
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
Gazi
1926

FEN BİLGİSİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ SİSTEMSEL DÜŞÜNME BECERİLERİNİN VE SOSYOBİLİMSEL MUHAKEME BECERİLERİNİN ANALİZİ

Ece Yılmaz

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANA BİLİM DALI

FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ BİLİM DALI

GAZİ ÜNİVERSİTESİ

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MAYIS, 2025

TELİF HAKKI VE TEZ FOTOKOPİ İZİN FORMU

Bu tezin tüm hakları saklıdır. Kaynak göstermek koşuluyla tezin teslim tarihinden itibaren altı (6) ay sonra tezden fotokopi çekilebilir.

YAZARIN

Adı: Ece

Soyadı: Yılmaz

Bölümü: Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi

İmza:

Teslim tarihi:

TEZİN

Türkçe Adı: Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Sistemsel Düşünme Becerilerinin ve Sosyobilimsel Muhakeme Becerilerinin Analizi

İngilizce Adı: Analyzing Pre-Service Science Teachers' Systems Thinking Skills and Socioscientific Reasoning 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.

Yazarın Adı Soyadı: Ece Yılmaz

İmza:

JÜRİ ONAY SAYFASI

Ece Yılmaz tarafından hazırlanan "Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Sistemsel Düşünme Becerilerinin ve Sosyobilimsel Muhakeme Becerilerinin Analizi" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Gazi Üniversitesi Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Mahmut Selvi
(Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi) ……..

Başkan: Doç. Dr. Mücahit Köse
(Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı, Alanya
Alaaddin Keykubat Üniversitesi) ……..

Üye: Dr. Öğretim Üyesi Meltem Irmak
(Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi) ……..

Tez Savunma Tarihi: 21/05/2025

Bu tezin Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olması için şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

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

Aileme

TEŞEKKÜR

Meslek hayatıma başladığım ilk günden beri her konuda sonsuz desteğini hissettiğim, bilgisi ve güveniyle beni her zaman motive eden çok değerli danışmanım sayın hocam Prof. Dr. Mahmut SELVİ'ye içten teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

Değerli görüşleri ve desteği ile çalışmama katkıda bulunan hocam Dr. Sinem DEMİRCİ'ye ve lisans ve yüksek lisans eğitimim boyunca bana çok şey katan, ufkumu genişleten hocam Prof. Dr. Ceren ÖZTEKİN'e,

Her zaman bana inanan, güven ve anlayış ile yanımda olan, sevgileriyle beni güçlendiren ve desteğini hiç eksik etmeyen sevgili anneme, sevgili babama ve tüm aileme,

Destekleriyle daima yanımda olan, her türlü soruma içtenlikle yanıt bulduğum canım hocalarım Dr. Öğretim Üyesi Meltem IRMAK'a, Dr. Öğretim Üyesi Hilal YANIŞ KELLECİ'ye ve Arş. Gör. Dr. Elif YALVAÇ ERTUĞRUL'a,

Tez sürecinde de her zaman olduğu gibi desteği ve güveniyle yanımda olan Irmak KAPLAN'a, desteğinden ötürü İrem BAŞKAN'a, 7 sene boyunca koşulsuz sevgisini hissettiğim ancak artık aramızda olmayan can dostum Duman'a ve anlayış ve sevgi dolu desteği ile yanımda olan Fatih Selçuk KALEMCİ 'ye,

Tez çalışmama katılan tüm öğrencilere katkılarından ötürü teşekkür ederim.

FEN BİLGİSİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ SİSTEMSEL DÜŞÜNME BECERİLERİNİN VE SOSYOBİLİMSEL MUHAKEME BECERİLERİNİN ANALİZİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Ece Yılmaz
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Mayıs 2025

ÖZ

Bu araştırmanın amacı, fen bilgisi öğretmen adaylarının sistemsel düşünme becerilerini ve sosyobilimsel muhakeme becerilerini ve aralarındaki ilişkiyi analiz etmektir. Katılımcılar Ankara ilinde bulunan bir devlet üniversitesindeki farklı sınıf seviyelerindeki fen bilgisi öğretmen adaylarıdır. Dokuz basamaktan oluşan Hiyerarşik Sistemsel Düşünme Modeli araştırmanın temelini oluşturmaktadır. On altı kişi ile yürütülen araştırmada veriler Sosyobilimsel Muhakemenin Nicel Değerlendirilmesi (QuASSR) Ölçeği, kavram haritası ve yarı yapılandırılmış görüşmeler ile elde edilmiştir. Katılımcıların sosyobilimsel muhakeme becerilerini ölçmek amacıyla QuASSR kullanılmıştır. Sistemsel düşünme becerisinin ilk altı basamağını ölçmek için ise QuASSR ölçeğinde yer alan sosyobilimsel senaryo hakkında katılımcılar tarafından çizilen kavram haritaları araştırmacı tarafından geliştirilen rubrik ile değerlendirilmiştir. Sistemsel düşünme becerisinin son üç basamağını ölçmek için gerçekleştirilen yarı yapılandırılmış görüşmeler önce tematik analiz ile ardından araştırmacı tarafından geliştirilen bir diğer rubrik ile analiz edilmiştir. Araştırma sonunda fen bilgisi öğretmen adaylarının sosyobilimsel muhakeme becerilerinin orta düzeyde olduğu, en yüksek beceri gösterdikleri alt boyutun bakış açısı edinme ve en düşük

beceri gösterdikleri alt boyutun şüphecilik olduğu bulunmuştur. Sistemsel düşünme becerilerinin ise gelişmekte olan düzeyinde olduğu ve en yüksek beceri gösterdikleri basamağın sistemin bileşenlerini tanıma ve en düşük beceri gösterdikleri basamakların sistem içindeki dinamik ilişkileri tanıma ve sistemin döngüsel doğasını anlama olduğu sonucuna varılmıştır. Katılımcıların sistemsel düşünme becerilerinin hiyerarşik bir şekilde ilerlemediği ve sosyobilimsel muhakeme beceri düzeyleri ile sistemsel düşünme beceri düzeylerinin orta-gelişmekte olan şeklinde ilerlediği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: sistemsel düşünme becerisi, sosyobilimsel muhakeme, sosyobilimsel senaryo
Sayfa Adedi: xxi+171
Danışman: Prof. Dr. Mahmut Selvi

ANALYZING PRE-SERVICE SCIENCE TEACHERS' SYSTEMS THINKING SKILLS AND SOCIOSCIENTIFIC REASONING SKILLS

(M.S. Thesis)

Ece Yılmaz

GAZI UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF EDUCATIONAL SCIENCES

May 2025

ABSTRACT

The purpose of this study is to analyze pre-service science teachers' systems thinking skills and socioscientific reasoning skills and the relationship between them. The participants were pre-service science teachers at different grade levels at a state university in Ankara. The nine-step Hierarchical Systems Thinking Model formed the basis of the research. In the study conducted with 16 participants, data were obtained through Quantitative Assessment of Socioscientific Reasoning (QuASSR) Scale, concept map and semi-structured interviews. In order to measure the socioscientific reasoning skills of the participants, the QuASSR was analysed in line with the framework specified in the literature, the concept map drawn about the socioscientific scenario included in the scale to measure the first six steps of the systems thinking skill was analysed with the rubric developed by the researcher, and the semi-structured interviews conducted to measure the last three steps of the systems thinking skill were analysed first by thematic analysis and then by another rubric developed by the researcher. At the end of the research, it was concluded that pre-service science teachers' socioscientific reasoning skills were at the intermediate level, the sub-dimension in which they showed the highest skill was perspective taking and the sub-dimension in which they showed the lowest skill was

scepticism, their systems thinking skills were at the developing level and the step in which they showed the highest skill was recognising the components of the system and the steps in which they showed the lowest skill were recognising the dynamic relationships within the system and understanding the cyclic nature of the system. It was determined that the participants' systems thinking skills did not progress in a hierarchical manner and that their socioscientific reasoning skill levels and systems thinking skill levels progressed as intermediate-developing.

Keywords: systems thinking skills, socioscientific reasoning, socioscientific scenario
Number of Pages: xxi+171
Supervisor: Prof. Dr. Mahmut Selvi

İÇİNDEKİLER

TELİF HAKKI VE TEZ FOTOKOPİ İZİN FORMU i
ETİK İLKELERE UYGUNLUK BEYANI ii
JÜRİ ONAY SAYFASI iii
TEŞEKKÜR v
ÖZ vi
ABSTRACT viii
İÇİNDEKİLER x
TABLOLAR LİSTESİ xvi
ŞEKİLLER LİSTESİ xix
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ xxi
BÖLÜM I 1
GİRİŞ 1
1.1 Problem Durumu 1
1.2 Araştırmanın Amacı 4
1.3 Araştırma Sorusu 4
1.4 Alt Problemler 4
1.5 Araştırmanın Önemi 4
1.6 Varsayımlar 5
1.7. Sınırlılıklar 6
1.8 Tanımlar 6

BÖLÜM II 7

KURAMSAL ÇERÇEVE 7

2.1 Sistem 7

2.2 Sistemsel Düşünme Becerisi 7

2.3. Sistemsel Düşünme Becerisi Modelleri 8

2.4 Sistemsel Düşünme Becerisi ile İlgili Çalışmalar 10

2.4.1 Kavram Haritası Kullanılan Çalışmalar 11

2.4.2 Modelleme ve Teknoloji Tabanlı Faaliyetler Kullanılan Çalışmalar 12

2.4.3 Çevre Eğitimi Bağlamında Yapılan Çalışmalar 15

2.5 Sosyobilimsel Konu 20

2.5.1 Sosyobilimsel Konu Bağlamında Yapılan Çalışmalar 20

2.6 Sosyobilimsel Muhakeme 21

2.6.1 Sosyobilimsel Muhakeme ile İlgili Yapılan Çalışmalar 22

BÖLÜM III 26

YÖNTEM 26

3.1. Araştırmanın Modeli 26

3.2 Katılımcılar 27

3.3. Veri Toplama Araçları 28

3.3.1 Kişisel Bilgi Formu 28

3.3.2. Sosyobilimsel Muhakemenin Nicel Değerlendirmesi Ölçeği 28

3.3.3. Kavram Haritası Çizim Kâğıdı 29

3.3.4. Yarı-Yapılandırılmış Görüşme Soruları 29

3.4 Araştırma Uygulama Süreci 30

3.4.1 Pilot Uygulama Süreci 30

3.4.2 Uygulama Süreci 31

3.5 Verilerin Analizi.....32

3.5.1 Kişisel Bilgi Formu Aracılığıyla Elde Edilen Verilerin Analizi.....33

3.5.2 Sosyobilimsel Muhakemenin Nicel Değerlendirmesi Ölçeği Aracılığıyla Elde Edilen Verilerin Analizi.....33

3.5.3 Kavram Haritası Çizimi Aracılığıyla Elde Edilen Verilerin Analizi 34

3.5.4 Yarı-Yapılandırılmış Görüşme Soruları Aracılığıyla Elde Edilen Verilerin Analizi.....40

3.6. Geçerlik ve Güvenirlik 40

BÖLÜM IV..... 42

BULGULAR..... 42

4.1 Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Sistem Tanımlarına Dair Bulgular.....42

4.2 Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Sosyobilimsel Muhakeme Becerilerine Dair Bulgular 46

4.2.1 Karmaşıklık Alt Boyutuna Dair Bulgular 48

4.2.2 Bakış Açısı Edinme Alt Boyutuna Dair Bulgular 49

4.2.3 Sorgulama Alt Boyutuna Dair Bulgular 49

4.2.4 Şüphecilik Alt Boyutuna Dair Bulgular.....50

4.3 Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Sistemsel Düşünme Beceri Düzeylerine Dair Bulgular 51

4.3.1 SDB-1 Sistemin Bileşenleri Tanıma Basamağına Dair Bulgular.....52

4.3.1.1 Yeni Ortaya Çıkan Düzeyine Ait Örnek Kavram Haritası.....54

4.3.1.2 Gelişmekte Olan Düzeyine Ait Örnek Kavram Haritası.....56

4.3.1.3 Gelişmiş Düzeyine Ait Örnek Kavram Haritası 59

4.3.2 SDB-2 Sistem İçindeki Süreçleri Tanıma Basamağına Dair Bulgular.....60

4.3.2.1 Farkındalık Yok Düzeyine Ait Örnek Kavram Haritası 62

4.3.2.2 Yeni Ortaya Çıkan Düzeyine Ait Örnek Kavram Haritası.....62

4.3.2.3 Gelişmekte Olan Düzeyine Ait Örnek Kavram Haritası.....63

4.3.2.4 Gelişmiş Düzeyine Ait Örnek Kavram Haritası 65

4.3.3 SDB-3 Sistemin Bileşenleri Arasındaki İlişkileri Tanıma Basamağına Dair Bulgular 66

4.3.3.1 Farkındalık Yok Düzeyine Ait Örnek Kavram Haritası 67
4.3.3.2 Yeni Ortaya Çıkan Düzeyine Ait Örnek Kavram Haritası 68
4.3.3.3 Gelişmekte Olan Düzeyine Ait Örnek Kavram Haritası 69
4.3.3.4 Gelişmiş Düzeyine Ait Örnek Kavram Haritası 70

4.3.4 SDB-4 Sistemin Bileşenlerini ve Süreçlerini İlişkiler Çerçevesinde Organize Etme Basamağına Dair Bulgular 72

4.3.4.1 Farkındalık Yok Düzeyine Ait Örnek Kavram Haritası 73
4.3.4.2 Yeni Ortaya Çıkan Düzeyine Ait Örnek Kavram Haritası 75
4.3.4.3 Gelişmekte Olan Düzeyine Ait Örnek Kavram Haritası 76
4.3.4.4 Gelişmiş Düzeyine Ait Örnek Kavram Haritası 78

4.3.5 SDB-5 Sistem İçindeki Dinamik İlişkileri Tanıma Basamağına Dair Bulgular 79

4.3.5.1 Farkındalık Yok Düzeyine Ait Örnek Kavram Haritası 80
4.3.5.2 Yeni Ortaya Çıkan Düzeyine Ait Örnek Kavram Haritası 82
4.3.5.3 Gelişmekte Olan Düzeyine Ait Örnek Kavram Haritası 83

4.3.6 SDB-6 Sistemin Döngüsel Doğasını Anlama Basamağına Dair Bulgular 84

4.3.6.1 Farkındalık Yok Düzeyine Ait Örnek Kavram Haritası 86
4.3.6.2 Yeni Ortaya Çıkan Düzeyine Ait Örnek Kavram Haritası 88
4.3.6.3 Gelişmekte Olan Düzeyine Ait Örnek Kavram Haritası 89

4.3.7 SDB-7 Genellemeler Yapma Basamağına Dair Bulgular 90

4.3.7.1 Farkındalık Yok Düzeyine Ait Bulgular 91
4.3.7.2 Yeni Ortaya Çıkan Düzeyine Ait Bulgular 92

4.3.8 SDB-8 Sistemin Gizli Boyutlarını Anlama Basamağına Dair Bulgular ... 94

4.3.8.1 Yeni Ortaya Çıkan Düzeyine Dair Bulgular 95
4.3.8.2 Gelişmekte Olan Düzeyine Dair Bulgular 96

4.3.9 SDB-9 Zamansal Düşünme: Geçmiş ve Gelecek Basamağına Dair Bulgular 99

4.3.9.1 Farkındalık Yok Düzeyine Dair Bulgular 100
4.3.9.2 Yeni Ortaya Çıkan Düzeyine Dair Bulgular 101
4.3.9.3 Gelişmekte Olan Düzeyine Dair Bulgular 103

4.3.10 Sistemsel Düşünme Beceri Düzeyi Hiyerarşisi 105

4.4 Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Sistemsel Düşünme Beceri Düzeyleri ile Sosyobilimsel Muhakeme Becerileri Arasındaki İlişkiye Dair Bulgular 106

4.4.1 Sistemsel Düşünme Becerisi ve Karmaşıklık Alt Boyutu Arasındaki İlişkiye Dair Bulgular 107

4.4.2 Sistemsel Düşünme Becerisi ve Bakış Açısı Edinme Alt Boyutu Arasındaki İlişkiye Dair Bulgular 109

4.4.3 Sistemsel Düşünme Becerisi ve Sorgulama Alt Boyutu Arasındaki İlişkiye Dair Bulgular 110

4.4.4 Sistemsel Düşünme Becerisi ve Şüphecilik Alt Boyutu Arasındaki İlişkiye Dair Bulgular 112

BÖLÜM V 114

SONUÇ, TARTIŞMA ve ÖNERİLER 114

5.1 Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Sistem Tanımlarına Dair Sonuçlar 114

