Education*, *9*(1), 25-48.

Ruiz-Primo, M. A., & Furtak, E. M. (2006a). Exploring teachers' informal formative assessment practices and students' understanding in the context of scientific inquiry. *Journal of Research in Science Teaching*, *44*(1), 57-84.

Ruiz-Primo, M. A., & Furtak, E. M. (2006b). Informal formative assessment and scientific inquiry: Exploring teachers' practices and student learning. *Educational Assessment*, *11*(3-4), 237-263.

Salter, I. Y., & Atkins, L. J. (2014). What students say versus what they do regarding scientific inquiry. *Science Education*, *98*(1), 1–35.

Scott, M. T. (2014). Using the blooms–banks matrix to develop multicultural differentiated lessons for gifted students. *Gifted Child Today*, *37*(3), 163-168.

Sanders, C. E., Fortner, A. R., Gibson, K. E., Lamm, K. W., & Lamm, A. J. (2022). Teaching systems thinking concepts with hypothetical case scenarios: An exploration in agricultural education. *Journal of Agricultural Education*, *63*(4) 28- 45.

Santos, W. L. D. (2009). Scientific literacy: A Freirean perspective as a radical view of humanistic science education. *Science Education*, *93*(2), 361-382.

Tannenbaum, A. J. (1983). *Gifted children: Psychological and educational perspectives.* Newyork: Macmillan.

Tannenbaum, A. J. (2000). A history of giftedness in school and society. *International Handbook of Giftedness and Talent, 2,* 23-53.

Tezcan, M. N. (2021). *Ortaöğretim 10. sınıf öğrencilerinin bilimsel sorgulama anlayışlarının incelenmesi.* Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Tomlinson, C. A., Brighton, C., Hertberg, H., Callahan, C. M., Moon, T. R., Brimijoin, K. & Reynolds, T. (2003). Differentiating instruction in response to student readiness, interest, and learning profile in academically diverse classrooms: A review of literature. *Journal for the Education of the Gifted, 27*(2-3), 119-145.

Topçu, M. S. (2008). *Preservice science teachers' informal reasoning regarding socioscientific issues and the factors influencing their informal reasoning.* Doktora Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Tuttle Jr, F. B., & Becker, L. A. (1980). *Program design and development for gifted and talented students*. New Haven: The Academic Building.

Ünal, S, Çoştu, B., & Karataş, F. Ö. (2004). Türkiye de fen bilimleri eğitimi alanındaki program geliştirme çalışmalarına genel bir bakış. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, *24*(2), 56 70.

Van Aalsvoort, J. (2004). Logical positivism as a tool to analyse the problem of chemistry's lack of relevance in secondary school chemical education. *International Journal of Science Education, 26*(9), 1151–1168.

Van Maanen, J. (1979). Reclaiming qualitative methods for organizational research: A preface. *Administrative Science Quarterly*, *24*(4), 520-526.

Wang, H. H., Chen, H. T., Lin, H. S., Huang, Y. N., & Hong, Z. R. (2017). Longitudinal study of a cooperation-driven, socio-scientific issue intervention on promoting students' critical thinking and self-regulation in learning science. *International Journal of Science Education*, *39*(15), 2002-2026.

Wilkinson, R., & Wiedenheft, B. (2014). A CRISPR method for genome engineering. *F1000prime Reports, 6*, 12-34.

Yacoubian, H. A. (2015). A framework for guiding future citizens to think critically about nature of science and socioscientific issues. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, *15*, 248-260.

Yacoubian, H. A. (2020). Is science a universal or a culture-specific endeavor? The benefits of having secondary students critically explore this question. *Cultural Studies of Science Education*, *15*, 1097-1119.

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.

Yapıcıoğlu A. (2021). Sosyobilimsel konularda ahlaki ve etik muhakeme becerileri A. Yenilmez Türkoğlu & D. Karışan (Ed.), *Sosyobilimsel Konular* içinde (s.169-192). Ankara: Eğiten Kitap.

Yin, R.K., (1984). *Case study research: design and methods*. Beverly Hills, Califonia: Sage.

Yin, R. (2019). *Case study research: Design and methods*. Thousand Oaks, CA: Sage.

Zeidler, D. L. (2001). Standard F: Participating in program development. *Pathways The Science Standards: College Edition*, *6*, 18-22.

Zeidler, D. L. (2014). Socioscientific issues as a curriculum emphasis: Theory, research and practice. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 697–726). New York: Routledge.

Zeidler, D. L., Applebaum, S. M., & Sadler, T. D. (2011). Enacting a socioscientific issues classroom: Transformative transformations. In T. D. Sadler (Ed.), *Socio-scientific issues in the classroom* (pp. 277-305). Netherlands: Springer.

Zeidler, D. L., & Kahn, S. (2014). *It's debatable!: Using socioscientific issues to develop scientific literacy K-12.*Arlington: NSTA.

Zeidler, D.L., Lederman, N.G., & Taylor, S.C. (1992). Fallacies and student discourse: Conceptualizing the role of critical thinking in science education. *Science Education*, *76*(4), 437-450.

Zeidler, D. L., & Nichols, B. H. (2009). Socioscientific issues: Theory and practice. *Journal of Elementary Science Education*, *21*(2), 49-58.

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*, 357–377.

Zeidler, D. L., & Sadler, T. D. (2008). Social and ethical issues in science education: A prelude to action. *Science & Education, 17*, 799-803.

Zeidler, D. L., & Sadler, T. D. (2010). An inclusive view of scientific literacy: Core issues and future directions. In Zeidler, D. L., & Sadler, T. D. (Eds.), *Exploring the landscape of scientific literacy* (pp. 186-202). Routledge.

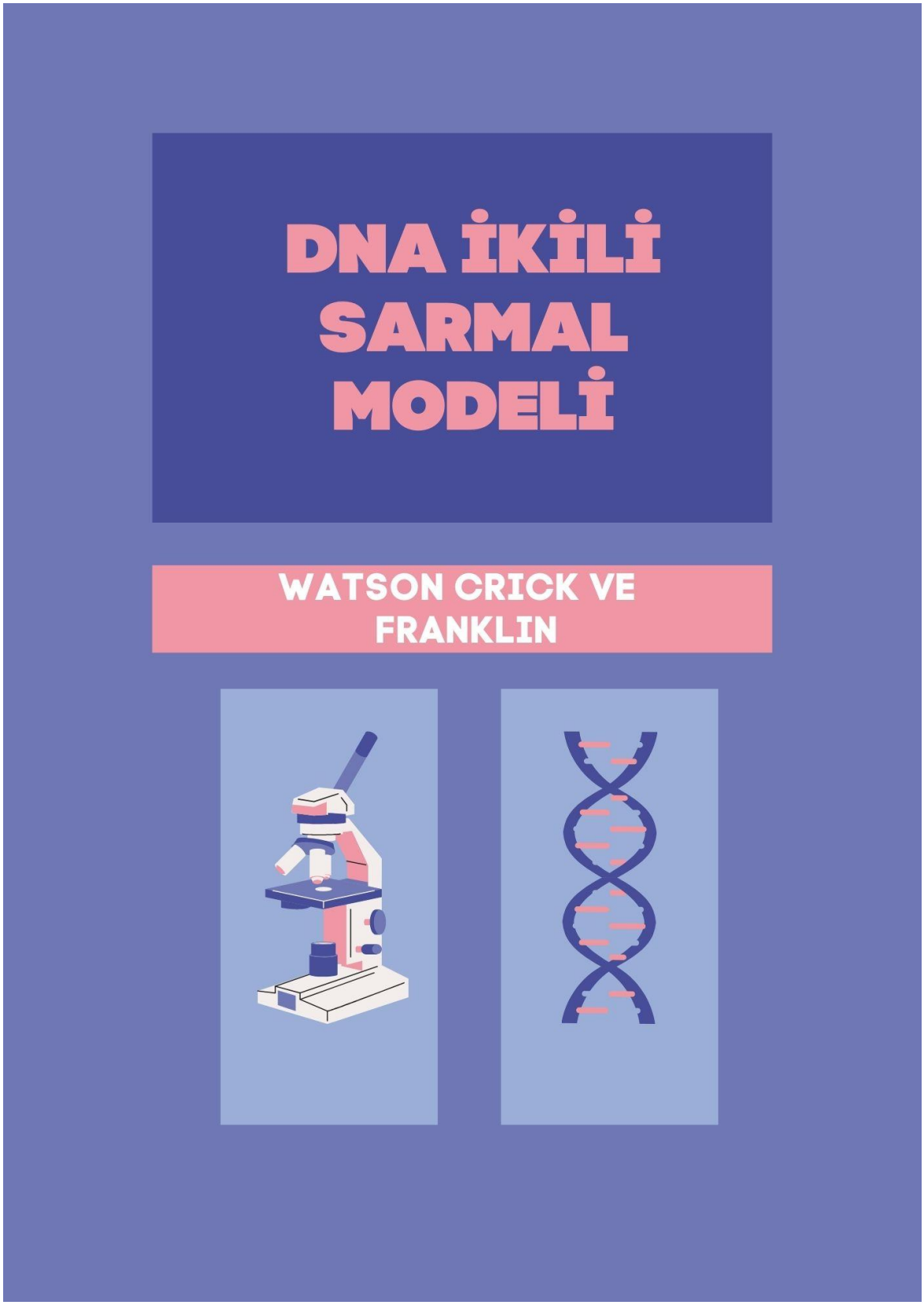
Zimmerman, C. (2000). The development of scientific reasoning skills. *Developmental Review*, *20*, 99-149.

Zimmerman, B. J., & Phillips, C. Y. (2000). *Affective learning: Stimulus to critical thinking and caring practice.* New Jersey: SLACK Incorporated Thorofare.

Zohar, A., Weinberger, Y., & Tamir, P. (1994). The effect of the biology critical thinking Project on the development of critical thinking. *Journal of Research in Science Teaching*, *31*, 183-196.

EKLER

EK 1. Etkinlik 1







200 yüzyıl öncesine kadar genetik ile ilgili bilinenler, çocukların anne ve babalarına benzedikleri ve tarım ürünlerinin ıslahı ile daha iyi ürünler elde edilebileceği, hayvanların ıslahı ile de daha kuvvetli hayvanlar elde edilebileceğiydi.





1800'lerde Gregor Mendel bezelyelerde ebeveynlerden gelen özelliklerin bazen bir nesil atlayarak da olsa ortaya çıktığını farketti.





Benzer zaman aralığında Charles Darwin, doğal seçilim sayesinde bazı canlıların hayatta kalma mücadelesine daha uygun olduğunu farketti. Darwin ebeveynlerden çocuklara aktarılan avantajlı özelliklerin bir yolla geçtiğinin farkındaydı ama nasıl olduğunu açıklayamıyordu.

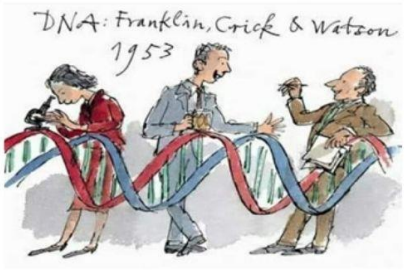




1950'lerde ise Rosalind Franklin DNA'yı kristal hale getirip X ışını fotoğrafı çekmeyi başardı. James Watson ve Francis Crick, Rosalind'in çalışmasında ilham alarak ikili sarmal şeklindeki DNA modelini önerdi. Çalışmalarında DNA'nın yapısı nesilden nesile aktarıldığı çıkarımında bulundular. Sonrasında ise bilim insanları canlıların özellikleri ve DNA arasındaki ilişkiyi araştırmaya başladılar.

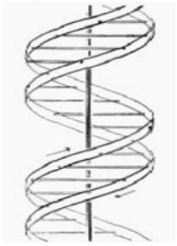




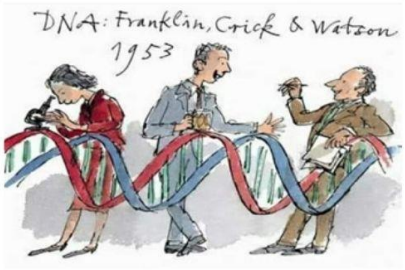


James Watson ve Francis Crick DNA’nın ikili sarmal şeklinde dolanan moleküler iki iplikten oluştuğu keşfi ile 1962 yılındaki Nobel Fizyoloji veya Tıp Ödülünü almaya hak kazandı. Eğer Rosalind Franklin 38 yaşında kanserden ölmeseydi o da verilen Nobel Ödülünü paylaşabilirdi.

Watson ve Crick’in Nobel ödülünü almalarını sağlayan çalışmaları 1953 yılında "Science" dergisinde yayınlandı. Makale şöyle başlıyordu: "DNA için bir yapı önermek isteriz..." Watson ve Crick makalelerinde DNA yapısına dair yaptıkları çizim bu şekilde:



Sizde Watson ve Crick çalışmalarında ilham alarak kendi DNA modelinizi oluşturun. Modelinizin kusursuzluğu ile ilgili endişelenmenize gerek yok! Aslında gerçek DNA'nın düzgün ve simetrik olmayan bir yapısı var.



Nelere ihtiyacın var?