5.2. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Sosyobilimsel Muhakeme Becerilerine Dair Sonuçlar 115

5.3 Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Sistemsel Düşünme Beceri Düzeylerine Dair Sonuçlar 116

5.4 Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Sistemsel Düşünme Beceri Düzeyleri ile Sosyobilimsel Muhakeme Becerileri Arasındaki İlişkiye Dair Sonuçlar 120

5.5 Tartışma ve Yorum 121

5.5.1 Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Sistem Tanımlarına Yönelik Tartışma ve Yorum 122

5.5.2 Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Sosyobilimsel Muhakeme Düzeylerine Yönelik Tartışma ve Yorum **123**

5.5.3 Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Sistemsel Düşünme Beceri Düzeylerine Yönelik Tartışma ve Yorum **124**

5.5.4 Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Sosyobilimsel Muhakeme ve Sistemsel Düşünme Beceri Düzeyleri Arasındaki İlişkiye Yönelik Tartışma ve Yorum **127**

5.6 Öneriler **128**

KAYNAKLAR **129**

EKLER **139**

EK 1. Kişisel Bilgi Formu **140**

Ek-2 Ölçek Kullanım İzni **141**

Ek-3 Sosyobilimsel Muhakemenin Nicel Değerlendirilmesi Ölçeği (QuASSR) **142**

Ek-4 Kavram Haritası Çizim Kâğıdı **158**

Ek-5 Yarı-Yapılandırılmış Görüşme Soruları **159**

Ek-6 Gönüllü Olur Formu **160**

Ek-7 Etik Kurul İzni **161**

Ek-8 Katılımcılar için Tez Yönergesi **162**

Ek-9 Kavram Haritası Değerlendirme Rubriği **170**

Ek-10 Yarı Yapılandırılmış Görüşme Soruları Değerlendirme Rubriği **171**

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1 *Hiyerarşik Sistemsel Düşünme Modeli* 8
Tablo 2 *Kavram Haritası Kullanılan Çalışmaların Özeti* 12
Tablo 3 *Modelleme ve Teknoloji Tabanlı Faaliyetler Kullanılan Çalışmaların Özeti* 15
Tablo 4 *Çevre Eğitimi Bağlamında Yapılan Çalışmaların Özeti* 19
Tablo 5 *Sosyobilimsel Konu Bağlamında Yapılan Çalışmaların Özeti* 21
Tablo 6 *Katılımcılara Ait Demografik Bilgiler* 27
Tablo 7 *Yarı Yapılandırılmış Görüşme Soruları ve Ölçülmesi Hedeflenen SDB Basamağı* 30
Tablo 8 *Pilot Uygulama Katılımcılarının Demografik Bilgileri* 31
Tablo 9 *Veri Analizine Dair Detaylar* 33
Tablo 10 *Rubrik Geliştirme Basamakları* 35
Tablo 11 *Pavilion Wyoming'teki Hidrolik Kırılma Senaryosu Bağlamında Sistemsel Düşünme Becerisi Basamakları* 36
Tablo 12 *Katılımcıların Sistem Tanımlarına Dair Frekans Tablosu* 43
Tablo 13 *Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Etkileşim Temasına Ait İfadeleri* 44
Tablo 14 *Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Süreç Temasına Ait İfadeleri* 45
Tablo 15 *Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Yapı Temasına Ait İfadeleri* 46
Tablo 16 *Sosyobilimsel Muhakeme Becerisi Betimsel İstatistik Sonuçları* 47
Tablo 17 *Katılımcıların Sosyobilimsel Muhakeme Becerileri* 47
Tablo 18 *Karmaşıklık Alt Boyutu* 48
Tablo 19 *Bakış Açısı Edinme Alt Boyutu* 49

Tablo 20 *Sorgulama Alt Boyutu*.....50
Tablo 21 *Şüphecilik Alt Boyutu*.....51
Tablo 22 *Katılımcıların Sistemsel Düşünme Beceri Düzeyleri*.....52
Tablo 23 *SDB-1 Frekans Tablosu*.....54
Tablo 24 *SDB-2 Frekans Tablosu*.....61
Tablo 25 *SDB-3 Frekans Tablosu*.....67
Tablo 26 *SDB-4 Frekans Tablosu*.....73
Tablo 27 *SDB-5 Frekans Tablosu*.....80
Tablo 28 *SDB-6 Frekans Tablosu*.....86
Tablo 29 *SDB-7 Frekans Tablosu*.....91
Tablo 30 *Katılımcının SDB-7'ye Dair İfadesi: Farkındalık Yok*.....92
Tablo 31 *Katılımcıların SDB-7'ye Dair İfadesi: Yeni Ortaya Çıkan*.....93
Tablo 32 *SDB-8 Frekans Tablosu*.....95
Tablo 33 *Katılımcıların SDB-8'e Dair İfadesi: Yeni Ortaya Çıkan*.....96
Tablo 34 *Katılımcıların SDB-8'e Dair İfadesi: Gelişmekte Olan*.....97
Tablo 35 *SDB-9 Frekans Tablosu*.....100
Tablo 36 *Katılımcının SDB-9'a Dair İfadesi: Farkındalık Yok*.....100
Tablo 37 *Katılımcının SDB-9'a Dair İfadesi: Yeni Ortaya Çıkan*.....102
Tablo 38 *Katılımcının SDB-9'a Dair İfadesi: Gelişmekte Olan*.....104
Tablo 39 *Katılımcıların Hiyerarşik Sistemsel Düşünme Beceri Düzeyleri*.....105
Tablo 40 *Katılımcıların Sistemsel Düşünme Becerisi ve Sosyobilimsel Muhakeme Düzeyleri*.....106
Tablo 41 *Katılımcıların Sistemsel Düşünme Becerisi ve Karmaşıklık Alt Boyutu Düzeyleri*.....108
Tablo 42 *Katılımcıların Sistemsel Düşünme Becerisi ve Bakış Açısı Edinme Alt Boyutu Düzeyleri*.....109

Tablo 43 *Katılımcıların Sistemsel Düşünme Becerisi ve Sorgulama Alt Boyutu Düzeyleri* 111
Tablo 44 *Katılımcıların Sistemsel Düşünme Becerisi ve Şüphecilik Alt Boyutu Düzeyleri* 112
Tablo 45 *Katılımcıların Sistemsel Düşünme Becerileri ile Sosyobilimsel Muhakemeleri Arasındaki İlişki* 121
Tablo 46 *Su Döngüsü için Sistemsel Düşünme Becerisi Basamakları* 165

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Hiyerarşik sistemsel düşünme modeli....9
Şekil 2. Sistem düşüncesi modeli....10
Şekil 3. Rubrik geliştirme süreci....34
Şekil 4. Fen bilgisi öğretmen adaylarının sistem tanımlarına göre oluşturulan kod bulutu....44
Şekil 5. K-3'e ait kavram haritası....55
Şekil 6. K-2'ye ait kavram haritası....56
Şekil 7. K-1'e ait kavram haritası....58
Şekil 8. K-4'e Ait Kavram Haritası....59
Şekil 9. K-12'ye ait kavram haritası....62
Şekil 10. K-11'e ait kavram haritası....63
Şekil 11. K-5'e ait kavram haritası....64
Şekil 12. K-13'e ait kavram haritası....65
Şekil 13. K-10'a ait kavram haritası....68
Şekil 14. K-8'e ait kavram haritası....69
Şekil 15. K-7'ye ait kavram haritası....70
Şekil 16. K-9'a ait kavram haritası....75
Şekil 17. K-14'e ait kavram haritası....78
Şekil 18. K-15'e ait kavram haritası....82
Şekil 19. K-6'ya ait kavram haritası....84
Şekil 20. K-16'ya ait kavram haritası....89

Şekil 21. Hiyerarşik kavram haritası örneği 167
Şekil 22. Hiyerarşik olmayan kavram haritası örneği 169

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

ADDIE	Analysis Design Development Implementation Evaluation
BMJK	Birleşik Devletler Jeoloji Kurumu
EPA	Çevre Koruma Ajansı
MEB	Millî Eğitim Bakanlığı
NRC	The National Research Counsil
PISA	Programme for International Student Assessment
SBM	Sosyobilimsel Muhakeme
SDB	Sistemsel Düşünme Becerisi
STEM	Science Technology Engineering Mathematics
TIMMS	Trends in International Mathematics and Science Study
QuASSR	Quantitative Assessment of Socioscientific Reasoning

BÖLÜM I

GİRİŞ

Bu bölümde araştırma ile ilgili problem durumuna, problem cümlesine, alt problemlere, araştırmanın amacına, önemine, araştırmanın varsayımlarına, sınırlılıklarına ve araştırmada kullanılan bazı kavramlar ile ilgili tanımlara yer verilmiştir.

1.1 Problem Durumu

Sistem, belirli bir hedef ya da amaca ulaşmak amacıyla etkileşim içinde bulunan ve birbirleriyle ilişkili bileşenlerin oluşturduğu bir bütündür. Sistem için bilinen en eski tanımlardan birisi Bertalanffy (1950) tarafından yapılmıştır. Bertalanffy (1950) sistemi karşılıklı ilişkiler kuran ögeler olarak tanımlamıştır ve ögeler arasındaki ilişkilerin ve etkileşimlerin önemine vurgu yapmıştır. Sistem, yalnızca parçalardan oluşmamakta, bu parçalar arasındaki ilişkilerle ve etkileşimlerle de tanımlanmaktadır. Simpson & Simpson (2003) tarafından yapılan sistem, bir dizi nesne üzerinde eşleşen ilişkidir tanımı da bunu desteklemektedir.

Sistem, basit ve kompleks olarak iki farklı düzeyde ele alınabilir. Basit sistemler sınırlı sayıda bileşen ile ifade edilip lineer ilişkiler sergiler. Kompleks sistemler ise bileşenler arasındaki etkileşimlerle ifade edilen, lineer olmayan ilişkiler sergileyen ve değişkenlik içeren sistemlerdir. Kompleks sistemlerin anlaşılması büyük önem taşımaktadır. Bu sistemleri anlamak için farklı yöntemler ve beceriler kullanılabilir. Örneğin Jun, Jacobson ve Swisher (1999) tarafından simülasyon modelleri kullanımının, kompleks sistemleri anlamada ve sistemin kompleksliğini ilişkileri ve etkileşimleri incelemede yardımcı olduğu ortaya konmuştur. Sistemsel düşünme becerisi de bireylerin kompleks sistemlerin bileşenlerini ve bu bileşenler arasındaki etkileşimleri anlamalarına yardımcı olan bir

düşünme yaklaşımıdır. Bu beceri, durumları analiz etmede veya sorunları çözmede parçalar yerine bütünün, sistemin tamamının ele alınmasını gerektirir. Ayrıca bu beceri sayesinde bireyler çeşitli değişkenler arasında bağlantı kurabilir, aksiyonlarının olası sonuçlarını tahmin edebilir ve analitik düşünebilir (Arnold & Wade, 2015). Sistemsel düşünme becerisi, ele alınan durumun altındaki yapıya dair daha geniş bir perspektif geliştirerek davranış hakkında güvenilir bir çıkarım yapma sanatı ve bilimidir (Richmond, 1994). Sistemsel düşünmeyi indirgemeci (redüksiyonist) yaklaşımdan ayıran nokta parçaları ve bütünü inceleme şekilleri denebilir. Sistemsel düşünme, sistemin tamamını ve parçalar arasındaki ilişkileri anlamaya çalışarak sistemi bir bütün olarak ele alırken indirgemeci yaklaşım parçaları ayrı ayrı ineleyip bütünü anlamaya çalışır. Kompleks bir sistemi anlamak için indirgemeci yaklaşımdan ziyade, sistem parçalardan daha fazlasından oluştuğu için sistemi sistemsel düşünme ile anlamlandırmak daha uygundur (Taylor, Calvo-Amodio & Well, 2020).

The National Research Counsil (NRC) sistemsel düşünme becerisini 21. Yüzyıl becerilerinden birisi olarak tanımlamaktadır (NRC, 2008). Ayrıca sistemsel düşünme becerisi diğer 21. yüzyıl becerileri ile de etkileşim halindedir. 21. yüzyıl becerileri karmaşıklaşan ve değişen dünya şartlarında bireylerin etkili bir şekilde yaşamlarını sürdürebilmelerini sağlayan birtakım yetkinliklerdir (Saavedra & Opfer, 2012). Bu doğrultuda, eleştirel düşünme, işbirliği yapabilme, problem çözme gibi yetkinlikler sistemsel düşünme becerisi tarafından desteklenir, stratejik, planlı ve yaratıcı düşünmeye katkıda bulunur. Ayrıca, Trilling ve Fadel (2009) tarafından belirtildiği gibi sistemsel düşünme becerisi sayesinde kompleks sistemlerde bütünün parçalarının birbirleri ile nasıl bir etkileşimde olduğunu analiz edip genel sonuçlar üretilir. Bu sayede de birçok yetkinlik desteklenir. Bu yetkinliklerin desteklenmesi bireylerin eğitim hayatlarına da etkide bulunur. Bu düşüncenin eğitim uygulamlarına dahil edilmesi de bireylerin becerilerini geliştirme yönünde pozitif etki sağlar.

Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli Öğretim Programına "Sistem Düşüncesi ve Okuryazarlık Becerileri" dahil edilmiştir. Bir sistemin hangi parçalardan oluştuğunun bilinmesi, sistem okuryazarlığı sürecinin ilk adımı olarak görülmektedir. Bireylerin karşılaştıkları modern dünya problemlerini bir sistem yapısı dahilinde analiz etmeleri, sistem okuryazarlığı ve sistem farkındalığı açıdından önem taşımaktadır (MEB, 2024). Fen eğitimi de beraberinde kompleks ilişkilerin ve süreçlerin anlaşılmasını gerektirir. Sistemsel düşünme becerisi özellikle biyolojik sistemlerle ilgili konularda meta-bilişsel bir araç olarak işlev

görmektedir. Öğrencilerin karmaşık biyolojik fenomenleri daha iyi anlamalarını sağlarken daha tutarlı bir anlayış geliştirmelerine katkıda bulunur (Verhoeff, Waarlo & Boersma, 2008). Richmond (1993) da sistemsel düşünme becerisinin karmaşık ve birbirine bağlı sistemlerin algılanması için önemli bir rolü olduğundan ve bu becerinin eğitim sistemine entegrasyonu ile öğrencilerin öğrenme süreçlerinin geliştirileceğinden bahsetmiştir.

Fen eğitiminde akıl yürütme becerileri, farklı perspektifleri değerlendirebilme becerisi ve çeşitli faktörleri ele alabilme yeteneği gibi özelliklerin kullanılması gereken bir diğer durum, sosyobilimsel konuların ele alındığı zamanlardır. Sosyobilimsel konular, bilimsel yönünün yanı sıra sosyal, etik ve politik gibi yönleri de olabilen, tartışmaya açık ve açık uçlu durumlardır (Zeidler & Nichols, 2009). Sosyobilimsel konuların en önemli özelliklerinden birisi, bu konuların kompleks yapıda olmasıdır. Kompleks yapıda olan bu konular, ekonomik, bilimsel, sosyal ve teknik boyutları kapsayan birden çok yönlü meselelerdir ve bireysel veya toplumsal olarak karar verme yeteneği gerektirir (Jimenez, Zwickle & Dauer, 2023) Farklı boyutları kapsayan kompleks sosyobilimsel konuları ele alırken bireylerin karar verme süreçlerinde deneyimledikleri bilişsel süreçler sosyobilimsel muhakeme olarak adlandırılır. Sosyobilimsel muhakeme, konunun kompleksiliğini tanımak ve çözüm bulabilmek için farklı bakış açıları geliştirmeyi, şüpheciliği ve sorgulamayı gerektirir (Ben-Horin, Kali & Tal, 2023). Sadler, Barab ve Scott (2017) sosyobilimsel muhakemenin karmaşıklık, bakış açısı edinme, sorgulama ve şüphecilik olmak üzere dört boyutu olduğunu belirtmiştir. Karmaşık sistemlerinden ayrı düşünülemeyecek olan sosyobilimsel konuları ele alırken sistemsel düşünme becerisi kullanılarak elde edilen çözüm daha bütüncül, farklı perspektiflerin, ilişkilerin ve dinamiklerin göz önünde bulunduruluğu bir seçenek olur. Sosyobilimsel muhakeme ve sistemsel düşünme ortak olarak bağlantıları ve kompleksliği anlama üzerinde durmaktadır.