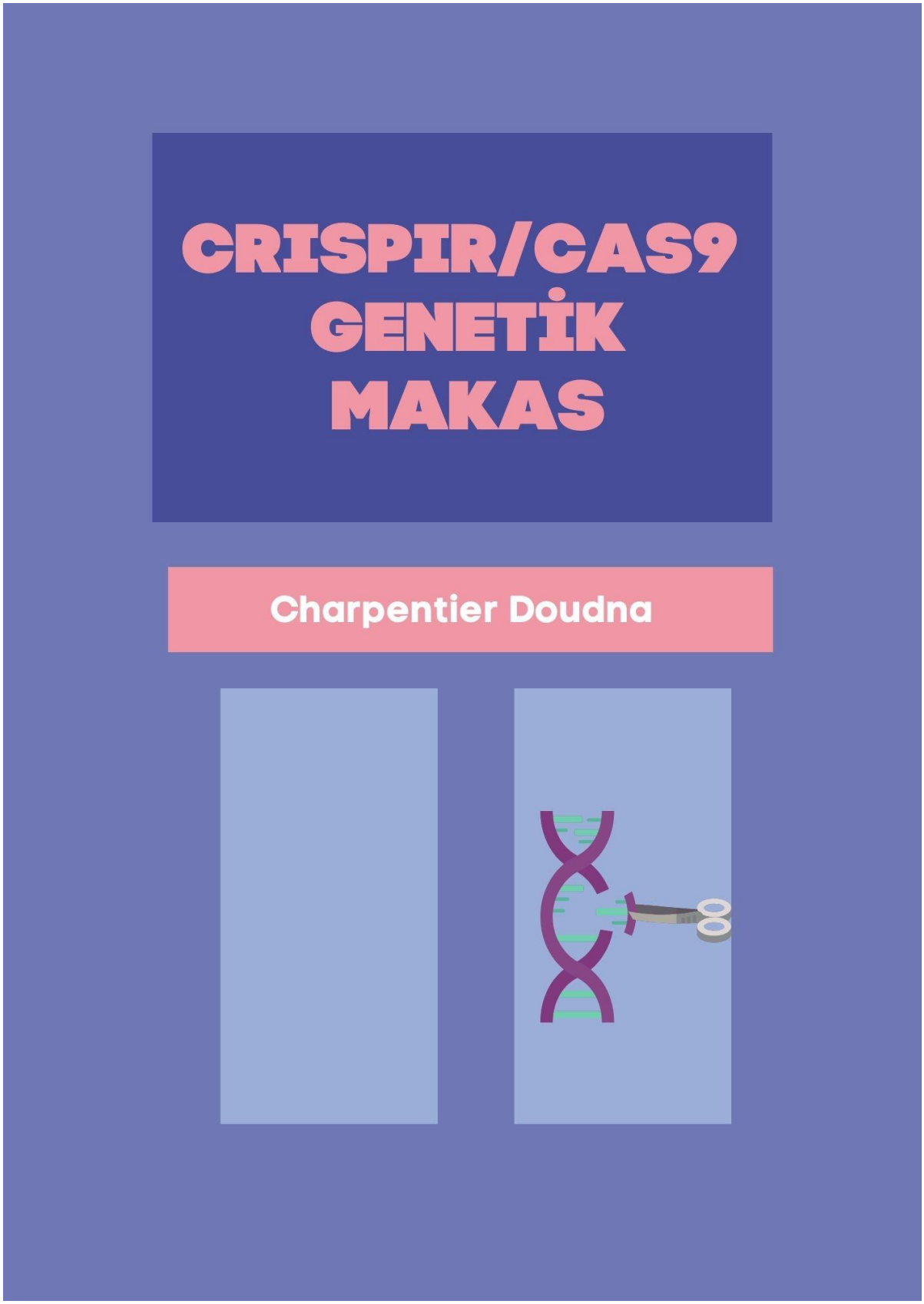
- Renkli bambu çubuklar
- Eklem yerleri
- Makas

Nasıl Yapılır ?



Her baz için bir renk belirleyelim. Bambu çubukları DNA'nın yapısına uygun olacak şekilde keselim. Bambu çubukları birleştirirken eklemlerden yararlanalım.

EK 2. Etkinlik 2







CRISPER/cas9 genetik makas bakterilerin kendilerini virüslerden savunurken kullandıkları mekanizmadan ilham alıyor. Bakteriler kendilerini enfekte eden virüslerden kurtulabilirlerse, viral genlerin bir parçasını kendi genomuna kopyalıyor. Aynı virüs tekrar bakteriye saldırdığında önce bakterideki viral genom virüsun genomunda kendisiyle eşleşen yere bağlanıyor. Sonra gen tarafından kodlanan proteinler aracılığıyla viral DNA saldırıyor ve onu yok ediyor. Emmanuelle Charpentier ve Jennifer A. Doudna bu sistemi test tüpünde çalışır hale getirerek büyük bir adım attılar ve gen düzenlemede kullanılacağına dikkat çektiler. Daha sonra bilim insanları tarafından bu sistemin hücre içinde hatta insan hücrelerinde kullanılmaya başladı.

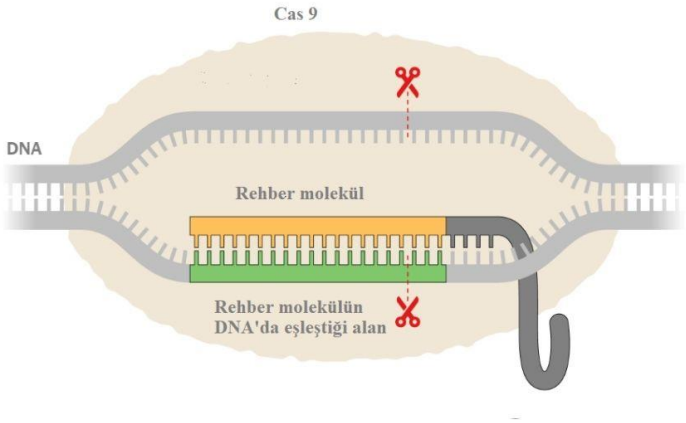
Yapılan çalışmanın tam olarak hikayesi şöyle; 2011'de Emmanuelle Charpentier, Jennifer A. Doudna'ya iş birliği çağrısında bulundu. 2013 yılında çalışma gruplarıyla “Nature” dergisinde bakterilerin düşmanlarını devre dışı bırakma mekanizmalarının gen düzenlemede faydalana bilineceğini gösteren bulgular yayınladı.

Emmanuelle Charpentier ve Jennifer A. Doudna, CRISPR/cas9 genetik makasını keşfetmeleri sebebiyle 2020 Nobel Kimya Ödülü'ne layık görüldüler. Keşfedilen bu teknik, genleri devre dışı bırakmak, bazı genetik bozuklukları düzeltmek veya insan hastalıklarını hayvanlar üzerinde modellemek için kullanılabilmektedir.





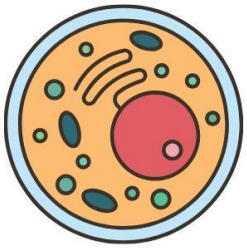
Charpentier, Doudna ve çalışma gruplarının Nature dergisindeki makalelerinde CRISPR/cas9 tekniğini anlatırken kullandıkları model bu şekilde :



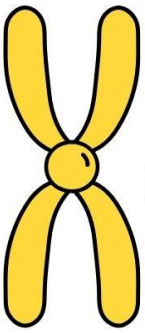
Siz de Charpentier ve Doudna'nın modelinden ilham alarak aşağıdaki CRISPR/cas9 genetik makasının uygulama alanlarından birini seçerek CRISPR/cas9'un hangi hücreyi hedef alacağı ile ilgili karar verip kendi modelinizi tasarlayınız.



CRISPR/cas9 nedir? Nasıl çalışır?



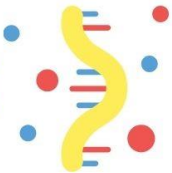
çekirdek



kromozom

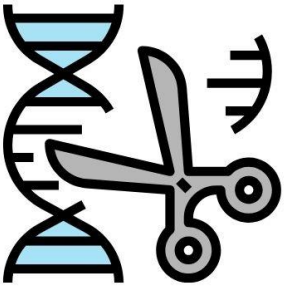


Dna



rehber molekül

Rehber molekül DNA 'nın üstünde kayarak hedef genoma gelince durur.



Hedef DNA dizisine rehber molekül yapışınca protein aracılığı (cas9 proteini) ile hedef DNA dizisini keser.



Kesim sonrası kendini tamamlayan DNA dizisi yüksek oranda mutasyonu düzelterek tamamlar.



CRISPR/cas9 hangi hücreyi hedef alacak?





Vücut (Somatik) Hücresi

DNA gelecek nesillere aktarılmaz.

Uygulaması karmaşıktır çünkü 50 trilyon somatik hücrenin bazılarında aynı değişikliği yapmak gerekir.
Yetişkinlikte hastalık ilerlemiş ise DNA'sını değiştirmek yarattığı tahribatı değiştirmeyebilir.



İki tip uygulama

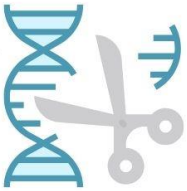
Hastanın vücudunun dışında Gen düzenlemenin hastanın vücudunun dışında yapılmasıdır. Kan hastalıkları için uygundur.

Hastanın vücudunun içinde Gen düzenlemenin doğrudan hastanın vücuduna yapılmasıdır. Hastalığın en çok etkilendiği dokuya uygulanmalıdır.

Tohum hattı (germ) hücresi

DNA gelecek nesillere aktarılır

Embriyoya CRISPR/cas9 aracılığı ile mutasyon tedavi edilir.
Gelişimin erken safasında tek bir seferde henüz hastalığın yarattığı tahribat başlamadan engellenebilir.



Rehber molekül ve DNA'yı kesecek protein hastanın vücuduna 2 yolla aktarılabilir

Virüsler aracılığı ile aktarılması:
Basit bir bağışıklık tepkisi oluşturabilir ve hücre içinde uzun süre kalmaları olumsuz etkilere yol açabilir.

Lipit nanoparçacıklar aracılığı ile aktarılması:
Hücrede rehber molekülün çabucak hareket etme avantajı sağlayabileceği düşünülüyor. Konu ile ilgili araştırmalar devam ediyor.



CRISPR/cas9'un Olası Uygulama Alanları
Tohum Hattına Müdahale

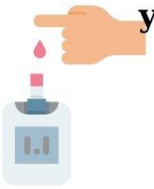


CCR5 geni ile HIV'e karşı direnç kazandırılabilir.

APOE geni ile Alzheimer hastalığına yakalanma riskini azaltabilir.



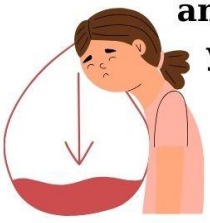
1F1H1 SLC30A8 geni ile TİP 1 TİP 2 diyabete yakalanma riskini düşürebilir.



GHR geni ile kanser riskini azaltabilir.



Beta globin geni ile beta talsemi orak hücre anemisi hastalığı yok edilebilir.



PCSK9 geni ile kötü kolesterol seviyesini düzenleyen protein üretir böylece kalp hastalıkları riski azaltabilir.





CRISPR/cas9'un Olası Uygulama Alanları



Canlı türler arası organ nakli

Küllenmeye Dirençli Buğday

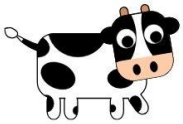




Patatesin soğuk muhafazası sonucu oluşan kanserojen etkiyi engelleme

Çift kaslı hayvanlar





İneklerin boynuzsuzlaştırılması

Hastalıkların modellenmesi





Gen sürücü

Orak hücreli anemi /beta talsemi



Duchenne Kas Distrofisi

Kanser





Nelere ihtiyacın var?



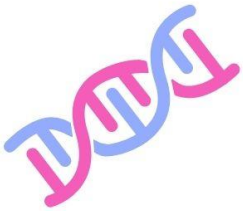
- Boya kalemleri
- Karton
- Makas
- DNA modeli
- Eklem yeri ve pipetler

Nasıl Yapılır ?

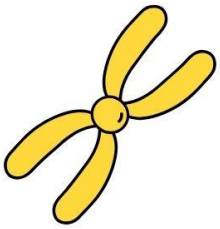


Yukarıda verilen CRISPR/cas 9 ile ilgiili görselindeki modelden yararlanarak kartonun üzerine cas9 temsil eden ovali çiziniz. Daha önce yaptığınız DNA çift sarmal modelini düzeltiniz ve gen düzenleme yapacağınız kısmın sarmalını açınız. Modeldeki gibi şekle oturtup ve pipet ve eklemlerden oluşturduğunuz DNA'nin tek sarmalını daha önce oluşturduğunuz DNA'da eşleşen yerin karşısına koyup, DNA'da eşlenen yerin bir sarmalını ayırınız. Artık DNA kendini yenileyebilir!

EK 3. Etkinlik 3







2015 yılında Huang laboratuvarında yapılan çalışmada 86 adet kromozom sayısı nedeniyle hayatta kalma ihtimali olmayan insan embriyosunda, Beta globin geni hedef alınarak CRISPR/cas9 tekniği kullanıldı. Deney sonucunda sadece 4 embriyoda istenilen mutasyonun elde edildiği görüldü. Kiminde genetik makas yanlış geni kesmişti. Kiminde doğru geni kesmiş fakat DNA kendini iyileştirememiş yada kendini onarırken beta globinin farklı mutasyonlarını yaratmıştı. CRISPR/cas9'un tohum hattına müdahalede kullanılmaya başlanması ile 2015 Ocak ayında Napa Vadisinde CRISPR/cas9 ve gen düzenleme ile ilgili önde gelen bilim insanlarının da bulunduğu bir grup katılımcıyla bir toplantı yapıldı. Bu katılımcılar arasında Doudna ve Charpentier de bulunuyordu. Toplantı sonucunda "Science" dergisinde "Genom Mühendisliği ve Tohum Hattı Gen Tadilatı İleri Uzanan Basiretli Yol" adlı bir makale yayımlandı. Makalede gen düzenleme teknolojilerinin potansiyel riskleri ve faydaları, topluma etkileri, hukuksal açıdan değerlendirilmesi, etik kaygılardan bahsediliyordu. CRISPR/cas9 tekniğinin güvenilirliğinin test edilebilmesi açısından insan vücut hücrelerinde ve model hayvanlarda kullanılmaya devam edilmesi gerektiği tavsiyesinde bulunuluyordu. Bilim insanlarından insan genomuna kalıcı kalıtsal değişiklikler yapma girişiminden uzak durması istenildi. Dini önderler, hasta ve engelli hakları savunucuları, sosyal bilimciler, yerel yöneticiler ve başka çıkar gruplarının da içinde bulunduğu gruplarla beraber başka bir toplantı yapılması talebinde bulunuldu. Sence CRISPR/cas9 insan genomunda nesilden nesile aktarılacak kalıcı değişiklikler yapılacak şekilde kullanılmalı mı?



A

Filozof Biyoetikçi Julian Savulescu

“Benzer deneylere devam etmek ahlaki bir sorumluluktur. Doğuştan gelen genetik kusurlar fiilen yeryüzünden silinebilir. Müzmin hastalıkların yol açtığı hasarlar azaltılabilir. Hayat kurtaran bu araştırmalardan bile isteye uzak durmak bu araştırmalardan yarar görecek kişilerin kaçınılmaz ancak savuşturulabilir ölümünden ahlaken sorumlu olmak demektir. Gen düzenleme araştırmaları bir seçenek değil ahlakı gerekliliktir.”