Sistemsel düşünme becerisinin tam olarak kullanılamadığı veya bu becerinin öğrencilerde tam olarak gelişmediği durumlarda bazı problemlerle karşılaşılabilir. Ele alınan konu ile ilgili dinamik ilişkilerin, döngüselliğin anlaşılamaması ve kök nedenler anlaşılamadığından ötürü kapsamlı çözümlerin üretilememesi gibi sorunlar ortaya çıkabilir (Richmond, 1993).

Bu doğrultuda düşünüldüğünde, fen eğitiminde sistemsel düşünme becerisinin yeri ve önemi büyüktür. Zoller (2012) fen eğitiminin birbiri ile ilişki içerisinde olan kompleks sistemleri ve durumları ele alması gerektiğini öne sürmüştür. Eğitimi bu yönde evriltebilmek ve bireylere sistemsel düşünme becerisi kazandırabilmek günümüzün önceliklerindendir.

Fen bilgisi öğretmen adaylarının sistemsel düşünme beceri düzeylerinin sosyobilimsel senaryolar üzerinden analizi ile bilimsel bilginin toplumsal bağlam ile ilişkilendirilmesi ve kompleks durumlara karşı gösterilen muhakeme becerisinin ortaya çıkarılması amaçlanmaktadır. Ek olarak, fen bilgisi öğretmen adaylarının sosyobilimsel bir senaryo karşısında gösterdikleri muhakeme becerisi ve sistemsel düşünme becerilerinin bir ilişki içerinde olup olmadığı da sorgulanacaktır.

1.2 Araştırmanın Amacı

Bu araştırmada fen bilgisi öğretmen adaylarının sosyobilimsel muhakemelerini ve sistemsel düşünme beceri düzeylerini sosyobilimsel bir senaryo üzerinden kavram haritası çizimi ve yarı yapılandırılmış görüşme soruları ile analiz etmek ve sosyobilimsel muhakeme becerileri ve sistemsel düşünme becerileri arasındaki ilişkiyi irdelemek amaçlanmıştır.

1.3 Araştırma Sorusu

Bu araştırmada derinlemesine incelenen araştırma sorusu "Fen bilgisi öğretmen adaylarının sosyobilimsel bir senaryo üzerinden analiz edilen sistemsel düşünme becerileri ve sosyobilimsel muhakeme becerileri ne düzeydedir ve bu beceriler arasındaki ilişki nasıldır" şeklindedir.

1.4 Alt Problemler

1. Fen bilgisi öğretmen adaylarının sistem tanımları nasıldır?
2. Fen bilgisi öğretmen adaylarının sosyobilimsel muhakemeleri ne düzeydedir?
3. Fen bilgisi öğretmen adaylarının sistemsel düşünme becerileri ne düzeydedir?
4. Fen bilgisi öğretmen adaylarının sistemsel düşünme beceri düzeyleri ile sosyobilimsel muhakeme becerileri arasında nasıl bir ilişki vardır?

1.5 Araştırmanın Önemi

Eğitim sistemi, toplumların ihtiyacı olan bireyleri yetiştirmek amacı taşır (Çam Tosun, 2018). Değişen ve gelişen dünyada eğitim sistemi aynı zamanda öğrencilere yaşam boyu

başarılı olabilecekleri yetkinlikleri kazandırmayı da amaçlar (Şenel, 2018). Bu noktada, sistemsel düşünme becerisi eğitimcilerin dikkatini üzerine toplamaya başlamıştır ve çeşitli disiplinlerin öğretiminde uygulanabilir bir yaklaşım olarak görülmektedir (Hmelo, Holton & Kolodner, 2000). Bu becerinin eğitim sisteminde vurgusu, sadece ilgili alan ile ilgili bilimsel bilginin veya kazanımların edinimininin değil, ek olarak bu bilgilerin öğrenciler tarafından uygulanmasına da olanak sağlar ve karmaşık dış dünya ile etkili bir şekilde başa çıkmaları sürecinde rol oynar (Grotzer & Basca, 2010). Öğrencilere sadece akademik başarı sağlamaktan ziyade gerçek yaşam ile ilgili sorunları çözme becerisini de kazandırır. Öğrenciler karmaşık sistemlerle ilgili fen konularına dair daha sistematik ve derin bir anlayış geliştirirler (Jacobson & Wilensky, 2006).

Günümüzün kompleks problemleri ile başa çıkabilecek ve akılcı çözümler üretecek eğitimcilere duyulan ihtiyacı gidermek için, sistemsel düşünme becerisi gibi 21. yüzyıl becerilerinin dahil edildiği eğitim programlarına ihtiyaç vardır. Eğitimcilerin kompleks ve çok boyutlu, sosyal ve bilimsel yönleri olan, toplumun içinden türeyen sosyobilimsel konulara sistemsel düşünme anlayışı ile yaklaşması ve karar verme ve muhakeme süreçlerinde bu beceriyi kullanmaları eğitimin niteliğini arttıracaktır. Ayrıca, öğretmen adaylarının bu beceriyi tanımaları ve kullanmaları gelecekte bu becerinin öğrencilere kazandırılması ve geliştirilmesi noktasında önem taşımaktadır.

İlgili alan yazın incelendiğinde, sistemsel düşünme becerisinin sosyobilimsel muhakeme ile bir arada incelendiği herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu sebeple çalışmanın bu boşluğu doldurması amaçlanmıştır.

Fen bilgisi öğretmen adaylarının sosyobilimsel senaryolar üzerinden sistemsel düşünme becerilerinin analizi sonucu elde edilen bulgular kompleks sosyobilimsel sorunların sistemsel düşünme yaklaşımı ile nasıl ele alındığını göstermesi ve program geliştiricilere ve eğitimcilere rehberlik etmesi, ayrıca sistemsel düşünme becerisinin analizi için sonraki çalışmalara ve alan yazına katkı sağlaması beklenmektedir.

1.6 Varsayımlar

1. Araştırmada, araştırmacı tarafından geliştirilen ölçme aracı için görüşleri alınan uzmanların değerlendirmelerinin yeterli olduğu varsayılmıştır.
2. Araştırma boyunca katılımcıların araştırmacının kontrolü dışındaki etmenlerden olası bir etkilenme durumlarının eşit olduğu varsayılmıştır.

3. Araştırmanın veri toplama sürecinde katılımcılar arasında araştırmanın sonucunu etkileme potansiyeli olan bir etkileşim olmadığı varsayılmıştır.

1.7. Sınırlılıklar

1. Araştırma 2024-2025 eğitim öğretim yılında toplanan veriler ile sınırlıdır.
2. Araştırma 2024-2025 eğitim öğretim yılında Ankara ilinde yer alan devlet üniversitesindeki fen bilgisi eğitimi ana bilim dalı öğrencileri ile sınırlıdır.
3. Araştırmada elde edilecek olan veriler Kişisel Bilgi Formu, Sosyobilimsel Muhakemenin Nicel Değerlendirmesi Ölçeği, Kavram Haritası ve Yarı Yapılandırılmış Görüşme Soruları ile sınırlıdır.
4. Araştırmada tek bir sosyobilimsel senaryo kullanılmıştır. Sonuçlar tek bir senaryo ile sınırlıdır.

1.8 Tanımlar

Sistem: Bir bütün oluşturan ve düzenli olarak etkileşimde olan birbirine bağlı ögeler grubudur (Merriam-Webster's Collegiate Dictionary, 2024).

Sistemsel Düşünme Becerisi: Bir sistemi oluşturan parçaların arasındaki etkileşimleri tanıyabilme ve bütüncül bir görüş sentezleyebilme becerisidir (Assaraf & Orion, 2005).

Sosyobilimsel Konu: Sosyal ve bilimsel ögeleri içeren, bilimsel bilgi ve sosyal değerlerle etkileşim içinde olan, etik, çevresel veya teknolojik gibi tartışmaların eğiliminde olan konulardır (Sadler, 2004). Bireylerin toplum ve bilim arasındaki karmaşık ilişkileri, eleştirel düşünme ve karar verme becerileri ile anlamasını sağlar (Zeidler, Sadler, Simmons & Howes, 2005).

Sosyobilimsel Muhakeme: Sosyobilimsel sorunları çözmek için gereken, sorunun iç yapısındaki karmaşıklığı tanımayı, birden fazla bakış açısıyla analiz etmeyi, sorgulama ihtiyacını ve şüpheciliği gerektiren uygulamaları tanımlayan bir kavramdır (Ben-Horin, Kali & Tal, 2023).

BÖLÜM II

KURAMSAL ÇERÇEVE

Bu bölümde araştırma kapsamında temel olarak ele alınan sistemsel düşünme becerisi ve sosyobilimsel muhakeme ile ilgili derinlemesine bilgiye ve yapılan çalışmalara yer verilmiştir.

2.1 Sistem

Sistem, günümüzde çeşitli alanlarda önem arz eden bir kavramdır. Mühendislik, sağlık, eğitim ve sosyal bilimler gibi çeşitli disiplinlerde sistem kavramı kendine yer bulmuştur. Sistem kavramının bu çok yönlü doğası, sistemi tanımlama noktasında da çeşitlilik sağlamaktadır. Çeşitli tanımlar yapılsa da ortak ve genel olarak sistem, bir dizi unsur ve bu unsurların arasındaki ilişkiler olarak tanımlanabilir (Marchal, 1975). Sistemi tanımlarken yapılan tanım bağlama göre değişmekle birlikte, sistemin doğası gereği bileşenler ve etkileşimler göz önünde bulundurulur.

2.2 Sistemsel Düşünme Becerisi

Sistemsel düşünme yaklaşımının temel taşları Avustralyalı biyolog Ludwig von Bertalanffy'nin yaptığı ve sistem düşüncesi ile ilişkilendirilmiş çalışmaları ile atılmıştır. Bertalanffy canlı bir sistemi anlayabilmek için yalnızca parçalarının bilinmesinin yeterli olmayacağını ileri sürmüştür. Vurguladığı noktalardan birisi de her bir parçanın sistem içinde farklı roller üstlenebileceğidir. Bu düşüncelerini “Genel Sistem Teorisi” adı altında toplamıştır. Sistemsel düşünme yaklaşımının temelleri 1900'lü yıllara dayanmaktadır (Elmas, Arslan, Pamuk, Peşman & Sözbilir, 2021). Sistemsel düşünme becerisi “büyük resim” perspektifini benimseyerek bir sistemin nasıl çalıştığını, sistemin belirli bir

kısmındaki değişimin sistemin genelini nasıl etkilediğini anlayabilme becerisi olarak tanımlanabilir (NRC, 2010).

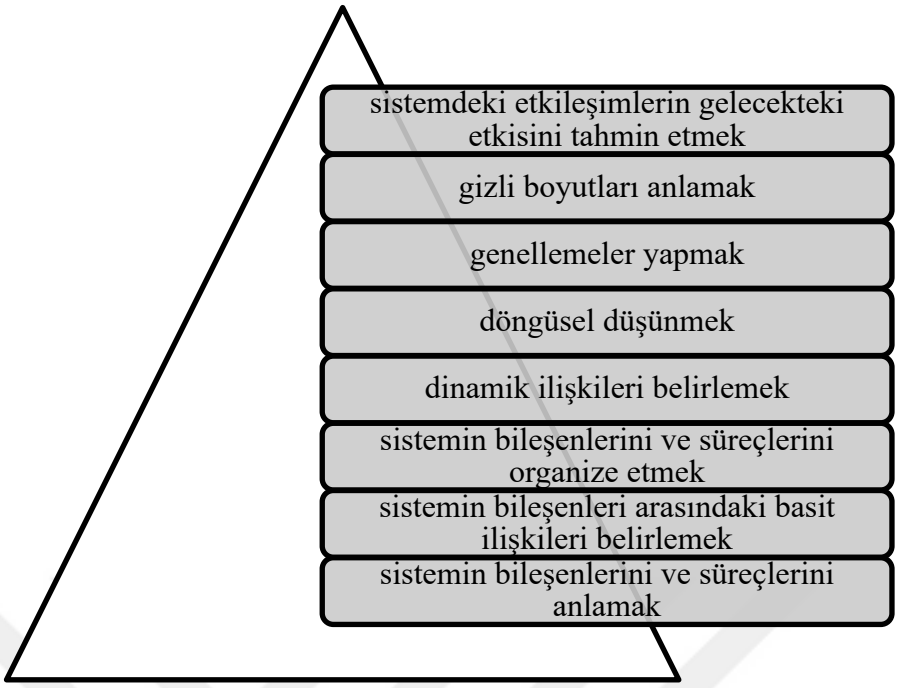
2.3. Sistemsel Düşünme Becerisi Modelleri

Sistemsel düşünme becerisi için araştırmacılar tarafından oluşturulan ve hiyerarşik yapının temellerini atan model, Assaraf ve Orion (2005) tarafından geliştirilen 8 basamaklı hiyerarşik bir modeldir. Tablo 1'de bu modelin basamakları verilmiştir.

Tablo 1

Hiyerarşik Sistemsel Düşünme Modeli

Sistemsel Düşünme Becerisi Basamağı	
SDB-1Sistemin bileşenlerini ve süreçlerini anlamak	Analiz
SDB-2 sistemin bileşenleri arasındaki basit ilişkileri belirlemek SDB-3 Sistemin bileşenlerini ve süreçlerini organize etmek SDB-4 Dinamik ilişkileri belirlemek SDB-5 Döngüsel düşünmek	Sentez
SDB-6 Genellemeler yapmak SDB-7 Gizli boyutları anlamak SDB-8 Sistemdeki etkileşimlerin gelecekteki etkisini tahmin etmek	Uygulama



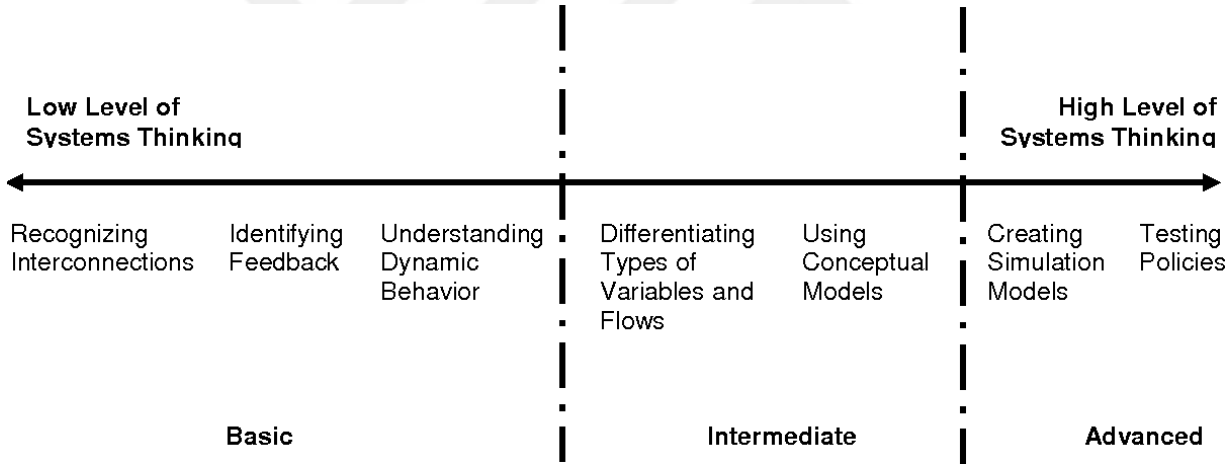
Şekil 1. Hiyerarşik sistemsel düşünme modeli (Assaraf & Orion, 2005)

Bu modelin 1. basamağı (sistemin bileşenlerini ve süreçlerini anlamak) analiz düzeyi, 2. basamağı (sistemin bileşenleri arasındaki basit ilişkileri belirlemek), 3. basamağı (sistemin bileşenlerini ve süreçlerini organize etmek), 4. basamağı (dinamik ilişkileri belirlemek) ve 5. basamağı (döngüsel düşünmek) sentez düzeyi ve 6. Basamağı (genellemeler yapmak), 7. basamağı (gizli boyutları anlamak) ve 8. basamağı (sistemdeki etkileşimlerin gelecekteki etkisini tahmin etmek) uygulama düzeyi olarak kabul edilir.

Assaraf ve Orion (2005) tarafından 8.sınıf öğrencilerinin su döngüsü bağlamında sistemsel düşünme becerilerinin gelişimini incelemek amacıyla gerçekleştirilen çalışmada bu modelin basamaklarını kullanılmıştır. Gelişimi izlemek amacıyla 45 saatlik, laboratuvar ve araştırma sorgulamaya dayalı açık hava aktivitelerinin yer aldığı bir program geliştirilmiştir. Öğrencilerin sistemsel düşünme becerilerine yönelik veriler anket, çizim analizi, kelime ilişkilendirme tetsti, kavram haritası, röportaj, repertuar çizelgesi ve gözlem aracılığıyla elde edilmiştir. Geliştirilen program sayesinde öğrencilerin su döngüsüne ait bileşenleri ve süreçleri daha iyi anladıkları, insan faaliyetlerinin su döngüsünün üzerindeki etkileri hakkında yeterli bilgiye sahip olmadıkları, programdan önce döngüsellik kavramında zorlandıkları fakat sonrasında bu kavram hakkında gelişme gösterdikleri ve su döngüsü ve diğer sistemlerin birbirleriyle ilişkilerini anlama konusunda gelişme gösterdikleri sonucuna varılmıştır. Farklı öğretim stratejileri ve araştırma sorgulamayı

temel alan bir program, öğrencilerin sistemsel düşünme becerilerinin gelişmesine katkı sağlamıştır.

Sistemsel düşünme becerisinin ölçülmesi için bir başka model Stave ve Hopper (2007) tarafından geliştirilmiştir. Geliştirilen bu taksonomi yedi basamaklı olup Bloom taksonomisi ile sistemsel düşünme becerisinin özellikleri göz önünde bulundurularak hazırlanmıştır. Sistemsel düşünme becerisinin en yüksek seviyelerinin Bloom taksonomisinin değerlendirme ve yaratma seviyelerine karşılık geldiği sonucuna varılmıştır. Bu taksonomi ara bağlantıları fark etme, geri bildirimleri tanımlama, dinamik davranışı anlama, değişken ve akış tiplerini ayırt etme, kavramsal modeller kullanma, simülasyon modelleri oluşturma ve test etme politikaları basamaklarından oluşmaktadır. İlk üç basamak temel düzey, dördüncü ve beşinci basamak orta düzey ve son iki basamak ise ileri düzey olarak kategorize edilmiştir. Stave ve Hopper (2007) tarafından önerilen model Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. Sistem düşüncesi modeli (Stave & Hopper, 2007)

2.4 Sistemsel Düşünme Becerisi ile İlgili Çalışmalar

Sistemsel düşünme becerisi ile ilgili yapılan çalışmalar dört başlıkta toplanmıştır. Literatür incelendiğinde sistemsel düşünme becerisini ölçmek için kavram haritası kullanımının etkilili bir yöntem olduğu, modelleme, simülasyon ve teknoloji tabanlı faaliyetlerin sistemsel düşünme becerisinin geliştirmek için faydalı bir yöntem olduğu görülmektedir. Ayrıca, çevre eğitimi bağlamında ele alınan kompleks konuların ve bu konuların doğasından gelen karmaşıklığın algılanabilmesinde sistemsel düşünme becerisinin kullanıldığı görülmektedir.

2.4.1 Kavram Haritası Kullanılan Çalışmalar

Sistemsel düşünme becerisini ölçmek veya geliştirmek amacıyla kullanılan yöntemlerden birisi de kavram haritalarıdır. Kavram haritası oluşturarak sistemsel düşünme becerisinin analiz edildiği, Brandstädter, Harms ve Großschedl (2012) tarafından yapılan çalışmada iki farklı değişkenin sistemsel düşünme becerisini ölçmedeki etkisi araştırılmıştır. Dördüncü sınıf ve sekizinci sınıf öğrencilerinden oluşan katılımcıların bir kısmı kavram haritalarını bilgisayar üzerinden, bir kısmı ise kağıt kalem kullanarak çizmiştir. Ek olarak, bazı katılımcılara konseptler ve bağlantı sözcükleri verilirken bazı katılımcılara herhangi bir bağlantı sözcüğü veya ipucu konsept verilmemiştir. Çalışma sonunda bilgisayar üzerinden kavram haritası çiziminin sistemsel düşünmeyi pozitif etkilediği, direkt olarak konsept ve bağlantı sözcüğü vermenin bir fark yaratmadığı sonucuna varılmıştır.

Raved ve Yarden (2014) tarafından yapılan çalışmada yedinci sınıf öğrencilerinin sistemsel düşünme becerisini kazanıp kazanmadıkları ve becerilerin özelliklerini anlamak amaçlanmıştır. Bu doğrultuda, öğretim materyalleri ve kavram haritaları kullanılarak bir öğretim süreci planlanmıştır. Kavram haritaları ile öğrencilerin verilen sistem hakkında bilgilerini ne şekilde organize ettikleri ve sistemin bileşenleri arasında nasıl ilişkiler kurdukları saptanmıştır. Sonuç olarak katılımcıların sistemin bileşenlerini tanıyabilme ve sistem içindeki basit ve dinamik ilişkileri anlayabilme becerilerinde gelişme olduğu ve farklı sistemler arasında bağıntılar kurarak sistemi bütünsel olarak daha iyi anladıkları yargılarına varılmıştır. Ek olarak, bu çalışma birleşik sistemsel düşünme modeline dayalı olarak gerçekleşen öğrenme sürecinin, öğrencilerin sistemsel düşünme becerilerinin gelişiminde etkili olabileceği düşüncesini önermektedir.

Kavram haritaları aracılığıyla sistemsel düşünme becerilerinin ölçüldüğü ve değerlendirildiği başka bir çalışma Karaarslan Semiz ve Teksöz (2019) tarafından gerçekleştirilmiştir. dördüncü sınıf fen bilgisi öğretmen adaylarının "Sürdürülebilir Kalkınma için Eğitim" dersi öncesinde ve sonrasında çizdikleri kavram haritaları, oluşturulan rubrik ile analiz edilmiştir. Öğretmen adaylarının "Sürdürülebilir Kalkınma için Eğitim" dersi öncesinde çizdikleri kavram haritalarında daha çok lineer ilişkiler bulunurken ders sonrasında çizdikleri kavram haritalarında karmaşık ilişkiler bulunduğu saptanmıştır. Ayrıca çalışmada yer alan öğretmen adaylarının sistemsel düşünme becerilerinin geliştiği sonucu da elde edilmiştir.

Khajeloo ve Siegel (2022) tarafından yapılan çalışmada kavram haritaları, öğrencilerin kompleks biyolojik sistemler bağlamında sistemsel düşünme becerilerinin

değerlendirilmesini ve geliştirilmesini ölçmek amacıyla kullanılmıştır. Üniversite öğrencileri ile yapılan bu çalışmada biyolojik sistemler ile ilgili çizilen kavram haritaları tümevarımsal bir yaklaşım benimsenerek ve puanlama yöntemi ile analiz edilmiştir. Öğrencilerin bir kısmı kavram haritaları aracılığıyla biyolojik sistemlerin özelliklerini ve karmaşıklığını aktarabilmiştir fakat çoğu öğrenci nedensel ifadeleri ve dinamikleri etkili bir şekilde aktaramamıştır.

Tablo 2

Kavram Haritası Kullanılan Çalışmaların Özeti

Yazar	Katılımcılar	Uygulama	Ölçme	Sonuçlar / Bulgular
Brandstädter, Harms & Großschedl (2012)	Dördüncü ve sekizinci sınıf öğrencileri	Bilgisayar ile ve kağıt-kalem ie kavram haritası çizimi yapılmıştır; bazılarına konsept/bağlantı sözcükleri verilmiştir.	Kavram haritası analizi	Bilgisayar ortamı pozitif etkili olurken konsept/bağlantı sözcüğü fark yaratmamıştır.
Raved & Yarden (2014)	Yedinci sınıf öğrencileri	Kavram haritası destekli öğretim (birleşik sistemsel düşünme modeli) kullanılmıştır.	Kavram haritası analizi	Sistem bileşenleri tanıma, ilişki kurma ve bütünsel anlayış gelişmiştir.
Karaarslan Semiz & Teksöz (2019)	Dördüncü sınıf fen bilgisi öğretmen adayları	Ders öncesi ve sonrası kavram haritası çizimi yapılmıştır.	Rubrik ile kavram haritası analizi	Lineer yapıdan karmaşık yapıya geçiş; sistemsel düşünme gelişmiştir.
Khajeloo & Siegel (2022)	Üniversite öğrencileri	Biyolojik sistemler üzerine kavram haritası çizimi yapılmıştır.	Puanlama ve tümevarımsal yaklaşım ile kavram haritası analizi	Bazı öğrenciler karmaşıklığı yansıtmıştır, çoğu nedensellikte yetersizdir.

2.4.2 Modelleme ve Teknoloji Tabanlı Faaliyetler Kullanılan Çalışmalar

Sistemsel düşünme becerisini ölçmek veya geliştirmek amacıyla kullanılan yöntemlerden birisi de modelleme ve teknoloji tabanlı faaliyetlerdir. Sistem modelleme yönteminin bilişsel araç olarak kullanıldığı ve sistemsel düşünme becerilerinin geliştirilmesinin amaçlandığı çalışmada lisansüstü öğrenciler ile çalışılmıştır (Hung, 2008). Sistemsel

düşünme veya modelleme ile ilgili herhangi bir ön bilgisi olmayan katılımcılara öncelikle anlayışlarını analiz etmek adına bir anket uygulanmıştır. Çalışmanın ilk kısmında sistemsel düşünmenin ve modellemin temel konseptleri üzerinde , ikinci kısmında ise tamamen modelleme üzerinde durulmuştur. Sonuç olarak yaş aralığı 27 ile 55 arasında değişen sekiz lisansüstü öğrencinin sistemsel düşünme pratiklerinde gelişme olduğu saptanmıştır.

Maani ve Maharaj (2004) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, sistemsel düşünme becerilerinin hiyerarşik bir şekilde gelişebileceği sonucuna varılmıştır (Elmas vd., 2021). Bu çalışmada sistemsel düşünme becerisi ve kompleks karar verme süreci arasındaki ilişki araştırılmıştır. Katılımcılar bir simülasyona tabi tutulmuşlardır ve bu esnada sistemsel düşünme becerileri ve karar verme süreçleri analiz edilmiştir. Başarılı sayılan katılımcıların sırası ile sistemin yapısını anlama, geliştirme, uygulama ve değerlendirme becerilerinin geliştiği sonucuna varılmıştır.

Robotik uygulamaların 6. sınıf öğrencilerinin sistem anlayışlarının gelişimine etkisinin araştırıldığı, Sullivan (2007) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, üç haftalık bir süreçte, 100 saatlik bir robotik kursu tasarlanmıştır. Yaz okulunda uygulanan bu kursun başında ve sonunda bir test uygulanmıştır. Bu test, robotik cihaz için yönerge yazmak, robotik cihaz üzerinden bilgi akışı sağlama, girdi-çıktı ve süreç, sistemin merkezi ve merkezi olmayan kontrolu ve genel sistem bilgisi olmak üzere beş kısımdan oluşmaktadır. Sonuç olarak, öğrencilerin sistem anlayışlarının yaz okulunda düzenlenen robotik dersi sonucunda geliştiği bulunmuştur.

Evagorou, Nicolaou, Korfiatis ve Constantinou (2009) tarafından yapılan çalışmada simülasyon tabanlı öğrenme ortamının ilköğretim öğrencilerinin sistemsel düşünme becerilerini geliştirmelerine olan etkisi incelenmiştir. Okul sonrası düzenlenen 90 dakikalık beş derslik bilgisayar dersi serisinde bataklık ekosistemi üzerine interaktif simülasyona yer verilmiştir. Uygulamadan önce ve sonra iki yazılı test uygulanmıştır. Bu testlerde yer alan kısımların dördü sistemin yapısını ve elementleri, üçü ise sistemdeki süreçleri ve etkileşimleri tespit etmeye yöneliktir. Toplanan veriler içerik analizi ile analiz edilmiştir ve ilköğretim öğrencilerinin sistemsel düşünme becerisi geliştirme konusunda potansiyelleri olduğu ve simülasyon tabanlı öğrenme ortamının bazı sistemsel düşünme beceri basamaklarında önemli bir gelişme sağladığı tespit edilmiştir.

Dört günlük çevrim içi modelleme etkinliği ile yedinci sınıf öğrencilerinin sistemsel düşünme becerilerine kağıt tabanlı modelleme ve hesaplamalı modelleme faaliyetlerinin etkisi Rachmatullah ve Wiebe (2021) tarafından incelenmiştir. Etkinlik boyunca 751

öğrencinin bir kısmı kağıt tabanlı modellemeye, bir kısmı ise hesaplamalı modelemeye tabi tutulmuştur. Dört etkinlikten önce ve sonra 36 sorudan oluşan sistemsel düşünme gömülü besin ağı değerlendirme materyali kullanılmıştır. Bu materyal sistem organizasyonu, sistem davranışı ve sistem modelleme çerçevesi doğrultusunda analiz edilmiştir ve sonuç olarak her iki koşulda da sistemsel düşünme gömülü besin ağı yapılarında artış olduğu bulgusu elde edilmiştir.

Nguyen ve Santagata (2020) tarafından yapılan çalışmada, kağıt tabanlı ve bilgisayar tabanlı modellemenin 6. sınıf öğrencilerinin sistemsel düşünme becerilerine olan etkisi incelenmiştir. Ekosistem üzerine yapılan modelleme çalışmalarında veriler ön test-son test, sınıf gözlemleri ve ses kayıtları aracılığıyla toplanmıştır. Çalışma sonunda, bu iki yöntem karşılaştırıldığında bilgisayar tabanlı modelleme yönteminin öğrencilerin sistemsel düşünme becerilerini ve bilimsel fikirlerini ve bilimsel kanıtları açıklama süreçlerinde tutarlı ifadeler sunma becerilerini geliştirdiği sonucuna ulaşılmıştır.

Modelleme simülasyonunun kullanıldığı, Jaiswal ve Karabiyik (2022) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, karmaşık sistemleri tanımlamak için modelleme yaklaşımının kullanılması amaçlanmıştır. Sistemsel düşünme yapısı düşünme, karar verme, aksiyon ve yorumlama olarak çerçevelenmiştir. Çalışmaya katılan 45 lisans öğrencisinin verileri dört aşamalı (yok, temel, orta, mükemmel) bir rubrik ile tematik analiz yöntemiyle yorumlanmıştır. Çalışma sonunda katılımcıların düşünme seviyesinde yüksek beceri, karar verme, aksiyon ve yorumlama seviyelerinde orta düzeyde beceri gösterdikleri sonucuna varılmıştır.

Sistemsel düşünme becerisini geliştirmek için dijital bir sürecin yer aldığı başka bir çalışma Akcaoglu ve Green (2018) tarafından yapılmıştır. 6. sınıf öğrencileri ile yürütülen çalışmada, bir eğitim-öğretim yılı boyunca haftada bir saat olmak üzere bir oyun tasarımı dersi planlanmıştır. Bu derste, dijital oyun tasarımının temellerine ve akış şemaları gibi sistem tasarım becerilerine yer verilmiştir. Deney grubu ve kontrol grubu oluşturulan çalışmada veriler sistem analizi ve tasarımı alanında uluslararası geçerliliği olan PISA testinden ve yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilmiştir. Çalışma sonunda katılımcıların yıl boyunca devam eden haftalık bir saatlik oyun tasarımı kursu esnasında geliştirdikleri sistem analizi ve tasarım becerilerini, problem çözme hususunda nasıl uygulayabileceklerini sözel olarak ifade edebildikleri sonucuna varılmıştır.