B

Charles Sabine Huntington hastası

"Bu hastalıkların gerçekliği ile yüzyüze gelmek zorunda kalan hiç kimse burada ahlakı bir mesele olduğunu düşünüp azıcıkta olsa vicdan azabı çekmez"





C

Sheila Jasanoff Bilim ve teknoloji araştırmaları uzmanı Benjamin Hurlbut Biyoetik Uzmanı

" Özgür sorgulama bilimin can damarıdır fakat her şeyi yapmak için sınırsız özgürlük anlamına gelmez. Gen düzenleme ile ilgili bir gözlem evi kurulmalı. Bu gözlem evi gen düzenleme hakkında küresel etik politika ile ilgili tepkileri bir araya getirip erişme açmalı, gen düzenleme hakkında kuruluşların raporları ile ilgili bilgi vermeli , gen düzenleme hakkında bilimsel gelişmeler takip etmeli ve periyodik toplantılar düzenlemelidir. "



D

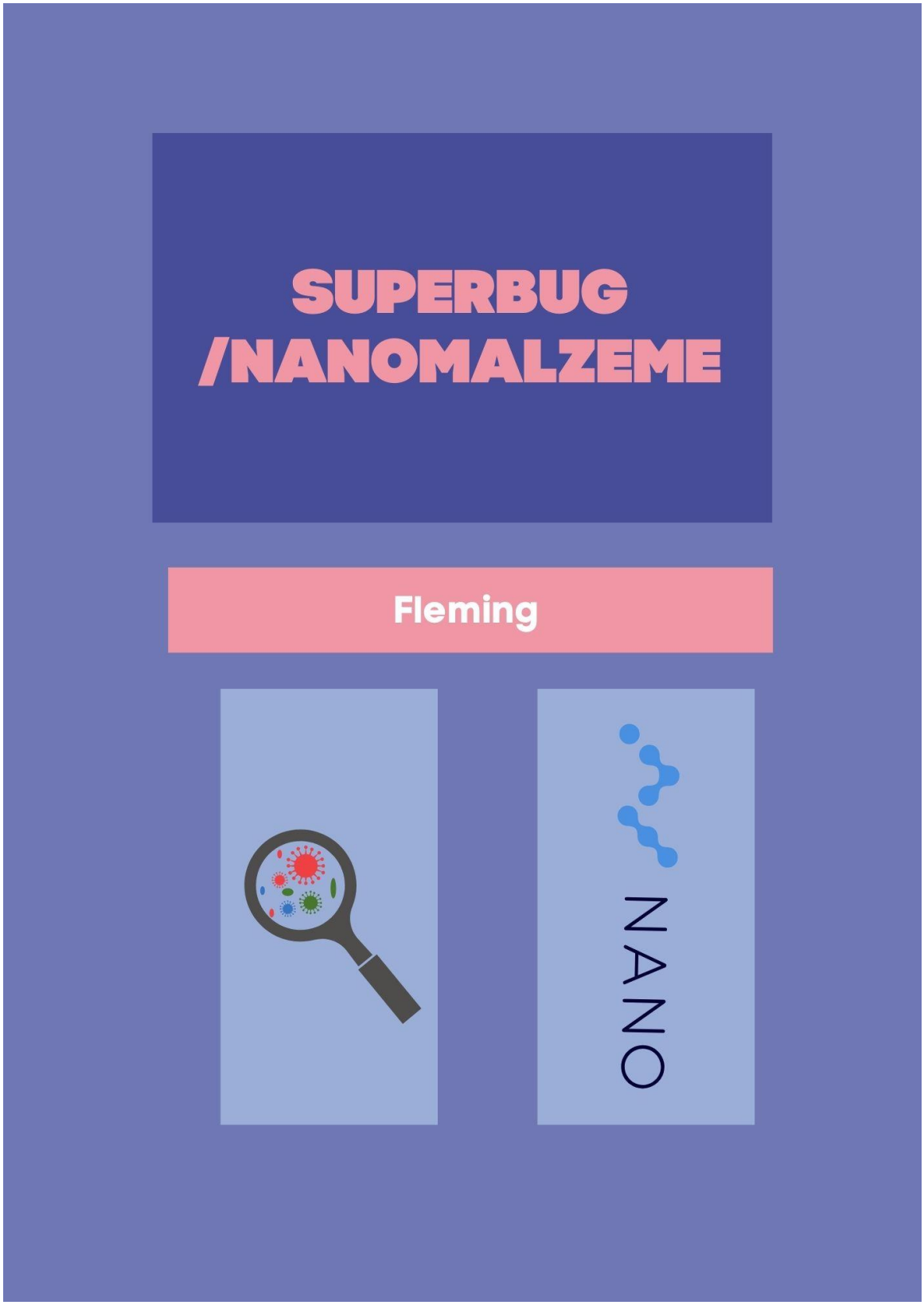
Gang Bao Rise Üniversitesi Biyomuhendislik profesörü

"Gen düzenlemenin hedef dışı etkilere dikkat edilmeli. Gen düzenlemede kullanılan genetik makas bazen düzenlenmek istenen gen dışında başka genleri kesebiliyor. Hedeflenmeyen genlerde meydana gelen bu değişiklikler ciddi sağlık problemlerine yol açabilir hata bu istenmeyen etkilerin nesilden nesile aktarılmasına yol açabilir. Tüm olası sonuçları anlaşılıncaya kadar tohum hattını düzenlemek büyük bir hata olacaktır."

Diğer.....

.....,,,

EK 4. Etkinlik 4



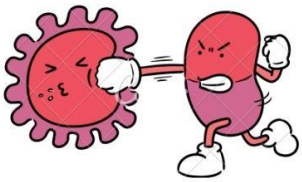


Antibiyotik Direnci

Antibiyotik kelimesi "hayata karşı" anlamına gelmektedir. Burada hayat ile kastedilen bakterilerdir. Antibiyotikler bazı tıbbi tedavilerin önemli bir parçasıdır. Eskiden olduğu gibi küçük yaralar hayatı tehlike oluşturmuyor fakat antibiyotikler bütün bakterileri de öldüremiyor. Antibiyotik ilaçlar hızla etkisini kaybediyor. Antibiyotiklerin bakteri üzerinde çalışma mekanizması şu şekildedir: Hastalık yapıcı bakterin yaşamını devam ettirmesi için gerekli bazı fonksiyonların yapılmasını sağlayan proteinlerin üretilmesini engellemek. Bakteriler DNA'larında meydana getirdikleri mutasyonlarla genlerinde birden fazla antibiyotik direnç mekanizması biriktirebilirler. Dahası çok kısa sürede bunları eğer çoğalabilecek kadar hayatta kalırlarsa yavrularına ya da birbirlerine aktarabilirler.









Superbug

Bakteriler antibiyotiğe maruz kaldığında doğal seçilim ile bazıları antibiyotik direnci geliştiremeyerek ölürken, bazıları antibiyotiğe direnç kazanarak antibiyotiğe dayanıklı yeni bir nesil ortaya çıkar. Birden fazla antibiyotiğe direnç geliştirmiş bakteriler ise "Superbug" denir. Superbug İngilizce süper böcek anlamına gelmektedir burada böcek kastedilen ise bakteridir. Antibiyotiğe direnç gösteren bir bakterinin sebep olacağı enfeksiyonun tedavisi çok zor olabiliyor hatta bazen ölümle sonuçlanabilir.





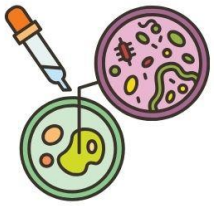




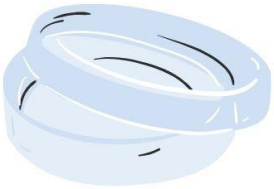
Alexander Fleming







Alexander Fleming, ilk antibiyotik olan penisilini keşfetmiştir. Tatilde döndüğünde bakteri içeren bir kabın içinde küf biriktiğini ve küf biriken yerde bakteri büyümediğini fark etmiştir. Küften tıpta kullanılabilecek saflıkta ürün elde edebilmek için yaklaşık 10 kadar laboratuvarda çalışmıştır. Bu keşif sebebiyle, Fleming, Froley ve Chain 1945 de Nobel Tıp ve Fizyoloji ödülünü almıştır. Sizde bakterilerin doğal seçilim yoluyla antibiyotiğe direnç kazanmasını tabak, marşmelov, bonibon ve kürdanlar yardımıyla modelleyin!



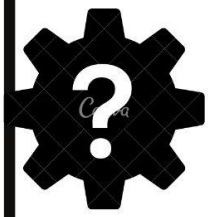


Nelere ihtiyacın var?



- Marşmelov
- Bonibon
- Kağıt tabak
- Kürdan

Nasıl Yapılır ?



Kağıt tabağın içine marşmelovları ve bonibonları dökelim. Kağıt tabak petri kabı, marşmelovlar ve bonibolar bakterileri temsil ediyor. Bobibonlarda onlara dayanıklılık kazandıran daha sert kabuk geliştirebildikleri bir mutasyon mevcut, kürdanlar antibiyotiği temsil ediyor ve her seferinde şekerler kürdan ile toplanacak, üç tekrar içeriyor . İlk sefer için tabağa daha çok marşmelov az miktarda bonibon kullanalım. Kürdanlarla marşmelovları ve bonibonları diğer boş kağıt tabağa almayı deneyelim. İkinci seferde bonibon miktarını artıralım marşmelovlar azalsın. Son seferde ise bonibonlar en fazla miktarda marşmelovlar en az. Her seferinde şekerleri boş tabağa aktarmayı deneyin.

EK 5. Etkinlik 5

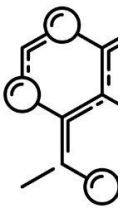




NANOMALZEME



Nano yunanca çok kısa adam anlamına gelir . Temel birimdeki bir ölçünün milyarda birini göstermek için kullanılan bir birimidir. (0,0000000001). H atomu 0,000000024 metre yerine 0,24 nmdir. 1 nonometre ile 1 metreyi karşılaştırılmasını bir golf topu ile dünyanın karşılaştırılmasına benzetebilirsiniz.



.



Biyomimetrik teknoloji ise malzeme üretmek için doğanın deneyimlerinden faydalanır. Hatalı tasarımlar uzun süreçler içinde doğada elenip yok olacaktır. Böylece doğanın deneyimden yararlanılarak verimli tasarımlar elde edilebilir.



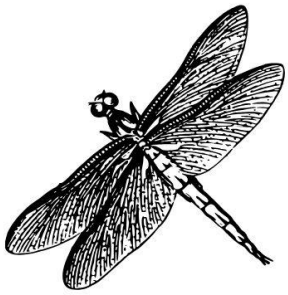


Nanoteknolojiye esin kaynağı olan nanoölçekde uyarlanılabilcek bir çalışma Georges de Mestral tarafında yapılmıştır. Georges de Mestra giysilerine ve köpeğinin tüylerine yapışan dulavrat otunu inceledikten sonra yuvarlak tohumlardaki lifli kanca uçlu yapının ip ve tüylere tutunduğunu fark ediyor. Yapışmaya yardımcı olması için bugün bilenen cırt cırtı olarak bilinen malzemeyi yaratıyor.

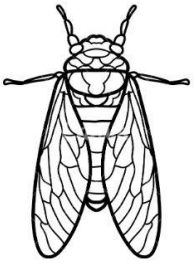






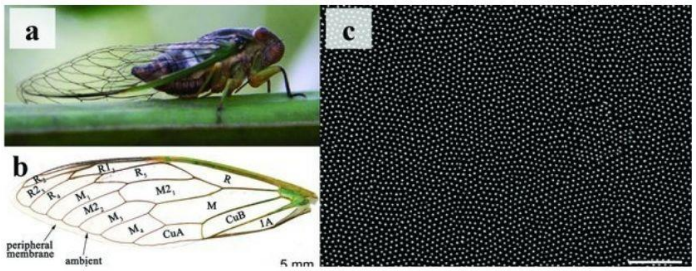




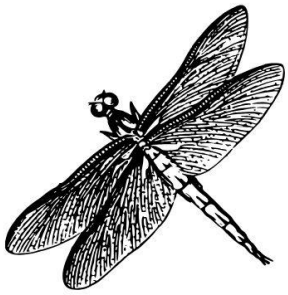


NANOMALZEME

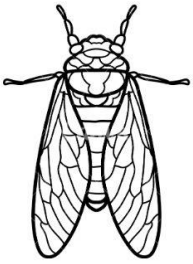
Yusufçuklar ve ağustos böceği kanatlarında bakterileri parçalayarak kanatlarına tutunmasını engelleyen nano çıkıntılar bulunur.



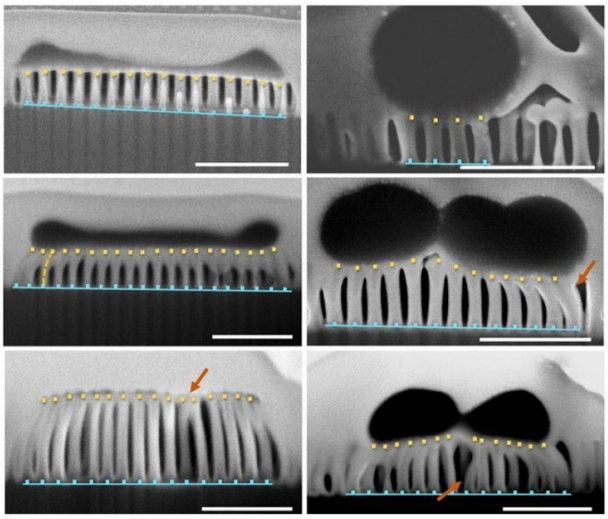
Doğadan ilham alarak malzeme üretmeyi deneyen iki farklı grup bilim insanı nanosütunlar aracılığı ile antibakteriyel malzeme oluşturmayı denedi. 2020 yılındaki iki farklı çalışmanın ilkinde Titanyum nonosütunlar bakteri hücresini parçalamayı başaramasa da hücre duvarına verdikleri hasar ile canlılığının azalmasına yol açtılar, Nanosütunların verdiği hasar iki farklı bakteri türü için %20 ve %10 civarındaydı. İkincisinde silikon nonomalzame aracılığı ile yapılan nanosütunlar bakterilerin ölümüne yol açmayı başardı bu bakteri ölümü iki farklı bakteri için yaklaşık %5 ile %10 arasındaydı. Bu bilim insanlarının çalışmalarında kullandıkları mikroskop görüntüleri bu şekilde;

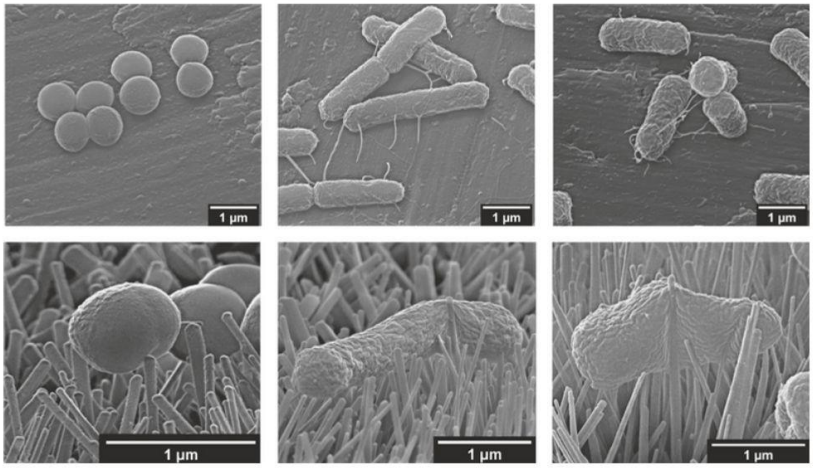






NANOMALZEME





Sen de yukarıdaki titanyum ve silikon nanomalzemeden ilham alarak kendi antibakteriyel nanomalzemeni tasarla!