Tablo 3

Modelleme ve Teknoloji Tabanlı Faaliyetler Kullanılan Çalışmaların Özeti

Yazar	Katılımcılar	Uygulama	Sonuçlar / Bulgular
Hung (2008)	Sekiz lisansüstü öğrenci	Modelleme temelli öğretim, anket ile ön bilgi ölçümü	Sistemsel düşünmede gelişme olduğu sonucuna varılmıştır.
Maani & Maharaj (2004)	Simülasyona tabi tutulan bireyler	Simülasyon uygulaması, karar süreçlerinin analizi	Sistemin yapısını anlama, geliştirme, uygulama ve değerlendirmede gelişim gözlenmiştir.
Sullivan (2007)	Altıncı sınıf öğrencileri	Üç haftalık robotik kursu, ön-son test	Sistem anlayışında gelişme gözlenmiştir.
Evagorou vd. (2009)	İlköğretim öğrencileri	Bataklık ekosistemi simülasyonu, yazılı test	Bazı sistemsel düşünme becerilerde anlamlı gelişme olduğu sonucuna varılmıştır.
Rachmatullah & Wiebe (2021)	Yedinci sınıf öğrencileri	Kağıt ve bilgisayar tabanlı modelleme, besin ağı değerlendirmesi	Her iki modelleme türü de gelişim sağlamıştır.
Nguyen & Santagata (2020)	Altıncı sınıf öğrencileri	Ekosistem üzerine modelleme, gözlem ve ses kayıtları	Bilgisayar tabanlı modellemenin daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır.
Jaiswal & Karabiyik (2022)	45 lisans öğrencisi	Modelleme simülasyonu, dört aşamalı rubrik ile analiz	Düşünme becerilerinin yüksek; karar vermenin, aksiyonun ve yorumlamanın orta düzey olduğu görülmüştür.
Akcaoglu & Green (2018)	Altıncı sınıf öğrencileri	Haftalık oyun tasarımı dersi, PISA testi ve görüşmeler	Sistem analizi ve tasarım becerilerini, problem çözme hususunda nasıl uygulayabileceklerini sözel olarak ifade edebildikleri sonucuna varılmıştır.

2.4.3 Çevre Eğitimi Bağlamında Yapılan Çalışmalar

Sistemsel düşünme becerisi sayesinde derinlemesine analiz edilebilecek konulardan birisi de çevre eğitimi bağlamında ele alınan konulardır. Sistemsel düşünme becerilerini değerlendirmek amacıyla Öztaş (2018) tarafından gerçek yaşam öyküleri kullanılmıştır.

Çalışmanın katılımcılarını son sınıf fen bilgisi öğretmen adayları oluşturmuştur. Öğrencilere Kızılırmak ile ilgili bir öykü verilmiştir. Ardından görüşmeler yapılmıştır. Çalışma sonunda fen bilgisi öğretmen adaylarının sahip oldukları sistemsel düşünme becerilerinin bir hiyerarşik düzene bağlı kalmadan değiştiği ve bu değişimin de kişisel deneyimlere bağlı olduğu sonucuna varılmıştır.

Ekoloji bağlamında sistemsel düşünme becerisi ile ilgili bir diğer çalışma Mambrey, Timm, Landskron ve Schmiemann (2020) tarafından yapılmıştır. Çalışma kapsamında, ekolojideki kompleks sistemleri anlama amacıyla, 196 beşinci ve altıncı sınıf öğrencisine 36 sorudan oluşan çoktan seçmeli bir test uygulanmıştır. Sistem organizasyonunu tanımlama, sistem davranışını analiz etme ve sistem modelleme becerileri çalışmanın çerçevesini oluşturmuştur. Çalışma sonunda, katılımcıların neden-sonuç ilişkileri ile dolaylı etkiler arasındaki farkı algılayabilme konusunda zorlandıkları sonucuna ulaşılmıştır.

Fen bilgisi öğretmen adaylarının sistemsel düşünme becerilerinin enerji bağlamında nasıl geliştiğini incelemek amacıyla Can (2020) tarafından yapılan çalışmada, öğretmen adaylarına geliştirilen modül uygulanmıştır. Uygulanan bu modül kapsamında enerji tüketimi ve enerji üretimi, biyokimyasal döngüler, jeotermal enerji, karbon bazlı enerji üretimi gibi konular ele alınmıştır. Veriler modülün öncesinde, modülün uygulanma sırasında ve sonrasında toplanmıştır. Veriler, gerçek yaşam senaryoları, görüşmeler, ses ve video kayıtları ile toplanmıştır ve içerik analizi yöntemi ile analiz edilmiştir. Çalışmanın sonunda, fen bilgisi öğretmen adaylarının sistemsel düşünme becerilerinin bireysel ilgi ve motivasyonlarına, konunun karmaşıklığına ve bilgi düzeylerine bağlı olarak değiştiği sonucuna varılmıştır.

Kompleks ve çevresel bir konu olan okyanus asitlenmesi ve karbon döngüsü hakkında Boubonari, Papazoglou, Mogias ve Kevrekidis (2023) tarafından yapılan çalışmada, 85 altıncı sınıf öğrencisinin sistemsel düşünme becerisi geliştirmeleri araştırılmıştır. Katılımcılara sekiz saat boyunca sorgulamaya dayalı ve bilgi entegrasyonu içeren çizimler, deneyler, kavram haritaları, sanal laboratuvarlar, çevrim içi karbon döngüsü oyunu gibi aktiviteler hazırlanmıştır. Çizimler içerik analizi ile iki farklı çerçeve doğrultusunda analiz edilmiştir. Sonuç olarak küçük yaş grubundaki öğrencilerin de sistemsel düşünme becerisine sahip olabileceğini ve bu beceriyi yeryüzü sistemleri kapsamında geliştirebileceklerini elde etmişlerdir. Çizimlerin sistemsel düşünme becerisini görünür hale getiren etkili bir yol, öğretim ve değerlendirme yöntemi olduğu sonucuna

varmışlarıdr. Ek olarak, müfredatta yer alan konuları ilişkilendirmek adına, sistemler arası ilişkilerin ve nedenselliğin vurgulanması gerektiğini belirtmişlerdir.

Özdemir (2023) yaptığı çalışmada sürdürülebilir kalkınma için eğitim bağlamında, öğrencilerin sistemsel düşünme becerilerinin kullanılması yoluyla su okuryazarlığının geliştirilmesini amaçlamıştır. Çalışmanın katılımcılarını yedinci sınıf öğrencileri oluşturmuştur. Sekiz hafta boyunca su okuryazarlığını geliştirmeye yönelik etkinlikler uygulanmıştır. Bu etkinlikler sistemsel düşünme becerisini geliştirmeye yönelik bir şekilde tasarlanmıştır. Veriler ise gözlem, yarı yapılandırılmış görüşme formu, araştırmacı günlüğü, öz değerlendirme formu, ders çalışma yaprakları ve kavram haritası gibi araçlarla toplanmıştır. Çalışma sonunda su okuryazarlığının geliştirilmesinde sistemsel düşünme becerilerinin nasıl kullanılabileceğine yönelik özgün bir model geliştirilmiştir ve su okuryazarlığının geliştirilmesi için sistemsel düşünme becerilerinin eğitim programlarına entegre edilmesi önerilmektedir.

Melton, Saiful ve Shein (2022) tarafından, lise öğrencilerinin iklim değişikliği ve hava kirliliği ile alakalı problem çözme becerilerinde sistemsel düşünme yaklaşımının gelişimi üzerine bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Bu doğrultuda, dokuzuncu sınıf öğrencileri ile çalışılmış ve bir program geliştirilmiştir. Bu programa dört teori entegre edilmiştir. Bunlar; durumlu öğrenme, özgün bilimsel araştırma, disiplinlerarası STEM eğitimi ve sosyobilimsel konudur. Veriler açık uçlu sorularla, yarı-yapılandırılmış görüşmelerle ve öğrencilerin sunumlarını gözlemleme vasıtasıyla elde edilmiştir. Açık uçlu sorular, öğrencilerin sistemsel düşünme becerileri ve problem çözme yetenekleri ile ilgili olup ön test son test olarak uygulanmıştır. Çalışma sonunda, disiplinlerarası STEM programının öğrencilerin sistemsel düşünme becerilerine ve problem çözme yeteneklerine şekil verebileceği sonucuna varılmıştır. Ek olarak, geliştirilen programın çerçevesinin öğrencileri kompleks ve dinamik toplum sorunlarına hazırlamaya uygun olduğu öne sürülmüştür.

Lorenzo-Rial, Varela-Losada ve Perez-Rodriguez (2024) tarafından iklim değişikliği bağlamında sistemsel düşünme becerilerini geliştirmek amacıyla 82 öğretmen adayı ile bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Yansıtma ve video oluşturma temelli iklim sürdürülebilirliği üzerine bir eğitim sonrasında sistemsel düşüncenin varlığı üzerinde durulmuştur. Beş sistemsel düşünme becerisi (bileşenleri belirlemek, süreçleri belirlemek, genellemeler yapmak, gizli boyutları fark edebilmek ve zamansal düşünme), geliştirilen rubrikle öğrencilerin oluşturduğu videoların analizinde kullanılmıştır. Sonuç olarak öğretmen

adaylarının birbirleri ile ilişkili süreçleri tanımlayabildikleri, ilişkilendirebildikleri ve anlayabildikleri fakat zamansal düşünmede ve gizli boyutları anlayabilmede zorlandıkları tespit edilmiştir.

İklim değişikliği bağlamında yapılan başka bir çalışmada, Shofatun, Herniani ve Merdiani (2024) 28 ortaokula öğrencisinin iklim değişikliği hakkında sistemsel düşünme becerilerini geliştirmek amacıyla bir STEM öğrenme tasarımı planlamışlardır. ADDIE gelişim modeli ile sürdürdükleri çalışmada çalışma kağıtları, ders planları, gözlem formları ve anketler kullanılmıştır. Sistemsel düşünme becerilerini geliştirmek için STEM öğrenme tasarımlarının uygun olduğu sonucuna varılmıştır.

Salsabila, Sanjaya, Eliyawati ve Suttiwan (2024) tarafından yapılan çalışmada çevre kirliliği baz alınarak hazırlanan basit fen projelerinin yedinci sınıf öğrencilerinden oluşan katılımcıların sistemsel düşünme becerileri üzerindeki etkisini ve bu beceri dahilindeki yetkinliklerdeki gelişimi incelemek amaçlanmıştır. 22 soruluk çoktan seçmeli ve dört boyutlu bir ölçme aracı kullanılmıştır. Bu boyutlar kavramsal sistem bilgisi, sistem modelleme, sistem modellerini kullanarak problem çözme ve sistem modellerinin değerlendirilmesi şeklindedir. Tek gruplu ön-test son-test şeklinde yürtülen çalışma sonunda öğrenme faaliyetlerinde anlamlı bir fark olduğu ve proje tabanlı öğrenmenin sistemsel düşünme becerisi yetlinliğinde kritik bir rol oynadığı sonucuna varılmıştır.

Öğretmenlerin sistemsel düşünme becerisini öğrencilerine öğretmede mesleki bilgilerinin etkisinin ampirik olarak belirsiz olması sebebiyle Rosenkranzer, Hörsch, Schuler ve Riess (2017) tarafından, üç farklı ders tekniğinin (teknik ders, didaktik ders ve karma ders) öğretmen adaylarının sistemsel düşünmeyi öğretmeye yönelik pedagojik alan bilgileri üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Bu bağlamda biyoloji ve coğrafya kapsamında 14 üniteden oluşan 90 dakikalık bir ders süreci tasarlanmıştır. Her ders ortak iki amacı içermektedir. Bu amaçlar sürdürülebilir kalkınma bağlamında karmaşık sorunları çözebilme becerisi yani sistemsel düşünme becerisi ve öğretmen adaylarına sistemsel düşünme becerisini etkili bir biçimde öğretme becerisi kazandırmaktır. Uygulamanın başında ve sonunda sistemsel düşünme becersini öğretmeye yönelik bir pedagojik alan bilgisi testi uygulanmıştır. Uygulama bitişinden iki hafta sonra aynı test tekrar edilmiştir. Sonuç olarak didaktik tarafı olmayan daha teknik yönelimli bir dersin sistemsel düşünme becerisini öğretmek için gereken pedagojik alan bilgilerini geliştirmede daha az etkili olduğu bulgusu elde edilmiştir.

Tablo 4

Çevre Eğitimi Bağlamında Yapılan Çalışmaların Özeti

Yazar	Katılımcılar	Konu / Bağlam	Yöntem	Bulgular
Öztaş (2018)	Son sınıf fen bilgisi öğretmen adayları	Kızılırmak üzerine gerçek yaşam öyküsü	Görüşmeler	Beceriler hiyerarşik değil, kişisel deneyimlere bağlı olarak değişmektedir.
Mambrey vd. (2020)	Beşinci ve altıncı sınıf öğrencileri	Ekoloji kompleks sistemler	Çoktan seçmeli test	Neden-sonuç ilişkileri ile dolaylı etkileri algılamada zorlanmışlardır.
Can (2020)	Fen bilgisi öğretmen adayları	Enerji bağlamı	Modül uygulaması, görüşmeler, video/ses kaydı	Beceriler kişisel ilgi, konu karmaşıklığı ve bilgi düzeyine bağlı olarak gelişmektedir.
Boubonari vd. (2023)	Altıncı sınıf öğrencileri	Okyanus asitlenmesi ve karbon döngüsü	Çizim, deney, kavram haritası, oyun	Çizimler etkili bir öğretim ve değerlendirme aracıdır.
Özdemir (2023)	Yedinci sınıf öğrencileri	Su okuryazarlığı	Sekiz haftalık etkinlikler, çeşitli veri toplama araçları	Sistemsel düşünme ile su okuryazarlığının geliştirilebilir olduğu bulunmuştur.
Melton vd. (2022)	Dokuzuncu sınıf öğrencileri	İklim değişikliği ve hava kirliliği	Disiplinlerarası STEM programı	Program sistemsel düşünme ve problem çözmeye katkı sağlar.
Lorenzo-Rial vd. (2024)	Öğretmen adayları	İklim sürdürülebilirliği	Video oluşturma, yansıtma	Zamansal düşünme ve gizli boyutlarda zorlanmışlardır.
Shofatun vd. (2024)	Ortaokul öğrencileri	İklim değişikliği	STEM öğrenme tasarımı	STEM öğrenme tasarımları sistemsel düşünme için uygundur.
Salsabila vd. (2024)	Yedinci sınıf öğrencileri	Çevre kirliliği	Proje temelli öğrenme, test	Proje temelli öğrenme etkili bir yöntemdir.
Rosenkranzer vd. (2017)	Biyoloji ve coğrafya öğretmen adayları	Sürdürülebilir kalkınma	Üç ders tekniği karşılaştırması	Didaktik içermeyen teknik dersler sistemsel düşünme becerisini öğretmek için gereken pedagojik alan bilgilerini geliştirmede daha az etkilidir.

2.5 Sosyobilimsel Konu

Sosyobilimsel konular öğrenciler arasında bir tartışmayı ve diyaloğu başlatmak için bilimsel konuların kullanılmasını gerektirir (Zeidler & Nichols, 2009). Genellikle tartışmalı konulardır ve öğrenciler çözüm üretirken etik kaygıları da göz önünde bulundurma ihtimalleri vardır. Sosyal ve bilimsel tartışmalar aynı zamanda öğrencilerin bilimsel bağlantılar hakkında da daha derin bir anlayış geliştirmelerini de sağlar (Sadler, 2004; Zeidler & Keefer, 2003; Zeidler & Sadler, 2008; Zeidler, Sadler, Simmons, & Howes, 2005, aktaran Zeidler vd., 2008). Herman, Newton ve Zeidler (2021), sosyobilimsel konuları çelişkili bakış açılarına sahip, çoklu, tartışmalı ve bilimsel kavramlarla ilgili konular olarak tanımlamıştır. Sosyobilimsel konular muhakemeyi ve karar vermeyi destekleyen üst düzey düşünme becerilerinin geliştirilmesi konusunda işe yarar araçlardır (Villarin & Fowler, 2019). Sosyobilimsel konular, fen eğitimi için, bilgi ve becerilerin kazanılabilmesi için bağlam olarak kullanılabilir (Klosterman & Sadler, 2010).

2.5.1 Sosyobilimsel Konu Bağlamında Yapılan Çalışmalar

Kompleks yapıya sahip sosyobilimsel konuların derinlemesine anlaşılması için sistemsel düşünme becerisi etkili bir yöntem olacaktır. Ke vd. (2020) tarafından yapılan çalışmada lise öğrencilerinin sistemsel düşünme becerilerini geliştirmek için epistemik araçları nasıl kullandıkları ve sosyobilimsel konulara dayalı öğrenme deneyimleri araştırılmıştır. Bu doğrultuda öğrencilerin sosyobilimsel bir konu olarak e-sigara kullanımı hakkındaki düşünceleri üzerinden, epistemik araçları sistemsel düşünme becerisi bağlamında nasıl benimsedikleri ortaya konmaya çalışılmıştır. Sonuç olarak öğrenciler epistemik araçları kullanarak sosyobilimsel bir konu hakkında bilgi derleyip analiz edip bir çözüm geliştirmeye çalışmışlardır fakat sistemsel düşünme becerisini geliştirmek için gerekli olan derinliğe ulaşmada zorluk çekmişlerdir.