Nelere ihtiyacın var?



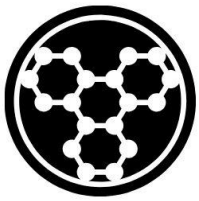
- Marsmelov
- Bonibon
- Pipetler
- Eklem yerleri
- Kraft kağıt

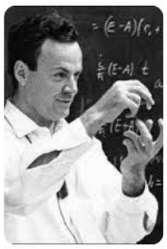
Nasıl Yapılır ?



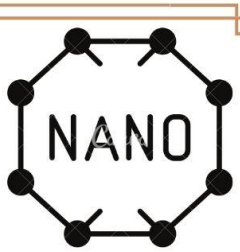
Eklemler ve pipetler aracılığı ile öncelikle kutu karelerden oluşan bir zemin oluştur. Oluşturduğun zeminde nonosütünları bakteriye en çok zarar vereceğini düşündüğün şekilde tasarla ve inşa et. Son olarak bakterileri temsil eden marşmelov ve bonibonları nonomalzemenin üzerine ekle.

EK 6. Etkinlik 6









Nanoteknolojinin temeli ilk olarak 1959 yılında Richard P. Feynman'ın "Altta daha çok yer var" adlı konuşmasında atıldı. Feynman "Fiziğin ilkeleri, görebildiğim kadarıyla, atomlarla tek tek oynayarak nesneleri manipüle etme olasılığına karşı değil." diyor. Ayrıca konuşmasında 24 cilt ansiklopedide yazılanları toplu iğne başına sığdırmaktan bahsediyordu. Nanomalzeme terimi 1974'de Norio Taniguchi tarafından malzemeleri tam olarak nano düzeyinde mühendislik becerisi ile düzenleme anlamında kullanıldı. O zamanlarda bu teknolojinin ilgi alanı silikon cipler üzerinde küçük elektronik cihazlar oluşturmaktı. Nanoteknolojinin potansiyeli fark edince dönemin ABD Başkan Clinton, 2000 yılında Ulusal Nanoteknoloji Girişimi'ni kurdu. Kurulmasından 5 yıl sonra Ulusal Nanoteknoloji Girişimi sağlık enerji ve savunma gibi alanlarda araştırma yapmak üzere 89 milyon dolarlık yatırım alabilmeyi başardı.

Bu alandaki hızlı gelişmeler göz önünde bulundurulduğunda çeşitli ürünlerde nanomalzeme kullanımının güvenliği ile ilgili endişelerin dile getirilmiş olması şaşırtıcı değildir. Birleşik Krallık'ta Galler Prensi Prens Charles, Royal Society (Bilim Topluluğu)'den nanoteknoloji konusunda tavsiye talep ederken, Greenpeaca toksikolojik sorunlar çözülene kadar nanopartiküllerin kullanımına ilişkin bir moratoryum çağrısında bulundu. Sence nanomalzeme sağlık enerji savunma gibi alanlarda kullanılmalı mı?







A

Jiban Jyoti Panda
Nanobilim ve Teknoloji Enstitüsü(Hindistan)
Nano-biyoteknoloji

"Nanoteknolojinin tıp ve fizyolojideki uygulamaları hücreye ve dokuya özgü olduğu için minimum yan etki ile maksimum etkinlik elde edilerek kullanılabilir. Şüphesiz nanoteknolojinin en büyük faydalarından biri yeni ve etkili tıbbi tedavilerin geliştirilmesi olacaktır."



B

Emilio Garcia Garcia
Madrid Complutense Üniversitesi
Nörobilim

"Çeşitli nörolojik bozuklukların tedavisi için birçok ilacın etkinliği, kan-beyin bariyerinin varlığı ile azalır Kan-beyin bariyeri, beyni dolaşımdaki kandan ayıran bir zardır bu nedenle beyne ilaç verilmesi bir zorluktur. Nanopartiküller, ilgili ilaçları beyne iletmek için etkili bir şekilde kullanılabilir."



C

John T. James
Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi
Toksikolog

" Çok hafif olan karbon nanotüpler üretimi esnasında çalışma ortamında solunabilir. Karbon nanotüplerin kronik solunması durumunda toksik olmakla beraber akciğerlerde patolojik değişikliklere yol açmaktadır. "



D

Matej Skocaj
Jožef Stefan Enstitüsü, Slovenya'

" "Güneş koruyucularında içinde bulunan ve gıda endüstrisinde koruyucu olarak kullanılan TiO2 uzun süredir kullanılması ve güvenilir bir malzeme olarak sınıflandırılmasına karşın Uluslararası Kanser Araştırma Ajansı tarafından "insanlar için olası kanserojen" ve Ulusal Mesleki Güvenlik ve Sağlık Enstitüsü tarafından “mesleki kanserojen” olarak sınıflandırılmıştır. Deri üzerinde uzun süreli maruziyeti ve potansiyel olumsuz etkileri hakkında verilere ihtiyaç vardır.. Ağız yoluyla alınması durumunda toksisitesi hakkında güvenilir verilere sahip değiliz.. Ayrıca suda yaşayan organizmalar için düşük toksisite gösterirken, uzun süreli maruz kalma üzerine bir dizi ölümcül olmayan etkiye sebep olabilir."

Diğer.....
.....,,,

EK 7. Etkinlik 7











GDO'lar bir organizmanın kendi yapısında bulunmayan bir özelliği kazandırmak amacıyla gen diziliminin değişmesi veya başka bir organizmadan gen aktarılması işlemiyle elde edilen ürünlerdir. GDO'lu ürünler bitkilerden hayvanlardan virüslerden ve bakterilerden çeşitli yabancı genleri taşırlar. Bir bakterinin geninin mısıra veya balığın genin domatese aktarılması örnek verilebilir. Bu işlem aktarılacak gen canlının DNA'sından kesilerek sonra taşıyıcı bir virüs ile canlının DNA molekülüne yapıştırılarak gerçekleşiyor. Dünya nüfusunun artışı, ekilebilir alanların azlığı, dünya üzerindeki açlık gibi problemler sebebiyle GDO üretiminde hedeflenen amaç; verim artışı, kuraklığa ve zararlılara dayanıklı ürünler yetiştirmektir.

1980 yılında Paul Berg, Walter Gilbert ve Frederick Sanger iki farklı tür arasında gen aktarımı yaptıkları çalışma ile Nobel Kimya Ödülüne layık görülmüştür. Bu çalışma GDO teknolojisini temelini oluşturmuştur.

GDO alanında en bilinen uygulama böceğe karşı dirençli hale gelmeleri için B. Thuringiensis bakterisinin geninin bitkilerinin genomuna aktarılmasıdır.



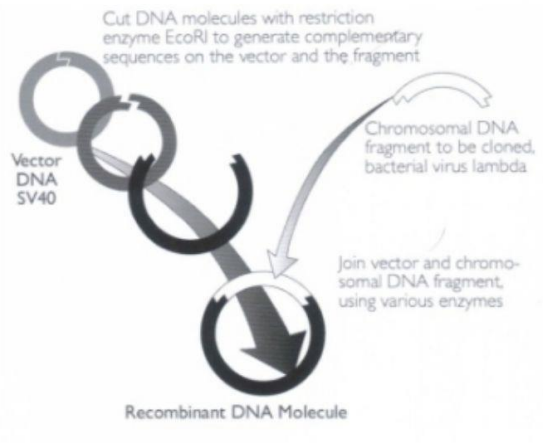








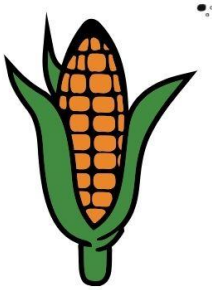
Berg, Gilbert ve Sanger çalışmalarında iki canlı arasında gen aktarma işlemini anlatırken kullandıkları modele benzer bir model bu şekilde :



Siz de Berg, Gilbert Sanger'ın modelinden ilham alarak aşağıdaki GDO'nun uygulama alanlarından birini seçerek kendi modelinizi tasarlayınız.



GDO'NUN UYGULAMA ALANLARI



Mısırın zararlı böceklere, yabanı otları öldüren ilaçlara dayanıklı hale getirilmesi

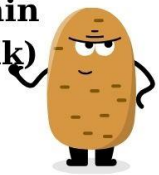
Soyanın zararlı böceklere, yabanı otları öldüren ilaçlara dayanıklı hale getirilmesi

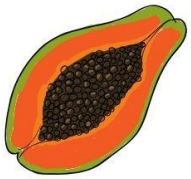




Pamuğun zararlı böceklere, yabanı otları öldüren ilaçlara dayanıklı hale getirilmesi

Patatesin esmerleşmesini önlemek (böylece pişirdiğinde ortaya çıkan norotoksik maddenin azaltıması sağlamak)

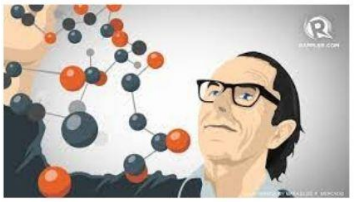




Papaya bitkisinin papaya halkbenek hastalığına karşı dayanıklı hale getirilmesi

Yumuşamasını önlemek amacıyla domatesin genetiğinin değiştirilmesi



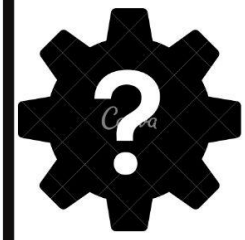


Nelere ihtiyacın var?



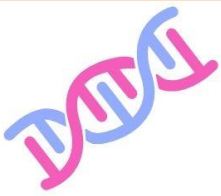
- Boya kalemleri
- Karton
- Makas
- DNA modeli
- Eklem yeri ve pipetler

Nasıl Yapılır ?

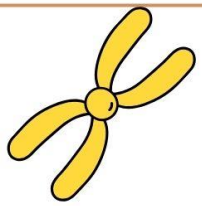


Yukarıda verilen türler arası gen aktarımı görselindeki modelinden yararlanarak kartonun üzerine melez DNA molekülünü temsil eden yuvarlağı çiziniz. Daha önce yaptığınız DNA çift sarmal modelini düzeltiniz ve gen düzenleme yapacağınız kısmın sarmalını açınız. Modeldeki gibi şekle oturtup yapmak istediğiniz değişimi temsil eden kısmı modelden çıkarınız. İnşa ettiğiniz yeni genetik özellikleri temsil eden DNA molekülünü modele ekleyiniz.

EK 8. Etkinlik 8







Farklı organizmalardan alınan genlerin bir araya getirilmesi ile yeni bir gen oluşturulması 1970'lerde Nobel ödüllü Paul Berg tarafından gerçekleştirildi. Berg bir virüs(Simian virüs 40 ya da SV40) ve bakterinin(E.colİ) genini birleştirmiş ve bu yapay DNA'yı canlı hücreye sokmayı planlıyordu. DNA'nın uygun bir şekilde korunamayip laboratuvar dışına sızarak genetiği değiştirilmiş bakterinin insana zarar vermesinden çekiniyordu. Ayrıca virüsün farelerde tümöre yol açtığı bilindiğinden yeni bir kanserojen patojen yaratma ihtimali vardı. Bilim insanları tarafından bir toplantı düzenlenerek " Melez DNA moleküllerinin potansiyel biyolojik tehlikeleri" adli bir rapor yayınlandi. Öyle ki bu yeni teknoloji "Ulusal Bilimler Akademisi" tarafından denetlenmeye başladı. Bu rapor bu tarz deneylerin askıya alınması çağrısında bulundu. Raporda 3 konu ele alınıyordu. İlki hayvan ve bakteri DNA'sının kaynaştırılması işlemine dikkatle yaklaşılması, ikincisi Ulusal Sağlık Enstitüsü'nün olası deneyleri inceleyecek bir danışma komitesi kurması ,üçüncüsü ise başka bir toplantı düzenlemesiydi. Asilomar II olarak bilinen bu toplantıya; bilim insanları, avukatlar, hükümet yetkilileri ve basın mensupları katılmıştı. Bu toplantı basın mensuplarını da içermesi sebebiyle halk ve bilim insanları arasında bilgilendirici bir bağ kurmak açısından önemliydi. Nihayetinde uygun koruyucu tedbirlerle deneylere devam edilebileceği kararı verildi. Çalışmalara kontrollü olarak devam edilmesi ile, General Electric, petrol sızıntılarını hafifletebilmek amacıyla Amerikan Yüksek Mahkemesi'nden ham petrol parçalayabilme özelliğine sahip genetiği değiştirilmiş bakteriler için patent alabilmeyi başardı. Amerika Birleşik Devletleri Gıda ve İlaç idaresi, GDO teknolojisi kullanılarak üretilen Humulin ismiyle diyabet hastalarına ilaç olarak yazılabilen insülin hormonu için ilk ilac onayını aldı. GDO'nun en tartışmalı uygulaması gıda üretimidir. ABD Çevreyi Koruma Ajansı tarafında onaylanan sert ve raf ömrü uzun flavr savr domatesi ABD Tarım Bakanlığı tarafından onaylanan ilk besin ürünü oldu. Bt mısır (Böcekleri zehirleyebilen bakteri genleri aktarılmış mısır çeşidi) üretimi onaylandı ve bu mısır türü hala Amerika'da üretilen mısırların çoğunluğunu oluşturmaktadır. Glifosat dirençli soya fasulyesi, 1996 yılında Monsanto'da üretildiğinde alanındaki ilklerden biri oldu. Günümüzde glifosat direnç teknolojisi, mısır ve şeker pancarı da dahil olmak üzere birçok mahsule uygulanmaktadır. Yılda yaklaşık 500.000 kişiyi öldüren A vitamini eksikliği sorunuyla savaşmak için 2000 yılında altın pirinç (Golden Rice) geliştirildi. Günümüze kadar Amerika Birleşik Devletleri Gıda ve İlaç İdaresi tarafından onaylanmış gıda üretimi için kullanılan genetiği değiştirilmiş hiçbir hayvan yoktur. Sen Genetiği Değiştirilmiş Organizmaların gıda olarak kullanılması ile ilgili ne düşünüyorsun?