Sosyobilimsel bir konu olan obezite hakkında üniversite öğrencilerinin sistemsel düşünme becerilerini geliştirmek amacıyla Leung, Cheng ve Chik (2024) tarafından genel eğitim dersinde bilgisayar tabanlı bir nedensel döngü diyagram aracı kullanılan ve 2 hafta süren bir öğretim ünitesi tasarlanmıştır. Nedensel döngü diyagramlarının öğrencilerin sistemsel düşünme becerilerini ne derece geliştireceğini tespit etmek amaçlanmıştır. Öğrenciler gruplar halinde çalışmışlardır ve verilen sosyobilimsel konu ile ilgili haberler okumuşlar, eylemler önermişler ve nedensel döngü diyagramları oluşturmuşlardır. Öğrencilerin 2

haftalık öğretim ünitesi başında, ortasında ve sonrasında oluşturdukları nedensel döngü diyagramları ve haftalık yansıtıcı notları analiz edilmiştir ve nedensel döngü diyagramlarının öğrenciler tarafından sosyobilimsel konuları anlamlandırma ve karar alma süreçlerinde sistemsel düşünme becerisini kullanmalarına teşvik etme potansiyeli olduğu sonucu elde edilmiştir.

Tablo 5

Sosyobilimsel Konu Bağlamında Yapılan Çalışmaların Özeti

Çalışma	Katılımcılar	Konu	Yöntem	Bulgular
Ke vd. (2020)	Lise öğrencileri	E-sigara kullanımı bağlamında epistemik araçlar ve sistemsel düşünme	Öğrencilerin SBK üzerine epistemik araçlarla düşünme süreçleri incelenmiştir.	Öğrenciler bilgi derleyip analiz edebilmiş, çözüm geliştirmeye çalışmış ancak sistemsel düşünmede gereken derinliğe ulaşmakta zorlanmışlardır.
Leung, Cheng & Chik (2024)	Üniversite öğrencileri	Obezite bağlamında nedensel döngü diyagramı kullanımı	İki haftalık bilgisayar tabanlı öğretim ünitesi, grup çalışmaları, yansıtıcı notlar ve diyagram analizleri	Nedensel döngü diyagramları, öğrencileri SBK anlamlandırma ve karar alma süreçlerinde sistemsel düşünmeye teşvik etmiştir.

2.6 Sosyobilimsel Muhakeme

Durumlardan sonuç çıkararak mantıksal veya soyut düşünme kalıpları ile problemleri çözerek karar verme yeteneğine muhakeme denir (Angeles, 1981). Sosyobilimsel muhakeme ise sosyobilimsel konuları çözmek için gereken, sorunun iç yapısındaki karmaşıklığı tanımayı, birden fazla bakış açısıyla analiz etmeyi, sorgulama ihtiyacını ve şüpheciliği gerektiren uygulamaları tanımlayan bir kavramdır (Ben-Horin, Kali & Tal, 2023). Dört boyuttan oluşmaktadır (Sadler, Barab & Scott, 2007). Bu boyutlar

komplekslik, bakış açısı edinme, sorgulama ve şüpheciliktir. Komplekslik; sosyobilimsel konuların karmaşık doğası, sorunları sadece basit ve tek bir çözümle ele almanın imkânsız olduğunu gösterir. Bakış açısı edinme; sosyobilimsel konularla ilgili olarak değişik paydaşların kişisel öncelikleri, inançları veya önyargıları, her birinin farklı ancak geçerli çözüm önerileri sunmasına neden olabilir. Bu nedenle, sosyobilimsel konuların çözüm süreçlerinde, çeşitli ve genellikle birbiriyle çelişen bilimsel ve bilimsel olmayan perspektiflerin dikkate alınması önem taşımaktadır. Sorgulama; sosyobilimsel konuların, bilimsel ve sosyal bağlamda pek çok yanıtlanması gereken sorusu olduğu ve bu alanın sürekli araştırmaya ihtiyaç duyduğu gerçeği, konunun daha fazla tartışılmasını teşvik etmektedir. Şüphecilik; sosyobilimsel konular hakkında bilgi kaynaklarını seçerken dikkatli olunması, bu kaynakların önyargılı içerik barındırıp barındırmadığına ve verilerin sağlam bir temele sahip olup olmadığına özen gösterilmesi gerektiği anlamına gelir. Bu bağlamda, güvenilir bilgilere ulaşma amacıyla uygun stratejilerin oluşturulması önem taşımaktadır (Sadler vd., 2007).

Sosyobilimsel muhakemeyi ölçmek, direkt bilgiyi ölçmekten daha karmaşık bir durumdur. Sosyobilimsel muhakeme üst düzey bilişsel kapasiteleri anlamakla ilgili olup bilgiden farklı olarak sadece müfredat kapsamında değil, müfredat dışı sosyal etkileşimler ve deneyimler yoluyla ortaya çıkan durumlardan da etkilenir. Ek olarak, sosyobilimsel muhakeme kişilerin siyasi, etik ve ahlaki gibi değerleri ile ilgili olduğundan kısa müdahaleler sonucuna değişime daha dirençli olabilir (Romine vd., 2017).

2.6.1 Sosyobilimsel Muhakeme ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Romine vd. (2017) tarafından sosyobilimsel muhakemenin nicel olarak değerlendirilebilmesi için QuASSR adı verilen ve bu çalışma kapsamında da kullanılan bir ölçme aracı geliştirilmiştir. Geliştirilen bu ölçme aracı hidrolik kırılma ve deniz taşımacılığıyla ilgili iki sosyobilimsel senaryo içermektedir. Her senaryo için iki aşamalı 11 soru bulunmaktadır. Bu 11 sorunun iki tanesi komplekslik alt boyutu ile, iki tanesi bakış açısı edinme alt boyutu ile, üç tanesi sorgulama alt boyutu ile ve üç tanesi ise şüphecilik alt boyutu ile ilgilidir. Ölçme aracının geliştirilmesi, test edilmesi ve geçerliğinin sağlanması sürecinde üniversite öğrencilerine üç günlük bir sosyobilimsel konularla ilgili aktiviteler uygulanmıştır. Bu sürecin ilk gününde öğrencilere hidrolik kırılma ile ilgili üç video izletilmiştir. Birinci video hidrolik kırılmaya karşı pozitif bir tutumu ve ikinci video hidrolik kırılmaya karşı negatif bir tutumu yansıtmaktadır. üçüncü video ise doğalgaz

kullanımı ve üşük karbon ayak izi üzerinedir. Öğrencilerden her üç video sonrasında da küçük gruplar haline fikir alışverişi yapmaları ve öğretmen tarafından sağlanan tartışma sorularını konuşmaları istenmiştir. Tartışma kısmının ardından her öğrenci videolar ile ilgili yorumlarını, fikirlerinin bulunduğu konumu, hidrolik kırılmanın risklerini ve faydalarını ifade etmiştir. İkinci günde öğrenciler hidrolik kırılma ile ilgili internet üzerinden haberler vs. aracılığıyla bilgi toplamışlardır. Bu esnada her öğrencinin günlük tutması ve bu günlüğe araştırma yaptığı internet siteslerinin detaylarını, değerlendirmelerini ve sorularını yazmaları istenmiştir. Öğrenciler toplamda beş internet sitesi incelemişlerdir ve bu internet sitelerindeki savunulan görüşleri, bu görüşleri desteklemek adına sunulan argümanların geçerliğini ve güvenirliğini değerlendirmişlerdir. Sürecin üçüncü ve son gününde ise öğrenciler grup olarak bir önceki gün incelenen internet siteleri hakkında tartışma yürütmüşlerdir ve ne tür ek bilgilere vs. ihtiyaç olduğunu dile getirmişlerdir. Araştırmacılar, bu sürecin öncesinde ve sonrasında yapılan uygulama ile 4 alt boyutlu yapının (karmaşıklık, bakış açısı edinme, şüphecilik, sorgulama) tek bir yapıyı temsil ettiğini ortaya koymuşlardır.

Irmak (2020) tarafından Romine vd. (2017) tarafından geliştirilen QuASSR Türkçe'ye çevrilmiş ve adapte edilmiştir. Bu çalışma kapsamında, beş farklı fakülteden 169 üniversite öğrencisi ile çalışılmıştır. Öğrencilerin sosyobilimsel muhakeme yetkinliklerini ve bilimin doğası anlayışlarını analiz etmek adına QuASSr ve bilimin doğası ölçeği kullanılmıştır. Öğrencilerin en çok şüphecilik ve sorgulama boyutlarında düşük düzeyde sosyobilimsel muhakeme yetkinliği gösterdiği, bakış açısı edinme boyutunda yüksek düzeyde sosyobilimsel muhakeme yetkinliği gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır. Ek olarak, en düşük sosyobilimsel muhakeme yetkinliği fen fakültesi öğrencilerinde gözlenirken en yüksek sosyobilimsel muhakeme yetkinliği sağlık bilimleri ve mühendislik fakültesi öğrencilerinde gözlenmiştir.

Romine vd. (2017) tarafından geliştirilen QuASSR'nin revize edilmiş versiyonu kullanılan, Ozturk ve Roehrig (2024) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, yedinci sınıf öğrencilerinin sülfid madenciliği bağlamında STEM entegre edilmiş bir ünite kapsamında sosyobilimsel muhakeme düzeyleri ve kapsamları araştırılmıştır. Farklı disiplinlerden öğretmenler tarafından hazırlanan bu üniteden önce ve sonra QuASSR uygulanmıştır. Revize edilmiş bu versiyonda sülfür madenciliği ile ilgili bir senaryoya yer verilmiş ve üçü iki aşamalı formatta olmak üzere beş açık uçlu soru içermektedir. Karmaşıklık, bakış açısı edinme ve bilimin imkanları alt boyutlarında artış bulunurken sorgulama ve şüphecilik alt boyutlarında istatistiksel olarak anlamlı bir artış bulunamamıştır. Öğrenciler en yüksek

puanı bakış açısı edinme alt boyutundan, en düşük puanı ise sorgulama alt boyutundan almışlardır. Araştırmacılar, öğrencilerin muhakeme yaparken birbirinden farklı ve çeşitli kaynakları kullanabildikleri ve farklı alt boyutlarda farklı muhakeme beceri düzeyleri gösterebildiklerini ortaya koymuşlardır.

Karahan ve Roehrig (2017) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, lise öğrencilerinin yerel bir nehir havzası etrafında sosyobilimsel konu tabanlı öğretim yoluyla bilim anlayışlarının ve sosyobilimsel muhakemelerinin nasıl geliştiğini anlamak amaçlanmıştır. Veriler yarı yapılandırılmış görüşmelerden, saha notlarından ve yansıtıcı günlüklerden elde edilmiştir. Yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmadan önce her katılımcıya sediment yükü problemi ile alakalı yerel gazete haberi verilmiştir. Araştırmacı sosyobilimsel tabanlı eğitimi ve sınıf ortamını tanımlayabilmek amacıyla gözlem yapmak için her okulu üç ila sekiz kez ziyaret etmiştir. Gözlemden sonra araştırmacı yansıtıcı günlük tutmuştur. Çok boyutlu sosyobilimsel tabanlı fen derslerinin veri odaklı sosyobilimsel tabanlı fen derslerine kıyasla öğrencilerin etik ve ekonomik muhakeme becerileri gibi çoklu muhakeme becerilerine sahip olmalarına olanak sağlamıştır. Ek olarak, bu çalışma sosyobilimsel muhakemenin teorik yapısına üç ek boyut önermiştir. Bunlar aşağıdaki gibidir:

1) Sosyobilimsel konuları etkileyen sosyal çevrenin belirlenmesi
2) İddialar değerlendirilirken maliyet ve fayda analizinden yararlanılması
3) Sosyobilimsel konuların ve bunların etrafında şekillenen bilimsel çalışmaların bağlama bağlı olduğunun anlaşılması

Lise öğrencilerinin iklim değişikliğine yönelik kavramsal anlayışlarının ve sosyobilimsel bir konuya dair muhakeme ve karar verme süreçlerinin geliştirilmesine yönelik Eggert, Nitsch, Boone, Nückles ve Bögeholz (2017) tarafından yapılan çalışmada, bilgisayar tabanlı bir öğretim ortamı oluşturulmuştur. 90 dakikadan oluşan dört uygulama dersi planlanmıştır. Uygulamalar aşağıda verilmiştir.

1) İlk aşamada öğrencilere kalem kağıt temelli bir ön test uygulaması yapılmıştır. Bu testte amaç öğrencilerin iklim değişikliğine dair kavramsal anlamalarını ve sosyobilimsel muhakeme ve karar verme beceri düzeylerini tespit etmektir.
2) İkinci aşamada öğrencilere iklim değişikliği hakkında bilgisayar temelli bir giriş yapılmıştır ve bir kavram haritası çizmeleri istenmiştir.
3) Üçüncü aşamada öğrencilere iklim mühendisliği hakkında bilgi aktarımı yapılmıştır ve öğrencilerden farklı iklim mühendisliği stratejilerinin olumlu ve olumsuz yanları hakkında eleştirel bir kavram haritası çizmeleri istenmiştir.

4) Son aşamada iklim değişikliği ve çeşitli çözüm stratejileri ve sosyobilimsel muhakeme ve karar verme becerilerine yönelik ilk son test uygulaması yapılmıştır.

Ön test ve son test sonuçları arasında anlamlı bir fark ortaya çıkmamıştır. Araştırmacılar bu durumun sebebi olarak öğrencilerin bilgisayar tabanlı eğitim ortamında aldıkları eğitim esnasında edindikleri yetkinlikleri tam olarak kullanamamış olabileceklerini öne sürmüşlerdir.

Sosyobilimsel muhakeme becerisini belirlemek için bir başka ölçme aracı Çıldır ve Acarlı (2024) tarafından geliştirilmiştir. Fizik eğitimi, kimya eğitimi , biyoloji eğitimi ve fen bilgisi eğitimi öğretmen adaylarının sosyobilimsel konulara dair muhakeme becerilerini değerlendirmek adına geliştirilen ölçme aracı 5'li Likert tipinde olup 18 madde yer almaktadır. Beş temel boyuttan oluşan ölçekte, komplekslik alt boyutunda üç madde, sorgulama alt boyutunda beş madde, bakış açısı alt boyutunda dört madde, şüphecilik alt boyutunda üç madde ve bilimin sınırlılıkları alt boyutunda ise üç madde bulunmaktadır. Analizler sonucunda, doğrulayıcı faktör analizi ile elde edilen uyum indeksleri, öğretmen adaylarının sosyobilimsel muhakeme becerilerine yönelik algılarının belirlenmesinde geçerli ve güvenilir bir ölçme aracı olduğunu göstermektedir. Bu noktada bu ölçeğin QuASSR'dan ayrıldığı noktalardan birisi de alt boyutlardaki farklılıktır. QuASSR'da komplekslik, şüphecilik, bakış açısı edinme ve sorgulama olmak üzere dört boyut bulunurken Çıldır ve Acarlı (2024) tarafından geliştirilen ölçekte beş alt boyut bulunmaktadır.

BÖLÜM III

YÖNTEM

Bu bölümde araştırmada kullanılan model, araştırmanın katılımcıları, araştırmada kullanılan veri toplama araçları, araştırmanın uygulama süreci, araştırma boyunca elde edilen verilerin analizi ve araştırmanın geçerlik ve güvenirliği hakkında bilgi verilmiştir.

3.1. Araştırmanın Modeli

Bu araştırmada karma yöntem araştırma modeli kullanılmıştır. Karma yöntem araştırmaları hem nicel hem de nitel yöntemlerin kullanımını içerir. Bu yöntem değişkenler arasındaki ilişkilerin açıklığa kavuşmasına ve değişkenler arasındaki ilişkilerin derinlemesine açıklanmasına yardımcı olur (Fraenkel, Hyun & Wallen, 2011). Karma yöntem araştırmalarında nicel ve nitel verileri elde etmek için çeşitli yöntemler kullanmak problem durumunu kapsamlı bir şekilde incelemeyi sağlarken bu verileri elde etmek ve yorumlamak zaman isteyebilir (Tashakkori & Teddlie, 2010).