A

John Losey (Entomolog)
Linda Mayor (Entomolog)

Bt mısır (Böcekleri zehirleyebilen bakteri genleri aktarılmış mısır çeşidi) üretimi kelebek popülasyonu üzerinde negatif etkisi bulunmaktadır. (1999)





B

Richard Hellmich Biyolog
Karen Oberhauser Biyolog

Doğal tarım alanlarında Bt mısır kullanılması güvenilirdir. Kelebek populasyonuna zarar vermememektedir.(2001)

European Academies

easac

Science Advisory Council

C

Avrupa Akademileri Bilim Danışma Konseyi. Sürdürülebilir Tarım için Mahsul Genetik İyileştirme Teknolojilerini Kullanmaya İlişkin Fırsatlar ve Zorluklar(Rapor)

"Genetiği değiştirilmiş bitkilerin (GDO) sağlık ve çevre üzerinde, bitki ıslahında kullanılan diğer teknolojilerden daha fazla olumsuz etkiye sahip olduğuna dair doğrulanmış herhangi bir kanıt yoktur"

NATIONAL ACADEMY OF Sciences
NATIONAL ACADEMY OF Engineering
NATIONAL ACADEMY OF Medicine

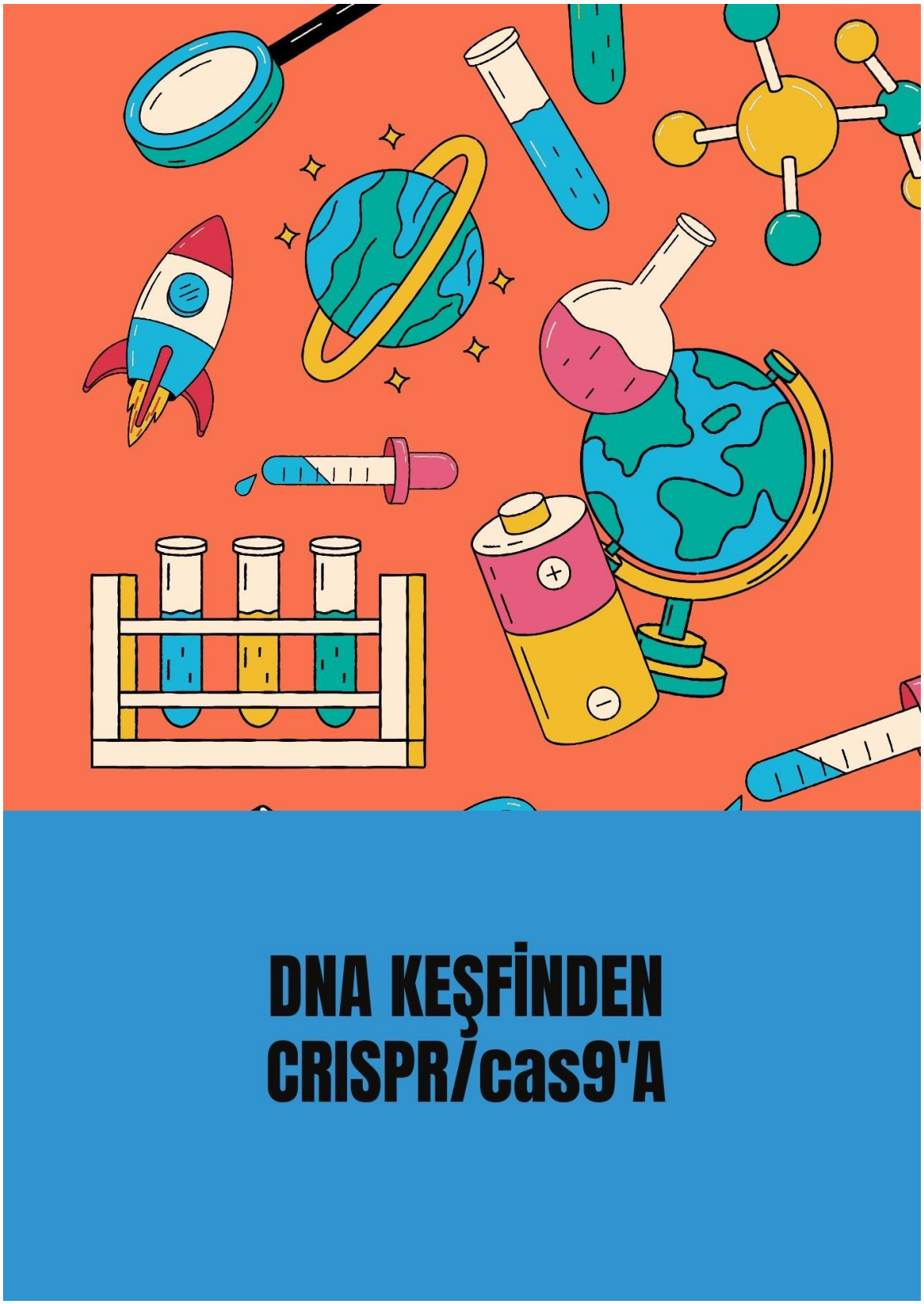
D

Ulusal Bilim, Mühendislik ve Tıp Akademileri(ABD)

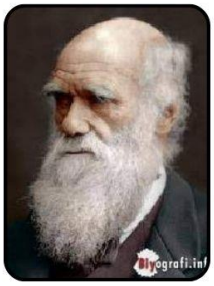
"Amerika Birleşik Devletleri'ndeki kanser oranlarındaki değişim modellerinin, insanların daha az GDO'lu yiyecekler yediği Avrupa ve Birleşik Krallık'taki değişim modelleri ile benzerdir. Kanser oranları GDO'lu yiyecekler yemekle bağlantılı değildir."

Diğer.....
.....

EK 9. Etkinlik 9

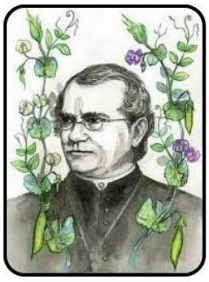


Charles Darwin
Bazı seçilmiş özelliklerin bir sonraki nesilde ortaya çıkabileceğini biliyordu. Fakat nasıl geçtiği hakkında bir fikri yoktu.





Gregor Mendel
Bazı fiziksel özelliklerin nesilden nesile belirli oranlarda aktarıldığını fark etti. Bu aktarımın sebebini görünmeyen faktör olarak ele aldı.



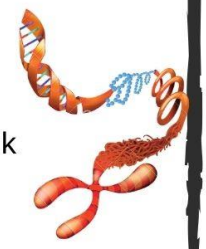
Wilhelm Johannsen
Mendel'in bulgularına dayanarak "görünmez yapıtaşarı" için ilk defa "gen" kelimesini kullandı.



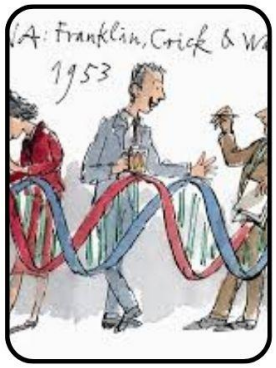




Osward Avery
Mendel'in görünmez faktörlerinin DNA'dan yapıldığını gösterdi. Genetik araştırmaların temelini attı.







James Watson Francis Crick
Rosalind Franklin
Rosalind Franklin tarafından üretilen veriye dayanarak DNA'nın ikili sarmal modelini ortaya koydular.





Stanley Cohen Herbert Boyer
Genetik materyali bir organizmadan diğerine aktardılar (Recombinant DNA). Deneyler önce iki bakteri arasında yapıldı. Sonra bir bakteriden kurbağa gen aktarıldı. Bu çalışma genetik muhendisliğin başlangıcı oldu.



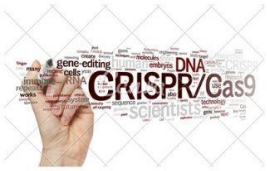
Paul Berg
Türler arası gen transferi (recombinant DNA) üzerine temel araştırmalar yaptı.



Francisco Mojica
Bakterilerin kendini enfekte eden virüslerin genetik kaydını tuttuğunu fark etti. Bu genetik kayıt sayesinde bakteri, virüs kendine tekrar saldırdığında virüsü tanıyor ve yok ediyordu. Bu keşif CRISPR/cas9 geliştirilmesine katkı sağladı.



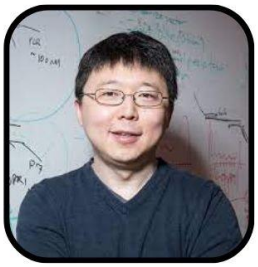
Emmanuelle Charpentier
Doudna ile birlikte genom düzenlemede yenilikçi bir yöntem olan CRISPR/cas9 geliştirdi.





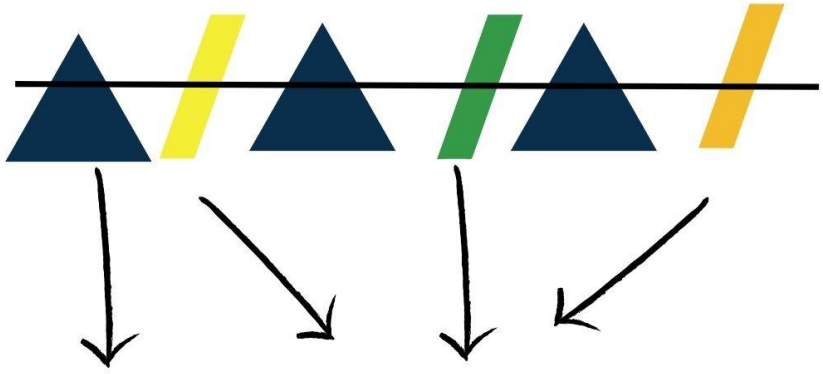
Jennifer A. Doudna
Charpentier ile birlikte genom düzenlemede yenilikçi bir yöntem olan CRISPR/cas9 geliştirdi.





Feng Zhang
CRISPR/cas9 gerçek hücre içinde çalıştığını gösterdi



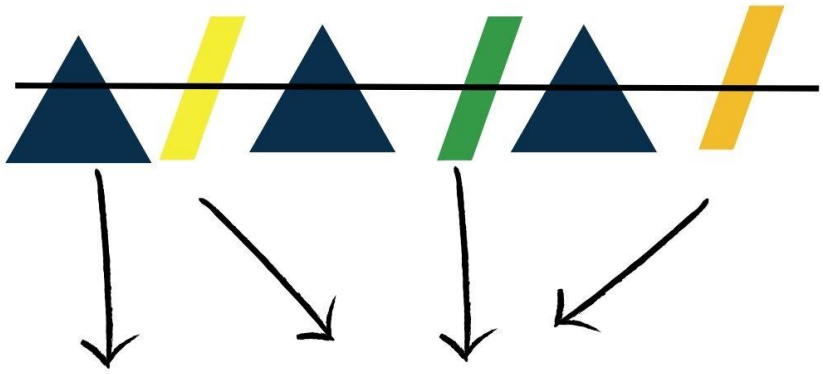


30 harf **36 harf**

Bakteriyi hasta eden virüsün saldırısından kurtulabilirse virüsün genetiğinin kendi genetiğindeki kopyası

Francisco Mojica'nın bakterilerde tanımladığı garip tekrar bölgesi

Francisco Mojica doktora öğrencisiyken bir bakterinin genomda "bu çok tuhaf" dediği bir dizilim fark etti. Doktorası bittikten sonra kendi araştırma grubunu kurdu. Birbirinin aynı olan yaklaşık 30 harflik bir dizi (yukarıdaki şekilde üçgen olarak gösteriliyor) bir çok kez tekrar ediliyordu. Bu 30 harflik dizi yaklaşık 36 harflik kısımlarla birbirinden ayrılıyordu (yukarıdaki şekilde paralel kenar olarak gösteriliyor). Bu 36 harflik kısımlar her seferin farklı şekilde tekrar ediyordu (benzer olmaması sebebiyle paralel kenarlar şekilde farklı renkli gösterildi).



30 harf **36 harf**

Bakteriyi hasta eden virüsün saldırısından kurtulabilirse virüsün genetiğinin kendi genetiğindeki kopyası

Francisco Mojica'nın bakterilerde tanımladığı garip tekrar bölgesi

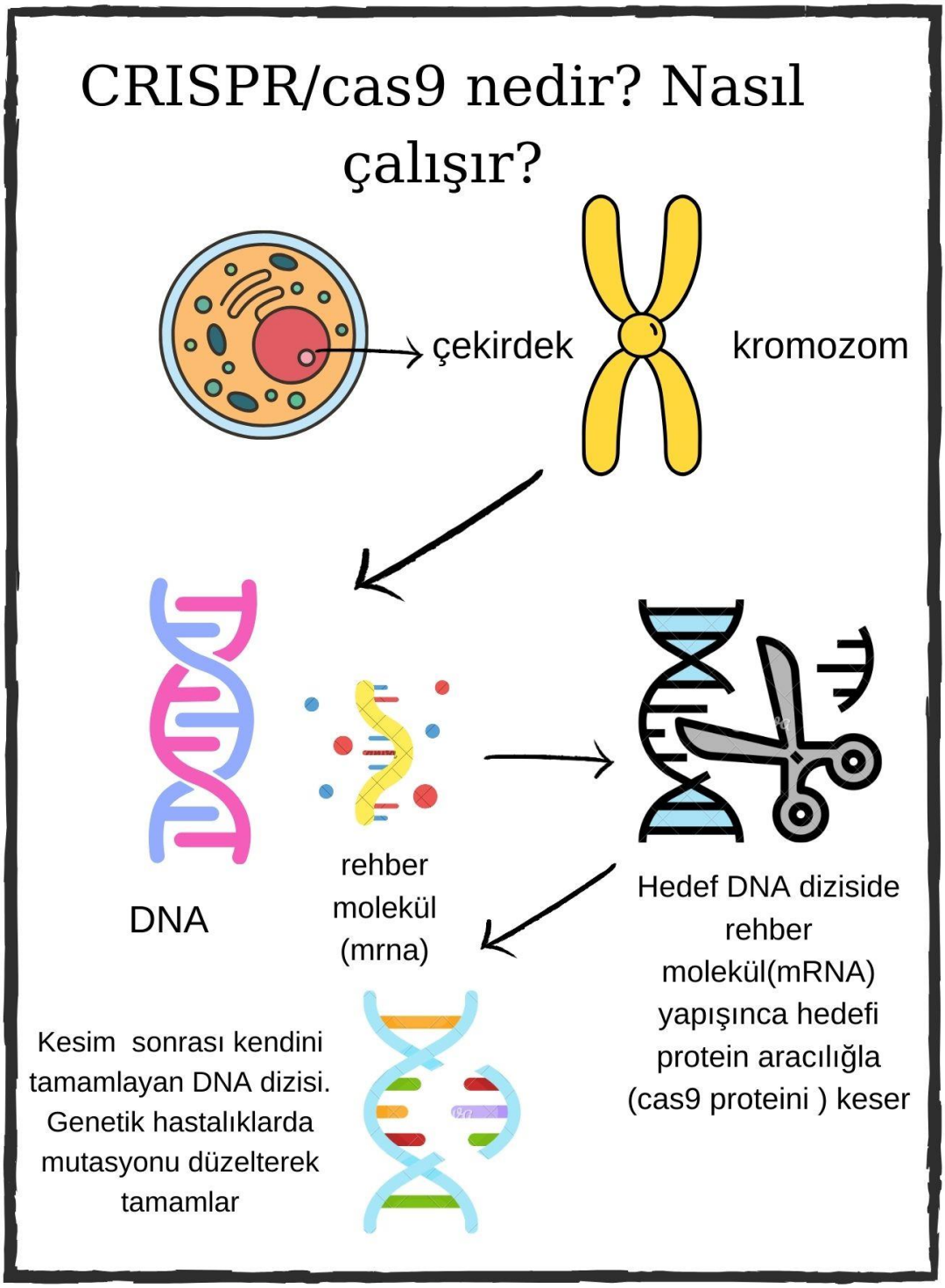
Mojica bu 36 harflik dizilimleri (rengi farklı paralel kenarlar) farklı organizmaların gen ve genomlarının olduğu veri tabanlarında arayınca E. coli bakterisinde bir benzerliğe denk geldi. Aynı zaman da bakterileri enfekte (hasta) eden virüsün dizilimiyle benzerlik gösteriyordu. Üstelik bu E. Coli bakterisi o virüse karşı dirençliydi. Titizlikle aramasına devam etti ve eşleşmelerin büyük bir kısmi bakteri enfekte (hasta) eden bir virüse aitti.

Mojica'nın bulgularına benzer bulgular başka araştırmacılar tarafından da yayınlandı.
2007 yılın da "Science" dergisinde yayınlanan makalede şu bulgulara yer verildi: bakteri virüsün saldırısından kurtulduysa viral genlerin bir parçasını kopyalayıp kendi genomuna 36 harflik aralayıcılar (paralel kenarlar) olarak yerleştiriyordu (şekilde farklı renklerdeki paralel kenarlar olarak gösterildi). Aynı virüs bakteriye tekrar saldırdığında direnç kazanıyordu. Araştırmalar devam ettikçe ortaya çıktı ki, bakterini virüsten aldığı geni virüsün geninde kendiyle eşlenen yere bağlanıyordu. Bağlanma gerçekleştiğinde gen tarafından kodlanan proteinlerden biri viral DNA'ya saldırıyor ve onu yok ediyordu. 2012 yılında Charpentier ve Doudna laboratuvarlarının ortak ürünü bir makale yayınlandı. Bu çalışmada bakterinin virüsü yok etme sistemi basitleştirilmişti. Sistemi bakteri yerine bir çözeltide gerçekleştirmeyi başarmışlardı. Charpentier ve Doudna sistemi test tüpünde basit ve çalışır hale getirerek büyük bir adım attılar. Feng Zhang 7 ay sona hücre içinde hatta insan hücresi içinde de çalışabileceğini gösteren bir çalışma yaptı.

CRISPR/cas9 nedir? Nasıl çalışır?

CRISPR "Clustered Regularly Interspaced Palindromic Repeats" "Düzenli Aralıklı Palindromik Tekrar Kümeleri" (Mojica nın bakteride tanımladığı tekrar bölgesini kastediliyor) şeklinde açılımı yapılabilir. cas9 ise DNA'yı kesen proteinin adıdır.

Gen düzenleme sırasında rehber molekül DNA çift sarmalı arasında kayarak ilerler kendi harf dizisinin DNA ile eşleştiği yeri bulunca durur çift sarmalı makas gibi(cas9 proteini aracılığıyla) kesmeye başlar. Rehber molekül nereyle eşleştiyse orayı keser. Bu kesim DNA'ya zarar verdiği için DNA hızlı bir şekilde yok olan kısmı tamamlar. Rehber molekülün orak hücreli anemi hastalığından sorumlu mutasyonu hedef aldığını düşünelim. Rehber molekül DNA'nın çift zincirin teki zinciri üzerinde kayar eşleştiği yere gelince keser(cas9 proteini aracılığıyla). DNA kendini yenilerken yüksek oranda genin mutasyon olmadan tamamlar.


CRISPR/cas9 nedir? Nasıl çalışır?
çekirdek
kromozom
DNA
rehber molekül (mrna)
Hedef DNA diziside rehber molekül(mRNA) yapışınca hedefi protein aracılığla (cas9 proteini) keser
Kesim sonrası kendini tamamlayan DNA dizisi. Genetik hastalıklarda mutasyonu düzelterek tamamlar



CRISPR/cas9 hangi hücreyi hedef alacak?



Vücut (Somatik) Hücresi

DNA gelecek nesillere aktarılmaz

Uygulaması karmaşıktır çünkü 50 trilyon vücut hücresinin bazılarında aynı değişikliği yapmak gerekir. Yetişkinlikte hastalık ilerlemiş ise DNA'sını değiştirmek yarattığı tahribatı değiştirmeyebilir.



İki tip uygulama

Ex vivo

Gen düzenlemenin hastanın vücudunun dışında yapılmasıdır. Kan hastalıkları için uygundur. (orak hücre anemisi, beta talsemi (beta globin geni))

İn vivo

Gen düzenlemenin doğrudan hastanın vücudunda yapılmasıdır. Hastalığın en çok etkilendiği dokuya uygulanmalıdır .

Tohum hattı (germ) hücresi

DNA gelecek nesillere aktarılır

Embriyoda CRISPER CAS9 aracılığı ile mutasyon tedavi edilir. Gelişimin erken safhasında tek bir seferde henüz hastalığın yarattığı tahribat başlamadan engellenebilir.



Rehber molekül ve DNA'yı kesecek protein hastanın vücuduna 2 yolla aktarılabilir

Virüsler aracılığı ile aktarılması: Basit bir bağışıklık tepkisi oluşturabilir ve hücre içinde uzun süre kalmaları olumsuz etkiye yolaçabilir.

Lipit nanoparçacıklar aracılığı ile aktarılması: Hücrede rehber molekülün çabucak hareket etme avantajı sağlayabileceği düşünülüyor. Konu ile ilgili araştırmalar devam ediyor.

Tohum hattının düzenlenmesi

2015 Ocak ayında Napa Vadisinde CRISPR/cas9 gen düzenleme ile ilgili önde gelen bilim insanlarının da bulunduğu bir grup katılımcıyla bir toplantı yapıldı. Toplantıda tohum hattının düzenlenmesi konusunda halkın bilinçlendirilmesi ve tohum hattının düzenlenmesi konusundan uzak durulması istendi. Tohum hattının düzenlenmesinin toplumsal etik ve felsefi yönleri ele alınana kadar bilimsel çalışmaların duraklatılması gerektiği üzerinde duruldu. Toplantı sonucunda "Science" dergisinde " Genom mühendisliği ve tohum hattı gen tadilatı ileri uzanan basiretli yol" adlı bir makale yayımlandı. İnsan vücut hücrelerinde ve model hayvanlarda CRISPR/cas9 kullanılmaya devam edilmesi tavsiyesinde bulunuldu böylece tekniğin güvenilirliği daha net anlaşılabilirdi. Bilim insanlarından insan genomuna kalıtsal(nesilden nesille aktarılabilecek) değişiklikler yapma girişiminden uzak durması istendi. Dini önderler, hasta ve engelli hakları savunucuları, sosyal bilimciler, devlet daireleri ve başka çıkar gruplarının da içinde bulunduğu gruplarla beraber başka bir toplantı yapılması talebinde bulunuldu.

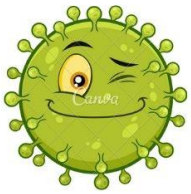
Tohum hattının düzenlenmesi

2015 yılında Huang laboratuvarında yapılan çalışmada 86 adet tripot embriyosuna(üç takımlı 46 kromozom yerine toplam 69 kromozom içerir, bu embriyolar hayatta kalmazlar) beta globin genini hedef alarak CRISPR/cas9 enjekte edildi. Deney sonucunda sadece 4 tanesinin istenilen mutasyonu elde ettiği görüldü. Kiminde CRISPR/cas9 yanlış geni kesmişti. Kiminde doğru geni kesmiş fakat DNA kendini iyileştirememiş kendini onarırken beta globinin farklı mutasyonlarını yaratmıştı. He Jiankui 2018 yılında, Lulu ve Nana adlı ikizlerin babalarının HIV pozitif olması sebebiyle kızların DNA'sını yeniden düzenleyerek CCR5 genin fonksiyonel bir protein üretmemesini sağladığını bir konferansta açıkladı. Verileri hakemli bir dergide yayınlanmadı. Yine de yürüttüğü çalışma sebebiyle Çin hükümeti tarafından 3 yıl hapis cezasına çarptırıldı, birçok bilim insanı ve bilimsel kuruluştan olumsuz eleştiriler aldı.

EK 10. Etkinlik 10



Bir antibiyotik olan penisilin Aleksandar Fleming tarafından keşfedilmiştir. Fleming tatilden döndüğünde Staphylococcus bakterisini içeren petri kabında küf biriken kısımda bakteri büyümediğini fark etmiş. Mantardan ilaç maddesini saflaştırmak için 10 yıldan uzun süre laboratuvarda çalışmıştır.



Antibiyotik hayata karşı anlamına gelir.

Antibiyotik türleri:

Beta laktam antibiyotik

Penisilin gibi antibiyotikler beta laktam antibiyotiklerdir. Bakterinin hücre duvarı inşa etmek için kullandığı PBP adlı enzim ile işlev görür. Bu tür antibiyotiklerin yapısı PBP'nin enziminin aktifleşmesi için ihtiyaç duyduğu yapıya benzer. PBP enzimi antibiyotiği kavradığında artık görev dışıdır.



Makrolid antibiyotikler

Bu antibiyotikler bakteri ribozomuna bağlanarak bakterinin ribozomondaki rehber molekülün DNA'nın yapısını tanımasına izin vermez. Eritromisin örnek verilebilir.

K**inolon antibiyotikler**

Eşleşme sırasında görevli enzimlerin iş yapmasını engelleyerek bakteriel DNA'nın kendini eşleşmesini engeller. Levofloksanin örnek verilebilir.

Bta laktam antibiyotikler için bazı bakteriler özel gen taşır. Enzim aracılığı ile antibiyotiği parçalayarak yok eder. Yada PBP sini antibiyotiğin bağlanamadığı şekilde kendini değiştirir.

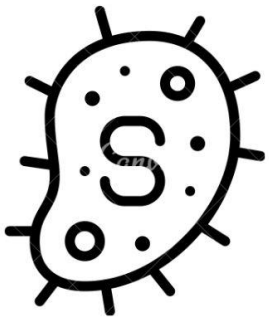
Mokrolid antibiyotiği için bakteri genellikle ek bir protein üretip ribozomun işlev görmesini sağlayarak antibiyotiğin etkisine daha az maruz kalır.

Kinolonu antibiyotiği için bakteri genellikle atık pompaları yardımıyla antibiyotiği hücre dışına atar.

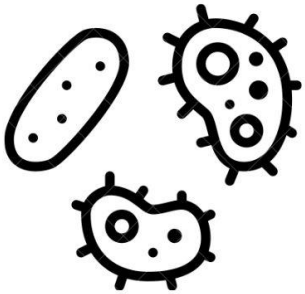
Antibiyotik genleri genellikle plazmidlerde bulunur. Bakteriler plazmid genleri birbirlerine aktarabilir. Ya da çoğalma yoluyla yavrularına aktarabilir.

Doktorunuzun antibiyotiğinizi tamamlamanızı istemenizin sebebi antibiyotik dirençli bakteriler çoğalacak kadar hayatta kalmışsa dozu tamamlayarak tamamını ölene dek vücudunuzda bir antibiyotik konsantrasyonunun bulundurulmasıdır. Ancak doza rağmen hayatta kalan olursa bu direnç genin bir sonraki hastalığınızdaki bakteriye geçirebilir ya da sindirim sisteminizdeki zararsız bakterilere aktarabilir. Ve daha sonra bu yararlı bakteriler plazmidleri vücudunuza girecek zararlı bir bakteriye aktarabilir. Antibiyotik direncine; gerekmediğinde antibiyotik kullanılması ve gerekli dozun alınmamasının yanı sıra çiftlik hayvanlarına büyümesine yardımcı olması için verilen antibiyotiklerin et tüketimi yoluyla insan vücuduna geçmesi de sebep olmaktadır.