Karma yöntem araştırmalarının üç temel deseni vardır. Bunlar birleştirme (çeşitleme), açıklayıcı ardışık ve keşfedici ardışık desendir (Creswell, 2021). Bu araştırmada birleştirme (çeşitleme) deseni kullanılmıştır. Bu desende nitel ve nicel veriler ayrı ayrı toplanır ve analiz edilir. Veri analizi sonucu elde edilen sonuçlar birleştirilir ve problem durumuna farklı bir perspektiften bakılmasını sağlar (Creswell, 2021).

Bu doğrultuda fen bilgisi öğretmen adaylarının sosyobilimsel bir senaryo üzerinden sistemsel düşünme beceri düzeylerinin analizi için nitel ve nicel veriler ayrı ayrı toplanmıştır ve analiz edilmiştir. Ölçek verileri, kavram haritasının geliştirilen ölçek

doğrultusunda analizi ve yarı-yapılandırılmış görüşme sorularından elde edilen veriler birleştirilmiştir ve bütüncül bir şekilde yorumlanmıştır.

3.2 Katılımcılar

Karma yöntem araştırmalarında örneklem belirlenirken nicel ve nitel veri toplama süreçleri için örneklem seçimi, örneklem büyüklüğünün belirlenmesi ve örneklemde bulunacak katılımcılar önem taşımaktadır (Creswell, 2021). Bu araştırmada çalışma grubu uygun örnekleme yöntemi ile belirlenmiştir. Uygun örnekleme yönteminde araştırmacı çalışması doğrultusunda ulaşılabilir olan bireyleri seçer. Bu yöntemde katılımcılar örneklemin kendisini temsil ederken geniş bir popülasyona genelleme yapma amacı taşınmaz (Cohen, Manion & Morrison, 2007).

Bu doğrultuda çalışma grubunu oluşturan katılımcılar araştırmacının ulaşabileceği bireyler olarak seçilerek Ankara ilinde bulunan bir devlet üniversitesindeki Fen Bilgisi Eğitimi Ana Bilim Dalında eğitim görmekte olan farklı sınıf seviyelerindeki öğretmen adayları olarak belirlenmiştir. Katılımcılardan toplanan demografik bilgiler Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6

Katılımcılara Ait Demografik Bilgiler

Demografik Bilgi		N	%
Cinsiyet	Kadın	11	68.8
	Erkek	5	31.3
Toplam		16	100
Yaş	17-20	11	68.5
	21-23	2	12.6
	24-26	2	12.6
	27-29	1	6.3
Toplam		16	100
Sınıf Seviyesi	1	4	25
	2	4	25
	3	4	25
	4	4	25
Toplam		16	100
Yaşanılan Yer	İl	4	25
	İlçe	7	43.8
	Büyükşehir	5	43.8
Toplam		16	100

3.3. Veri Toplama Araçları

Karma yöntem modelinin benimsendiği bu araştırmada nicel ve nitel veriler çeşitli veri toplama araçları ile elde edilmiştir. Fen bilgisi öğretmen adaylarının sistemsel düşünme becerilerinin sosyobilimsel bir senaryo üzerinden analiz edilebilmesi amacıyla öncelikli olarak katılımcıların demografik bilgilerini elde etmek amacıyla Kişisel Bilgi Formu, sosyobilimsel senaryoların yer aldığı Sosyobilimsel Muhakemenin Nicel Değerlendirmesi Ölçeği (QuASSR), katılımcıların sosyobilimsel senaryo ile ilgili kavram haritalarını çizebilmeleri için bir doküman ve yarı-yapılandırımış görüşme soruları kullanılacaktır.

3.3.1 Kişisel Bilgi Formu

Bu araştırmada, katılımcıların demografik bilgileri araştırmacı tarafından hazırlanan ve bir alan uzmanından görüş alınarak son haline ulaştırılan "Kişisel Bilgi Formu" kullanılmıştır. Bu formda; katılımcıların cinsiyet, yaş, sınıf seviyesi ve yaşadıkları yer (kent, kırsal vb.) hakkında bilgi edinmek amacıyla maddeler bulunmaktadır. Ek olarak, sistemsel düşünme becerisi kavramını daha önceden duyup duymadıklarını tespit etmeye yönelik bir soru yer almaktadır. Ayrıca, formun başında çalışmanın amacının belirtildiği bir kısım bulunmaktadır. Kişisel Bilgi Formu Ek-1'de verilmiştir.

3.3.2. Sosyobilimsel Muhakemenin Nicel Değerlendirmesi Ölçeği

Bu araştırmada, katılımcıların sosyobilimsel muhakemelerini ölçmek amacıyla Romine, Sadler ve Kinslow (2017) tarafından geliştirilen ve Irmak (2020) tarafından Türkçe'ye çevirisi ve adaptasyonu yapılan "Sosyobilimsel Muhakemenin Nicel Değerlendirmesi Ölçeği (Quantitative Assessment of Socioscientific Reasoning-QuASSR)" kullanılmıştır. Ölçekte "Pavilion Wyoming'teki Hidrolik Kırılma" ve "Branville Koyu" isimli iki sosyobilimsel senaryo yer almaktadır (Irmak, 2020). Her iki senaryo için de 11 adet iki aşamalı soru bulunmaktadır. İki senaryoda da altıncı soru puanlanmamaktadır. İlk aşamada katılımcıların evet/hayır şeklinde bir seçim yapmaları, ikinci aşamada da yaptıkları seçime dair bir açıklama seçmeleri beklenmektedir (Romine vd., 2017). Ek olarak, bu ölçekte yer alan "Pavilion Wyoming'teki Hidrolik Kırılma" senaryosu katılımcıların sistemsel düşünme becerileri düzeylerini analiz etmek için çizdirilen kavram haritalarında kullanılmıştır.

Ölçeğin Cronbach Alfa güvenirlik katsayısı Romine vd. (2017) tarafından 0,79 olarak, Irmak (2020) tarafından ise 0,82 olarak hesaplanmıştır. Irmak(2020) tarafından Türkçe'ye çevrilen ve adapte edilen ölçeğin kullanımı için alınan izin Ek-2'de, ölçeğin kendisi Ek-3'te verilmiştir.

3.3.3. Kavram Haritası Çizim Kâğıdı

Bu araştırmada, katılımcılar "Sosyobilimsel Muhakemenin Nicel Değerlendirmesi" ölçeğinde yer alan "Pavilion Wyoming'teki Hidrolik Kırılma" sosyobilimsel senaryosu ile ilgili kavram haritalarını, araştırmacı tarafından hazırlanan "Kavram Haritası Çizim Kâğıdı" üzerinde oluşturmuşlardır. Katılımcılar daha önce aldıkları dersler ve ders içerikleri sebebiyle kavram haritası çizimine hakimlerdir. Bu sebeple çizim kağıdı üzerinde herhangi bir ek yönerge bulunmamaktadır. Bu doküman Ek-4'te verilmiştir.

3.3.4. Yarı-Yapılandırılmış Görüşme Soruları

Bu araştırmada, fen bilgisi öğretmen adaylarının "Pavilion Wyoming'teki Hidrolik Kırılma" sosyobilimsel senaryosu ilgili çizdikleri kavram haritalarının derinlemesine analizi ve sistemsel düşünme becerisinin ileri basamakları için katılımcılarla birebir olarak yarı-yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Yarı-yapılandırılmış görüşmelerde araştırmacının elinde bir soru listesi bulunur fakat soruların sorulma sırası konusunda esneklik bulunur. Görüşülen kişinin verdiği cevaplara istinaden farklı diyaloglar ortaya çıkabilir (Edwards & Holland, 2013). Bu doğrultuda araştırmacı tarafından yarı-yapılandırılmış görüşme soruları hazırlanmıştır. Uzman görüşü neticesinde toplamda 11 adet görüşme sorusu oluşturulmuştur. Tablo 7'de görüşme sorularının bir kısmı ve hangi sistemsel düşünme becerisi basamağını ölçmeyi hedeflediği verilmiştir. Yarı-yapılandırılmış görüşme sorularının tamamı Ek-5'te verilmiştir.

Tablo 7

Yarı Yapılandırılmış Görüşme Soruları ve Ölçülmesi Hedeflenen SDB Basamağı

Görüşme Sorusu	SDB Basamağı
Çizdiğiniz kavram haritasındaki bileşenler ve süreçler nelerdir?	SDB-1 SDB-2
Bu bileşenler ve süreçler arasındaki basit ilişkiler nelerdir? Bileşenler birbirleri ile nasıl etkileşimler kurmaktadır?	SDB-3
Bu bileşenler ve süreçlerin bir organizasyon içinde olduğunu düşünüyor musunuz? Eğer düşünüyorsanız bu organizasyonu biraz açıklar mısınız?	SDB-4
İncelediğiniz senaryoda dinamik bir yapı olduğunu düşünüyor musunuz?	SDB-5
İncelediğiniz senaryoda döngüsel bir süreç olduğunu düşünüyor musunuz?	SDB-6
Sadece bu senaryo özelinde düşünmediğinizde, daha geniş çevreler için benzer durumlarda genellemeler yapılabilir mi? Cevabınızı açıklayınız.	SDB-7
Çizdiğiniz harita üzerinde ilk bakışta göremediğiniz fakat derinlemesine düşündüğünüzde gizli boyutlar (ekonomik, kültürel, siyasi vb.) olduğunu düşünüyor musunuz? Eğer varsa, bunlar nelerdir ve senaryo üzerindeki etkisi nedir?	SDB-8
Bu senaryoda şu andaki durumun gelecekteki olası etkileri nelerdir?	SDB-9

3.4 Araştırma Uygulama Süreci

Fen bilgisi öğretmen adaylarının sistemsel düşünme beceri düzeylerinin sosyobilimsel bir senaryo üzerinden analizi için uygulama süreci, pilot çalışma ve esas çalışma olarak ikiye ayrılmıştır.

3.4.1 Pilot Uygulama Süreci

Pilot uygulama, esas uygulamanın daha küçük kapsamlı bir versiyonu olarak adlandırılabilir. İyi bir çalışma tasarlamak adına önemli bir adımdır (Van Teijlingen & Hundley, 2002). Bu doğrultuda, esas uygulama öncesinde pilot uygulama planlanmıştır. Pilot çalışma görüşme sorularının ve geliştirilen rubriğin etkisini test etmek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Pilot uygulama için aşağıda yer alan adımlar izlenmiştir.

1. Adım: Öncelikli olarak Etik Kurul Komisyonundan araştırma için etik izin alınmıştır. Etik kurul izni Ek-7'de verilmiştir.

2. Adım: Etik Kurul Komisyonundan alınan izni takiben pilot çalışmaya katılacak olan fen bilgisi öğretmen adayları belirlenmiştir. Toplamda dört öğrenci ile pilot uygulama

yürütülmüştür. Pilot uygulamaya katılan öğrencilerin demografik bilgileri Tablo 8'de verilmiştir.

Tablo 8

Pilot Uygulama Katılımcılarının Demografik Bilgileri

Katılımcı	Cinsiyet	Yaş	Sınıf Seviyesi	Yaşanılan Yer
Pilot-1	Erkek	19	2	İlçe
Pilot-2	Kadın	18	1	İl
Pilot-3	Kadın	20	3	İlçe
Pilot-4	Kadın	21	4	Büyükşehir

Tablo 4 incelendiğinde pilot çalışmaya üçü kadın biri erkek olmak üzere toplam dört öğrenci katılmıştır. Öğrenciler farklı sınıf seviyelerinden olup yaşları 18 ila 21 arasında değişmektedir. Pilot çalışmaya katılan öğrencilerden sadece bir tanesi sistemsel düşünme becerisini daha önce duymuştur ve "olaylara farklı bakış açılarından bakıp yorumlayabilme becerisi" olarak tanımlamıştır. Her katılımcı ile toplamda yaklaşık bir saatlik bir görüşme gerçekleştirilmiştir. Yarı yapılandırılmış görüşme kısmı ses kaydına alınmıştır ve katılımcılar bu konuda bilgilendirilmiştir.

Pilot çalışma sonucunda geliştirilen rubrik son haline ulaşmıştır. Ek olarak, görüşme sorularının birkaçında anlaşılırlığı arttırmak adına bazı düzeltmeler yapılmıştır.

3.4.2 Uygulama Süreci

Pilot uygulama sonrasında esas uygulama gerçekleştirilmiş ve nihai veriler toplanmıştır. Esas uygulama sürecinde aşağıda yer alan adımlar izlenmiştir.

1. Adım: Öncelikli olarak araştırmaya katılacak olan fen bilgisi öğretmen adayları belirlenmiştir. Katılımcılar uygun örnekleme yöntemine göre araştırmacının erişebildiği kitleden gönüllülük esasına göre seçilmiştir.
2. Adım: Araştırmaya katılmak için gönüllü olan farklı sınıf seviyelerindeki fen bilgisi öğretmen adayları belirlendikten sonra bir uygulama takvimi oluşturulmuştur ve her katılımcıya hangi gün ve saatte görüşme yapılacağına dair bilgi verilmiştir. Sırasıyla her bir katılımcı ile ortalama 60-75 dakikalık görüşmeler yapılmıştır.
3. Adım: Katılımcılara çalışmaya gönüllü katıldıklarına dair "Gönüllü Olur Formu" imzalatılmıştır. Bu dokümanda çalışma ile ilgili genel bilgiler yer almaktadır. Gönüllü Olur Formu Ek-6'da verilmiştir.

4. Adım: Katılımcıların Gönüllü Olur Formu aracılığı ile araştırma hakkında daha kapsamlı bir fikir edindikten sonra Kişisel Bilgi Formunu doldurmaları istenmiştir. Kişisel Bilgi Formu Ek-1'de verilmiştir.
5. Adım: Araştırmacı öncelikle görüşmeye başlamadan önce araştırmanın amacı, temel kavramları (sosyobilimsel konu, sistemsel düşünme becerisi ve kavram haritası çizimi) ile ilgili bir yönergeyi katılımcılara aktarmıştır. Ek olarak, bu yönergede katılımcılara kavram haritası çizerken yol gösterebilmesi açısından hiyerarşik ve hiyerarşik olmayan birer kavram haritası örneği de bulunmaktadır. Katılımcılar için hazırlanan tez yönergesi Ek-8'de verilmiştir.
6. Adım: Tez yönergesi açıklandıktan sonra öncelikli olarak katılımcılara iki adet sosyobilimsel senaryonun yer aldığı Sosyobilimsel Muhakemenin Nicel Değerlendirmesi ölçeği uygulanmıştır.
7. Adım: Sosyobilimsel Muhakemenin Nicel Değerlendirmesi ölçeğinin uygulanmasından sonra, katılımcılardan "Pavilion Wyoming'deki Hidrolik Kırılma" senaryosu ile ilgili kavram haritası çizmeleri istenmiştir.
8. Adım: Son olarak, katılımcılar ile çizdikleri kavram haritaları üzerinden toplamda 11 sorudan oluşan bir yarı-yapılandırılmış görüşme gerçekleştirilmiştir. Yarı-yapılandırılmış görüşme soruları Ek-5'te verilmiştir.

Sekiz adım da her bir katılımcı için tekrarlanmış ve veriler toplanmıştır.

3.5 Verilerin Analizi

Veri analizi, toplanan verilerden anlam çıkarmaya yönelik karmaşık bir süreçtir. Bu süreç, somut veri parçaları ile soyut kavramlar arasında gidip gelmeyi, tümevarımsal ve tümdengelimsel akıl yürütmeyi, betimleme ile yorumlamayı kapsar (Merriam, 2009).

Bu araştırmada, "Kişisel Bilgi Formu", "Sosyobilimsel Muhakemenin Nicel Değerlendirmesi Ölçeği", "Rubrikler" ve "Yarı-Yapılandırılmış Görüşme Soruları" aracılığıyla toplanan veriler analiz edilmiştir. Veri analizine dair detaylı bilgiler Tablo 9'da verilmiştir.

Tablo 9

Veri Analizine Dair Detaylar

Veri Toplama Aracı	Elde Edilen Veri	Veri Analiz Şekli
Kişisel Bilgi Formu	Katılımcılara ait demografik bilgiler	Betimsel istatistik ile demografik veriler analiz edilmiştir.
Sosyobilimsel Muhakemenin Nicel Değerlendirmesi Ölçeği	Katılımcıların sosyobilimsel muhakeme düzeyleri	Romine vd. (2017) tarafından önerilen çerçeve doğrultusunda analiz edilmiştir.
Kavram Haritası	Hiyerarşik sistemsel düşünme becerisinin ilk altı basamağı	Araştırmacı tarafından geliştirilen rubrik doğrultusunda analiz edilmiştir.
Yarı-Yapılandırılmış Görüşme Soruları	Kavram haritasının detaylı analizi ve hiyerarşik sistemsel düşünme becerisinin son üç basamağı	Tematik analiz yöntemi ve araştırmacı tarafından geliştirilen rubrik ile analiz edilmiştir.