Bakteriler antibiyotiğe maruz kaldığında bazıları doğal seçilim ile antibiyotik direnci geliştiremeyerek ölürken, bazıları antibiyotiğe direnç kazanarak antibiyotiğe dayanıklı yeni bir nesil ortaya çıkar. Birden fazla antibiyotiğe direnç geliştirmiş bakteriler ise "Superbug" denir. Superbug İngilizce süper böcek anlamına gelmektedir, burada böcek kastedilen ise bakteridir. Antibiyotiğe direnç gösteren bir bakterinin sebep olacağı enfeksiyonun tedavisi çok zor olabiliyor hatta bazen ölümle sonuçlanabiliyor.







Nanomalzeme

Nano yunanca çok kısa adam anlamına gelir . Temel birimdeki bir ölçünün milyarda birini göstermek için kullanılan bir birimidir. (0,0000000001). H atomu 0,000000024 metre yerine 0,24 nmdir. 1 nonometre ile 1 metreyi karşılaştırılmasını bir golf topu ile dünyanın karşılaştırılmasına benzetebilirsiniz.

Nanomalzeme ise malzemenin nanometre düzeyinde tabi olduğu teknoloji olarak tanımlanmaktadır. Nanoteknoloji ile ise atomsal ya da moleküller diziliş kontrol edilerek cihaz ya da malzemeler elde edilebilir.

Nanoteknolojinin Uygulama alanları

Tıp ve Sağlık:

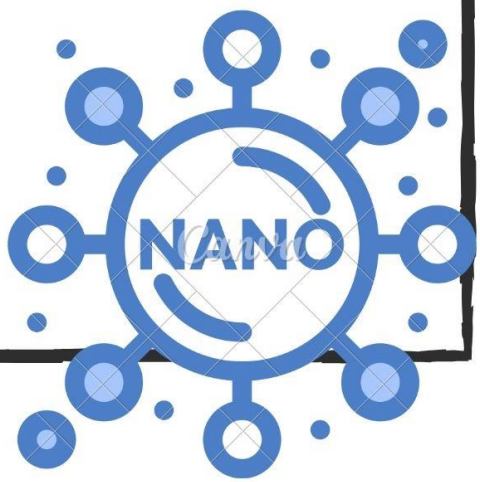
- İlaç Dağıtımı: Nanopartiküller, ilaçların vücutta hedeflenen bölgelere daha etkili bir şekilde ulaştırılmasına yardımcı olabilir.
- Tanı ve Görüntüleme: Nanoteknoloji, daha hassas tanı yöntemleri ve görüntüleme cihazları geliştirmek için kullanılabilir.

Nanobotlar: Mikroskobik robotlar, vücut içinde cerrahi müdahalelerde bulunabilir veya tıbbi tedavilere destek sağlayabilir.



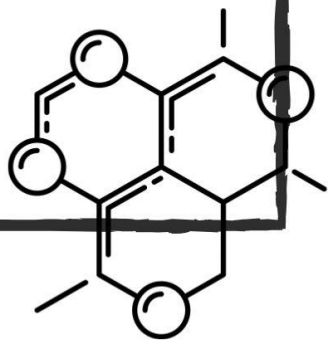
Nanomalzeme

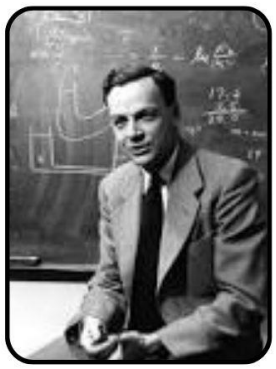
- Elektronik ve Bilgisayar Teknolojisi:
  - Nanoelektronik: Nanoteknoloji, daha küçük ve daha hızlı elektronik cihazların geliştirilmesine olanak tanır.
  - Nanomanyetizma: Nanomanyetik malzemeler, bilgisayar bellekleri ve diğer manyetik cihazlarda kullanılabilir.
- Enerji:
  - Güneş Pilleri: Nanomalzemeler, daha verimli güneş pilleri için kullanılabilir.
  - Yakıt Hücreleri: Nanoteknoloji, daha verimli ve ekonomik yakıt hücreleri geliştirmeye yardımcı olabilir.
  - Enerji Depolama: Nanomalzemeler, daha etkili enerji depolama sistemlerinin geliştirilmesine katkıda bulunabilir.



Nanomalzeme

- Malzeme Bilimi:
  - Hafif ve Güçlü Malzemeler: Nanoteknoloji, hafif ancak güçlü malzemelerin üretimini sağlayarak otomotiv ve havacılık endüstrilerini etkileyebilir.
  - Akıllı Malzemeler: Nanomalzemeler, dış etkilere tepki verebilen akıllı malzemelerin üretimine olanak tanır.
- Çevre:
  - Su Arıtma: Nanoteknoloji, su arıtma sistemlerinin geliştirilmesine yardımcı olabilir.
  - Kirlilik Kontrolü: Nanomalzemeler, çevresel kirliliği kontrol etmek ve azaltmak için kullanılabilir.
- Gıda ve Tarım:
  - Besin Değerini Artırma: Nanoteknoloji, gıdalardaki besin değerini artırmak ve besinleri daha etkili bir şekilde teslim etmek için kullanılabilir.
  - Tarım Verimliliği: Nanomalzemeler, tarım alanında kullanılarak bitki verimliliğini artırabilir.



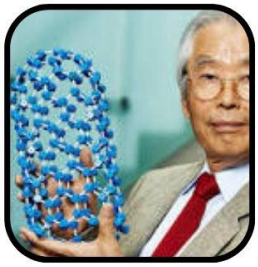


Richard Feynman
Maddenin atomik düzeyde düzenlene bileceğini ilk dile getiren kişidir

Eric Drexler



Drexler, nanoteknolojinin kurucusu olarak kabul edilir. Kitabında, nanobotlar gibi konseptleri ve moleküler montaj yöntemlerini detaylı bir şekilde ortaya koymuştur.



Sumio Iijima
Japon fizikçi Iijima, 1991 yılında karbon nanotüpleri keşfetmiştir. Bu keşif, nanoteknolojinin malzeme bilimine ve nanotüp uygulamalarına büyük bir ivme kazandırmıştır.

NANO



Paul L. Richards
Metal atomlarını manipüle ederek nanoteknolojinin temelini atmıştır.



Mildred S. Dresselhaus
Karbon nanotüpleri konusundaki çalışmalarıyla bilinir.



Chad Mirkin
DNA nanoteknolojisi ve nanoskal ölçekte malzeme üretimi konularında önemli katkılarda bulunmuştur.

NANO

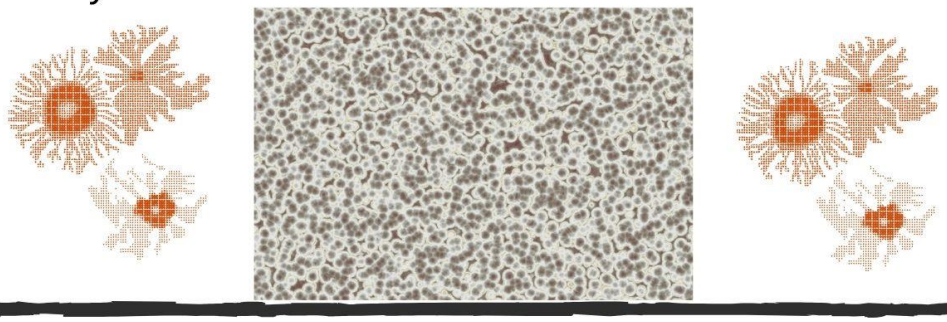
EK 11. Etkinlik 11



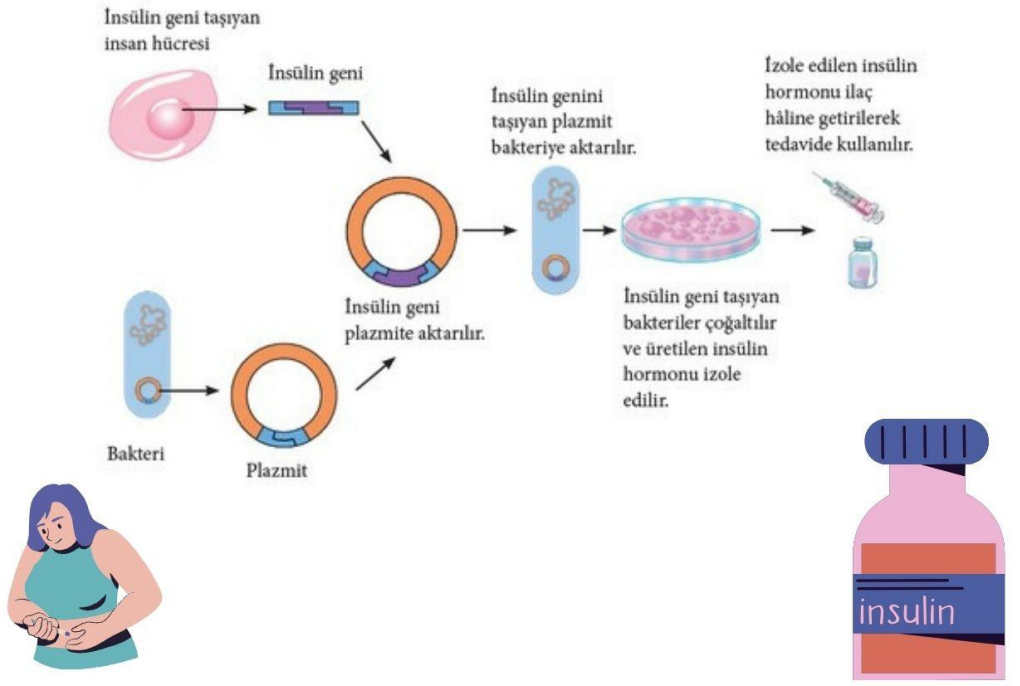


Biyologlar öncelikle tek hücrelilerin genetik yapısını değiştirmeyi hedefledi. Çünkü tek hücreli organizmalar çok hücrelilerden daha az gene sahipti. Kontrol etmesi daha kolaydı. Zaten bakteriler gen çeşitliliği sağlayıp hayatta kalma ihtimallerini artırmak için plazmit denilen halkasal DNA'larını değiş tokuş edebiliyorlardı.

Herbert Boyer ve Stanley Cohen bakterilerin DNA'nın belirli bir kısmını hedef alıp bu kısmı enzimler aracılığı ile kestiğini fark etti. Hatta bu savunmayı virüsleri etkisiz hale getirmekte de kullanıyorlardı. Boyer ve Cohen bu mekanizmayı istenilen özellikleri aktarmak için genleri hedef organizmanın genine dikmeyi önerdi. Benzer zamanda Paul Berg de virüsler arasında DNA kesip birleştirmek için enzimleri kullanmıştı. Fakat bu mekanizmanın canlı hücrede çalışıp çalışmayacağı bilinmiyordu.



Cohen bu tekniği test etmek için bir bakterinin plazmitindeki (halkasal DNA) antibiyotik direnci genini alıp başka bir bakteriye aktardı. Bakterinin antibiyotik direnci olduğu anlaşılınca tekniğin canlı hücrede de çalıştığı anlaşıldı. Bu teknik diyabet hastalarının tedavisinde insülin üretimi için kullanıldı. İnsülin, insana büyüme hormonu gibi proteinler bakterilere yerleştirilse bakterilerin hızlı bölünmesi sayesinde daha çok protein üretilebilirdi. Genetiği değiştirilmiş bakteriler insülin ve kan pıhtılaşma faktörü VIII çeşitli ilaçlar üretmek için kullanıldı.



BİTKİLERİ VE HAYVANLARI DEĞİŞTİRMEK

Bitki ve hayvanlarda gen taşımak için plazmitler veya mikroplardan yararlanılır. Bitkileri enfekte eden Agrobacterium bakteriden özellikle faydalanılmıştır. Genetikçiler değiştirmek istedikleri özelliklere ait geni bakteriye yükleyerek bitkiyi enfekte ettikten sonra istenilen özelliğin değişmesi sağlandı. 2000'li yıllarda bu teknik çocuklarda A vitamini eksikliğine bağlı körlüğü engellemek için kullanıldı. Pirince beta karoken pigmeti taşıyan gen, bakteri aracılığı ile gönderildi. Bitki enfekte olunca istenilen özellik değiştirilmiş oldu. İnsan vücudu beta karakoni a vitamine dönüştür.

BÖCEĞE DİRENÇLİ ÜRÜNLER

Ürünler onları yiyen tırtıllar gibi böceklere dirençli hale getirebilir. BT olarak kısaltılan B. Thuringiensis bakterisi tırtılların sindirim sisteminde kesin sivri uçlu kristaller oluşturan bir toksin oluşturur. Genetiği değiştirilmiş ilk BT mısırı, mısır kurdunu hedef almaktadır. Bilim insanları BT'deki toksinin üreten geni kopyalamış ve mısır bitkisinin genomuna eklemiştir.







HERBİSİTE DİRENÇLİ ÜRÜNLER

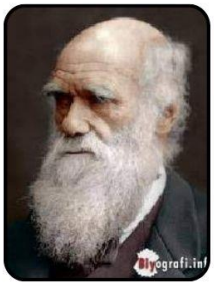
Herbisitler zararlı otları öldürürler. Eğer tarladaki ürünler herbisite karşı dirençliyse tüm tarlaya herbisit sıkılabilir. Glikofosfat bir çeşit herbisittir. İlk GDO'lu ürün herbiste karşı dayanıklı soya fasulyesidir.





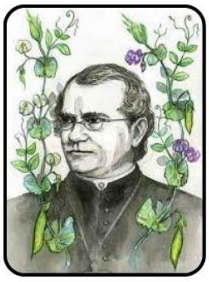


Charles Darwin
Bazı seçilmiş özelliklerin ya da daha iyi hallerinin bir sonraki nesilde ortaya çıkabileceğini biliyordu. Fakat nasıl geçtiği hakkında bir fikri yoktu,.





Gregor Mendel
Bazı fiziksel özelliklerin nesilden nesile belirli oranlarda aktarıldığını fark etti. Bu aktarımın sebebini görünmeyen faktör olarak ele aldı.



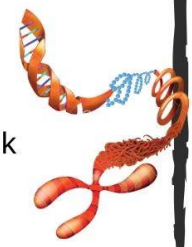
Wilhelm Johannsen
Mendel'in bulgularına dayanarak "görünmez yapıtaşarı" için ilk defa "gen" kelimesini kullandı.



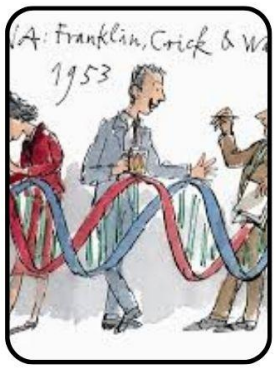




Osward Avery
Mendel'in görünmez faktörlerinin DNA'dan yapıldığını gösterdi. Genetik araştırmaların temelini attı.







James Watson Francis Crick Rosalind Franklin
Rosalind Franklin tarafından üretilen veriye dayanarak DNA'nın ikili sarmal modelini ortaya koydular.





Stanley Cohen Herbert Boyer
Genetik materyali bir organizmadan diğerine aktardılar. Deneyler önce iki bakteri arasında yapıldı. Sonra bir bakteriden kurbağa gen aktarıldı. Bu çalışma genetik mühendisliğin başlangıcı oldu.



Paul Berg
Türler arası gen transferi üzerine temel araştırmalar yaptı.

EK 12. CEDTDX İzin Belgesi

CORNELL ELEŞTİREL DÜŞÜNME TESTİ
Akademik Kullanım İzni

Sayı: Tarih:

Bu belge, Cornell Eleştirel Düşünme Testi'nin Türkiye'deki tüm yasal kullanım haklarına sahip Palindrom Bilim Kültür Eğitim Araştırma Uygulama Danışmanlık ve Ticaret Ltd. Şti. (Palindrom Eğitim ve Araştırma) tarafından, Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği ABD, TC kimlik numaralı doktora öğrencisi Gül İrem Özen'in *Seçilmiş Sosyobilimsel Konular Bağlamında Bilimsel Muhakeme ve Eleştirel Düşünme İlişkisinin İncelenmesi* isimli akademik çalışmasında Cornell Eleştirel Düşünme Testi Düzey X'in, ilgili mesafeli satış sözleşmesini imzaladıktan sonra, tamamının ya da bir kısmının uygulaması ve sonuçlarının kullanmasına dayalı olarak bahsi geçen çalışmasında beyan edilmek ya da ilgili kurumlara sunulmak üzere hazırlanmıştır.

Bu izin belgesi Gül İrem Özen'in 146 adet (yazıyla yüzkırkaltı) Cornell Eleştirel Düşünme Testi **Düzey X**'in bir (yazıyla bir) kez uygulanmasına ve Palindrom Eğitim ve Araştırma tarafından sunulan veri dosyasının araştırma analizlerinde kullanılmasına **İZİN VERİR**.

Bu izin belgesi, Cornell Eleştirel Düşünme Testi'nin; ticari amaçla kullanılmasına, soru ve/veya cevapların tamamının ya da bir kısmının yazılı olarak yayınlanmasına, 3. şahıslarla paylaşılmasına, geliştirilmesi, üretilmesi, dağıtılması, tanıtılması ve reklam edilmesine; tarz, format ve şekil ile içeriğine ilişkin alıntılara **İZİN VERMEZ**.

Palindrom Bilim Kültür Eğitim Araştırma
Uygulama Danışmanlık ve Ticaret Ltd. Şti.

EK 13. VOSI-E Anketi

1. Kuşlarla ilgilenen bir kişi, farklı yiyecekler ile beslenen yüzlerce değişik kuş çeşidini incelemiştir. Bu sırada benzer yiyecekler ile beslenen kuşların benzer gaga şekillerine sahip olma eğiliminde olduklarını fark etmiştir. Örneğin sert kabuklu yemişlerle beslenen kuşların kısa ve güçlü gagaları, böceklerle beslenenlerin ise uzun ve ince gagaları vardır. Kuşların gaga şekilleri ile beslendikleri yiyecek türleri arasında ilişki olup olmadığını merak eden araştırmacı, bu soruya cevap vermek için veri toplamaya başlamıştır. Araştırmacı kuşların gaga şekilleri ile beslendikleri yiyecek türleri arasında bir ilişki olduğu sonucuna varmıştır.

A. Bu kişinin yaptığı araştırmanın bilimsel olduğunu düşünüyor musunuz? Lütfen verdiğiniz cevabın nedenini açıklayınız.

- Eğer cevabınız havır ise, lütfen bilimsel araştırma yapmak için neden sadece bir yöntem olduğunu açıklayınız.

- Eğer cevabınız evet ise, lütfen farklı bilimsel yöntemleri takip eden iki araştırmayı tarif ediniz, bu yöntemlerin nasıl farklılaştığını ve ikisinin de neden hala bilimsel sayılabileceğini açıklayınız.

2. İki öğrenciye, bilimsel araştırmaların her zaman bilimsel bir soru ile başlamak zorunda olup olmadığı sorulmuştur. Öğrencilerden biri "evet", diğeri ise "hayır" yanıtı vermiştir. Siz hangi öğrenciye katılıyorsunuz, neden?

(a) Eğer farklı bilim adamları aynı soruyu sorup, veri toplamak için aynı süreçleri takip ediyorsa, araştırma sonunda aynı sonuçlara ulaşmaları gerekir mi? Lütfen verdiğiniz cevabın nedenini açıklayınız.

(b) Eğer farklı bilim adamları aynı soruyu sorup, veri toplamak için farklı süreçleri takip ediyorsa, araştırma sonunda aynı sonuçlara ulaşmaları gerekir mi? Lütfen verdiğiniz cevabın nedenini açıklayınız.

3. "Veri" ve "delil" birbirinden farklı mıdır? Lütfen açıklayınız.

4. İki grup bilim insanı bir gün laboratuvarlarına doğru yürürken lastiği patlamış bir arabanın ekildiğini gördüler. Hepsinin aklına "Belirli markalara aitlastiklerin patlama olasılıkları daha yüksek midir?" sorusu geldi.

A. araştırma grubu laboratuvara gittiklerinde farklı markalara ait lastiklerin performansını tek bir yol yüzey tipinde test ettiler.

B. araştırma grubu laboratuvara gittiklerinde bir markaya ait lastiği üç farklı yol yüzey tipinde test ettiler.

Hangi grubun izlediği araştırma sürecinin neden diğerinden daha iyi olduğunu Açıklayınız.

5. Aşağıda veri tablosu, bıtkının bır hafta sürecındekı büyüme mıktarı ıle o hafta içerisinde maruz kaldığı günlük ışık süresi arasındaki ilişkiyi göstermektedir.

Bir günde alınan ışık süresi (dk.)	**Bitkinin bir haftalık büyümesi/uzaması (cm)**
0	25
5	20
10	15
15	5
20	10
25	0

Bu verilerden yola çıkarak, aşağıda verilen sonu lardan hangisine katıldığınızı ve

Bunun nedenini açıklayınız.

Lütfen birini daire içine alınız:

a) Bitkiler daha fazla gün ışığı aldıklarında daha çok uzarlar.

b) Bitkiler daha az gün ışığı aldıklarında daha çok uzarlar.

c) Bitkilerin büyümesi gün ışığı ile ilişkili değildir.

Lütfen seçtiğiniz sonucu açıklayınız.

6. Bir grup bilim insanı tarafından fosilleşmiş dinozor kemikleri bulunmuştur. Bu kemikler aşağıda görüldüğü gibi iki farklı iskelet oluşturacak şekilde bir araya getirilmiştir.

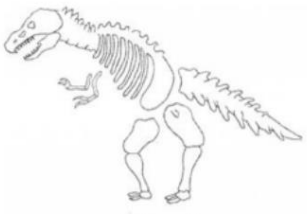


Figure 1

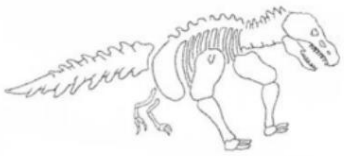


Figure 2

a. Sizce neden birçok bilim insanı şekil-1deki hayvan iskeletindeki kemik dizilişinin ve düzeninin en doğru (en olası) olduğunu düşünüyor. En az iki neden ortaya koyarak açıklayınız.

Yukarıdaki soruya verdiğiniz cevabı düşündüğünüzde, bilim insanlarının kendi sonuçlarını açıklarken ne tür bilgiler kullandıklarını söyleyebilirsiniz.

EK 14. Etik Kurul İzin Belgesi

Evrak Tarih ve Sayısı: 24.09.2021-E.172397

T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
Etik Komisyonu

Sayı : E-77082166-302.08.01-172397 24.09.2021
Konu : Bilimsel ve Eğitim Amaçlı

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

Üniversitemiz Eğitim Bilimleri Enstitüsü Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı **Doktora Öğrencisi Gül İrem ÖZEN'in, Prof.Dr.Mahmut SELVİ'nin** danışmanlığında yürüttüğü ***"Seçilmiş Sosyobilimsel Konular Bağlamında Bilimsel Muhakeme ve Eleştirel Düşünme İlişkisinin incelenmesi"*** adlı tez çalışması ile ilgili konu Komisyonumuzun **21.09.2021** tarih ve **14** sayılı toplantısında görüşülmüş olup,

İlgilinin çalışmasının, yapılması planlanan yerlerden izin alınması koşuluyla yapılmasında etik açıdan bir sakınca bulunmadığına oybirliği ile karar verilmiş ve karara ilişkin imza listesi ekte gönderilmiştir.

Bilgilerinizi rica ederim.

Araştırma Kod No: 2021 - 871

Prof. Dr. İsmail KARAKAYA
Komisyon Başkanı

Ek:1 Liste
DAĞITIM
Gereği:
Sayın Prof. Dr. Mahmut SELVİ

Bilgi:
Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne

Bu belge,güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

EK 15. MEB İzin Belgesi

Evrak Tarih ve Sayısı: 04.07.2022-E.404074

Evrak Tarih ve Sayısı: 04.07.2022-E.403966

T.C.
ANKARA VALİLİĞİ
Milli Eğitim Müdürlüğü

Sayı : E-14588481-605.99-53213959 01.07.2022
Konu : Araştırma İzni

GAZİ ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜNE
(Öğrenci İşleri Daire Başkanlığı)

İlgi: a) MEB Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğünün 2020/2 sayılı Genelgesi.
b) 27.06.2022 tarihli ve 397053 sayılı yazınız.

Üniversiteniz Eğitim Bilimleri Enstitüsü doktora öğrencisi Gül İrem ÖZEN'in **"Seçilmiş Sosyabilimsel Konular Bağlamında Bilimsel Muhakeme ve Eleştirel Düşünme İlişkisinin İncelenmesi"** konulu çalışması kapsamında İlimize bağlı resmi ortaokullarda ve Bilim Sanat Merkezlerinde uygulama yapma talebi ilgi (a) Genelge çerçevesinde incelenmiştir.

Yapılan inceleme sonucunda, söz konusu araştırmanın Müdürlüğümüzde muhafaza edilen ölçme araçlarının; Türkiye Cumhuriyeti Anayasası, Milli Eğitim Temel Kanunu ile Türk Milli Eğitiminin genel amaçlarına uygun olarak, ilgili yasal düzenlemelerde belirtilen ilke, esas ve amaçlara aykırılık teşkil etmeyecek, eğitim-öğretim faaliyetlerini aksatmayacak şekilde okul ve kurum yöneticilerinin sorumluluğunda, gönüllülük esasına göre uygulanması Müdürlüğümüzce uygun görülmüştür.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

Harun FATSA
Vali a.
Milli Eğitim Müdürü

Ek: Uygulama Araçları (21 Sayfa)

Dağıtım:
Gereği: Bilgi:
Gazi Üniversitesi B Planı

Bu belge,güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

EK 16. Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu

Öğrenciler için Soruları

1. CRISPR/cas9 gen düzenleme tekniği ile insan tohum hattına müdahale edilmesini destekliyor musunuz? Destekleyip desteklememe sebebinizi açıklayınız?
2. Nanoteknoloji ile üretilmiş malzemelerin günlük hayatta kullanılasını destekliyor musunuz? Destekleyip desteklememe sebebinizi açıklayınız?
3. GDO'lu ürünlerin günlük hatta kullanılmasını destekliyor musunuz? Destekleyip desteklememe sebebinizi açıklayınız?
4. Bilim insanlarının fikir birliğinde olmadığı bilim ile ilgili konuları konuşuyor olmak size kendinizi nasıl hissettirdi? Bu şekilde hissetme sebebinizi açıklayabilir misiniz?
5. Arkadaşların ile farklı görüşte olmanız size kendinizi nasıl hissettirdi? Bu şekilde hissetme sebebinizi açıklayabilir misiniz?
6. Arkadaşların ile aynı görüşte olmanız size kendinizi nasıl hissettirdi? Bu şekilde hissetme sebebinizi açıklayabilir misiniz?
7. Sosyobilimsel konular ile ilgili yapılan etkinliklerden en kolay bulduğunuz hangisiydi? Neden bu etkinliği kolay buldunuz?
8. Sosyobilimsel konular ile ilgili yapılan etkinliklerden en zor bulduğunuz hangisiydi? Neden bu etkinliği zor buldunuz?
9. Sosyobilimsel konular ile ilgili yapılan etkinlikler esnasında akranlarınız ile problem yaşadığınız durumlar oldu mu? Oldu ise problem yaşadığınız durumu açıklayabilir misiniz?
10. Sosyobilimsel konular ile ilgili fikir birliği olmayan deneyimler size kendinizi nasıl hissettirdi? Bu şekilde hissetme sebebinizi açıklayabilir misiniz?

Öğretmenler İçin Sorular

1. Sosyobilimsel konu temelli öğretimi uygularken sınıf dinamiklerinde değişiklikler yaşadığınız mı? Yaşadıysanız bu değişikler nelerdi?
2. Yapılan etkinlikleri tekrar uygulasaydınız nasıl değişikler yapardınız?
3. Öğrencilerin sosyobilimsel konular ile ilgili etkinlikleri yaparken en çok nerede zorlandığını düşünüyorsunuz? Açıklayabilir misiniz?
4. Öğrencilerin sosyobilimsel konular ile ilgili etkinlikleri yaparken kolay bulduklarını düşündüğünüz kısım hangisiydi? Açıklayabilir misiniz?



GAZİLİ OLMAK AYRICALIKTIR...