3.5.1 Kişisel Bilgi Formu Aracılığıyla Elde Edilen Verilerin Analizi

Kişisel Bilgi Formu aracılığıyla toplanan veriler, çalışma grubunu betimlemek amacıyla kullanılmıştır. Bu verileri, betimleyici istatistik yöntemi ile elde edilmiştir. Betimleyici istatistik, veri setini tanımlamak ve değişkenler açısından katılımcıları tanımlamak için kullanılır (Tabachnick & Fidell, 2013). Katılımcıların kimlikleri gizli tutulmuştur ve her bir katılımcı K-1, K-2, K-3,…K-16 şeklinde adlandırılmıştır.

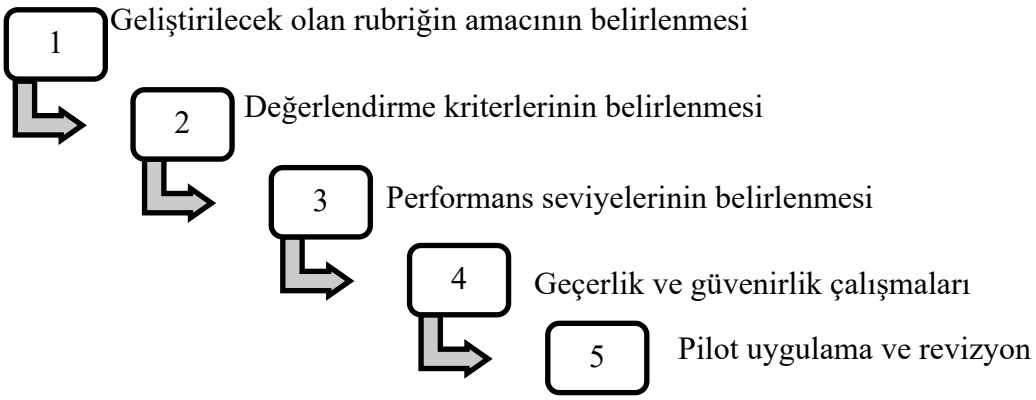
3.5.2 Sosyobilimsel Muhakemenin Nicel Değerlendirmesi Ölçeği Aracılığıyla Elde Edilen Verilerin Analizi

Sosyobilimsel Muhakemenin Nicel Değerlendirilmesi Ölçeği aracılığıyla elde edilen veriler, Romine vd. (2017) tarafından önerilen çerçeve doğrultusunda analiz edilmiştir. Ölçme aracında bulunan 11 adet çift aşamalı soruya verilen cevaplardaki şıklar 0, 1 veya 2 puana denk gelmektedir. 0=düşük seviye sosyobilimsel muhakeme, 1=orta seviye sosyobilimsel muhakeme ve 2=yüksek seviye sosyobilimsel muhakeme şeklinde puanlanmıştır. Her bir katılımcının sosyobilimsel muhakeme skorlarına ait veriler IBM SPSS programı aracılığıyla analiz edilmiştir ve sosyobilimsel muhakemenin her bir alt boyutu için (karmaşıklık, bakış açısı edinme, sorgulama ve şüphecilik) ilgili analizler yapılmıştır.

3.5.3 Kavram Haritası Çizimi Aracılığıyla Elde Edilen Verilerin Analizi

Katılımcıların Sosyobilimsel Muhakemenin Nicel Değerlendirilmesi Ölçeğinde yer alan "Pavilion Wyoming'teki Hidrolik Kırılma" sosyobilimsel senaryosu ile ilgili çizdikleri kavram haritaları, Assaraf ve Orion (2005) tarafından öne sürülen Hiyerarşik Sistemsel Düşünme Modeli'nin analiz ve sentez basamaklarını kapsayan ve araştırmacı tarafından geliştirilen rubrik doğrultusunda analiz edilmiştir.

Rubrikler, yapılandırılmış yanıtların kalitesini puanlamak veya değerlendirmek amacıyla kullanılır (Popham, 1997). Rubrik geliştirilirken izlenen aşamalar Şekil 3'te verilmiştir.



Şekil 3. Rubrik geliştirme süreci

Kavram haritalarının analizi için geliştirilen rubrik için Şekil 3'teki adımlar izlenmiştir ve rubrik geliştirme sürecine ait detaylar Tablo 10'da verilmiştir. Kavram haritası değerlendirme rubriği Ek-9'da yer almaktadır.

Tablo 10

Rubrik Geliştirme Basamakları

Rubrik Geliştirme Basamakları	
Rubriğin amacı	Bu rubriğin amacın katılımcıların çizdikleri kavram haritalarının sistemsel düşünme becerisinin analiz ve sentez basamaklarına göre analiz edilmesi olarak belirlenmiştir.
Değerlendirme kriterleri	Araştırmacı tarafından "Pavilion Wyoming'teki Hidrolik Kırılma" senaryosu ile ilgili sistemsel düşünme becerisi basamaklarını karşılayan bir tablo oluşturulmuştur ve her bir basamaktaki bileşen sayısına göre rubrik değerlendirme kriterleri belirlenmiştir.
Performans seviyeleri	Performans seviyeleri olarak 0=farkındalık yok, 1=yeni ortaya çıkan, 2=gelişmekte olan ve 3=gelişmiş seviyeleri kullanılmıştır.
Geçerlik ve güvenirlik	Geliştirilen rubriğin iç geçerliği için uzman görüşü alınmış iç tutarlığı için de bir alan uzmanı tarafından tekrar değerlendirme yapılmıştır.
Pilot uygulama ve revizyon	Geliştirilen rubrik pilot çalışma esnasında kullanılmıştır ve nihai haline ulaşmıştır.

Tablo 6 incelendiğinde, rubrik geliştirilirken öncelikle amacı belirlenmiştir ve ardından Pavilion Wyoming'teki Hidrolik Kırılma Senaryosu Bağlamında Sistemsel Düşünme Becerisi Basamakları tablosu oluşturulmuştur (Tablo 11). Rubriğin iç geçerliği için fen eğitimi alanında eğitim almış iki doktor alan uzmanından görüş alınmış ve bu doğrultuda düzenlemeler yapılmıştır. Ek olarak, iç tutarlık için bir başka araştırmacı verilerin bir kısmını tekrar analiz etmiştir. Pilot çalışma sonrası rubrik son haline ulaşmıştır.

Assaraf ve Orion (2005)'un önerdiği hiyerarşik düşünme modeli çerçevesinde geliştirilen rubrikte sistemsel düşünme becerisinin analiz ve sentez basamakları ayrı ayrı, performans kriterleri dahilinde puanlanmıştır.

Tablo 11

Pavilion Wyoming'teki Hidrolik Kırılma Senaryosu Bağlamında Sistemsel Düşünme Becerisi Basamakları

SDB Basamağı	
SDB-1 Sistemin bileşenlerini tanıma	Toplum -Pavilion kasabası halkı: Amerika'nın Wyoming eyaletimde yer alan, 240 nüfuslu hidrolik kırılma bölgesinin yakınında bulunan Pavilion kasabasında yaşayan halktır. -Çevre Koruma Ajansı (EPA) ve Birleşik Devletler Jeoloji Kurumu (BMJK): Hidrolik kırılmanın sebep olabileceklerini araştıran kuruluşlardır. -Sondaj şirketi: Hidrolik kırılma sürecini yürüten şirkettir. - Pavilion kasabası ekonomisi: Petrol ve gaz endüstrisinin önemli bir yeri vardır. Çevre -Kimyasallar (metan, etan ve propan): Yeraltı su tabakasını kirleten çözünmüş organik gazlardır. -Yeraltı su tabakası: Pavilion halkının suyunu temin ettiği doğal kaynaktır. -Yapay çatlaklar: Hidrolik kırılma sonucu oluşan çatlaklardır. -Doğalgaz: Hidrolik kırılma sonucu elde edilmeye çalışılan maddedir. -Şist tabakası: Basınçlı suyun aralarına gönderildiği tabakadır. -Kum parçacıkları: Hidrolik kırılma esnasında kullanılan basınçlı suya karışan parçacıklardır.
SDB-2 Sistem içindeki süreçleri tanıma	Çevresel -Hidrolik kırılma yöntemi: Kimyasal ve kum ile karıştırılmış basınçlı suyun şist tabakalarının arasına gönderilmesi suretiyle çatlaklar oluşturarak doğal gaz eldesidir. -Su kirliliği: Pavilion kasabasının yeraltı su kaynaklarının olası bir ihtimal hidrolik kırılma sonucu kirlenmesidir.

	Toplumsal -Doğalgaz çıkışı: Hidrolik kırılma ile doğalgaz eldesi ve ekonomiye etkisidir. Bilimsel -Araştırma: EPA ve BMJK tarafından yapılan veri toplama ve araştırma sürecidir.
SDB-3 Sistemin bileşenleri arasındaki ilişkileri tanıma	-Hidrolik kırılma ve doğalgaz çıkışı: Hidrolik kırılma ile basınçlı suyun şist tabakalarında ilerlemesi sonucu doğalgaz eldesidir. -Pavilion kasabası ve yeraltı su tabakası: Pavilion kasabası sakinlerinin su ihtiyacını yeraltı su tabakasından sağlaması ve bu su kaynağının hidrolik kırılma sonucu kirlendiği iddiasıdır. -Petrol ve gaz endüstrisi ve Wyoming kasabası ekonomisi: Petrol ve gaz endüstrisinin Wyoming kasabasının ekonomisi ile ilişkisidir. -Taraflar ve kirlilik iddiaları: EPA, BMJK ve sondaj şirketi ve kirlilik iddiaları arasındaki ilişki ve araştırma sürecidir.
SDB-4 Sistemin bileşenlerini ve süreçlerini ilişkiler çerçevesinde organize etme	-Hidrolik kırılma: Kum parçacıkları, basınçlı su ile karışarak yapay çatlaklar oluşturup doğalgaz çıkışı sağlar. -Su kirliliği: Hidrolik kırılma sonucu oluştuğu düşünülen su kirliliği ve bu kirliliğe yönelik yapılan araştırmalardır. -Pavilion Kasabası'nın ekonomisi: Hidrolik kırılma faaliyeti sonucu doğalgaz çıkışının kasaba halkının ekonomisini etkilemesidir.
SDB-5 Sistem içindeki dinamik ilişkileri tanıma	-Hidrolik kırılma faaliyeti ve yeraltı suları: Hidrolik kırılma faaliyetleri zaman içinde yeraltı su tabakasında dinamik değişimlere yol açabilir ve kirliliğe sebep olabilir. -Hidrolik kırılma faaliyeti ve araştırma süreci: EPA ve BMJK'nin su kirliliği konusundaki bulguları zamanla geliştikçe, sondaj şirketlerinin savunmaları da değişebilir. Bulgular ve sonuçlar değiştikçe hidrolik kırılma faaliyetinin devamlılığı da değişebilir. -Kasaba halkının sağlığı: Yeraltı su kirliliği ile olası sağlık sorunları arasında bağlantı kurulması durumu, çeşitli çevresel ve ekonomik düzenlemelere gidilmesine sebep olabilir.

SDB-6 Sistemin döngüsel doğasını anlama	-Hidrolik kırılma faaliyeti ve su kirliliği döngüsü: Hidrolik kırılma faaliyetleri, yeraltı su tabakasının metan, etan ve propan gibi gazlarla kirlenmesine yol açabilir. -Ekonomik faaliyetler ve düzenlemeler: Hidrolik kırılma faaliyetleri Pavilion kasabasının ekonomisine önemli katma değer sağlarken, aynı zamanda yerel ekolojik sistemlerde değişikliklere ve su kirliliğine yol açabilir. Artan kirlilik, çevresel düzenlemelerin sıkılaşmasına yol açabilir, bu da ekonomik geliri ve istihdamı olumsuz etkileyebilir. Ekonomik baskılar, kaynakların daha hızlı ve belki de daha az sürdürülebilir şekillerde kullanılmasına neden olabilir, bu da çevresel etkileri artırabilir. -Toplumsal ve politik döngü: Kirlilik seviyelerindeki artış, halkın daha fazla sağlık ve güvenlik endişesi duymasına neden olabilir, bu da kamuoyu baskısını artırarak politikacıları harekete geçmeye zorlayabilir. Yeni yasa ve düzenlemeler getirilmesi, şirketlerin operasyonlarını değiştirmelerine veya durdurmalarına yol açabilir.
SDB-7 Genellemeler yapma	Su Kirliliği ve Çevresel Etkiler: Hidrolik kırılma faaliyetleri, yerel su kaynaklarının kimyasal kirlenme riskiyle karşı karşıya kalmasına neden olabilir. Ekonomi ve Çevre İlişkisi: Doğal kaynakların çıkarılması, yerel ekonomilere büyük katkı sağlayabilir; ancak bu tür ekonomik kazançlar çevresel bozulma ve kamusal sağlık üzerinde negatif etkiler bırakabilir. Toplumun Çevresel Endişeleri ve Düzenlemeler: Çevreye zarar verdiği düşünülen endüstriyel faaliyetler yerel halkın tepkisiyle karşılaşabilir. Bu tepkiler, kamu politikalarını şekillendiren kritik faktörler olabilir ve endüstriyel uygulamaların yeniden değerlendirilmesine yol açabilir. Bilim ve Politika Etkileşimi: Bilimsel bulgular, genellikle çevresel düzenlemelerin ve politikaların temelini oluşturur. Bilim insanlarının çevresel etkiler üzerine yaptıkları araştırmalar, düzenleyici kurumlar

	ve politikacılar için başlıca referans noktası olabilir. Yerel ve Küresel Etkiler: Yerel seviyedeki çevresel sorunlar, genellikle daha geniş bölgesel veya küresel bağlamda yankı bulabilir. Örneğin, bir bölgede yaşanan su kirliliği sorunu, benzer iklim ve yer altı yapısına sahip diğer bölgelerde de dikkatli bir inceleme ve düzenleyici eylem gerektirebilir.
SDB-8 Sitemin gizli boyutlarını anlama	İnsan sağlığına etki Hidrolik kırılma faaliyetinin devamının veya durdurulmasının ekonomi üzerindeki etkisi Su kirliliğinin çevreye ve canlılara verebileceği etki Politik sebeplerin hidrolik kırılma faaliyetinin devamlılığına etkisi
SDB-9 Zamansal düşünme: geçmiş ve gelecek	Ekosistem dengesi: Yeraltı tabakasındaki suların kirlenmesi ekosistemin dengesini bozabilir. Halk sağlığı: Yeraltı tabakasındaki suların kirlenmesi halk sağlığını tehlikeye atabilir. Ekonomik dinamikler: Ekosistemi ve halk sağlığını tehlikeye atabilecek ekonomik faaliyetlerde düzenlemeye gidilebilir. Ekonomide gelişme veya gerileme yaşanabilir. Politik etkiler: Toplumsal etkiler politik değişikliklere sebep olabilir..

3.5.4 Yarı-Yapılandırılmış Görüşme Soruları Aracılığıyla Elde Edilen Verilerin Analizi

Katılımcıların Sosyobilimsel Muhakemenin Nicel Değerlendirilmesi Ölçeğinde yer alan "Pavilion Wyoming'teki Hidrolik Kırılma" sosyobilimsel senaryosu ile ilgili çizdikleri kavram haritalarının derinlemesine analizi ve sistemsel düşünme becerisinin uygulama basamaklarının analizi için yapılmış olan yarı-yapılandırılmış görüşmeler, MAXQDA programı aracılığıyla analiz edilmiştir.

Öncelikli olarak kodlama aşamasına geçilebilmesi için görüşmeler transkript edilmiştir. Görüşmeler katılımcıların bilgisi dahilinde ses kaydına alınmıştır ve araştırmacı tarafından yazıya dökülmüştür. Ardından temaları tanımlamak adına öncelikli olarak geniş fakat sonrasında daraltılabilecek olan kod seti oluşturulmuştur ve transkript edilen veriler kodlanmıştır (Creswell, 2009). Son olarak kod seti daraltılmıştır ve nihai haline ulaşmıştır. Kodlama aşamasından sonra, bu kodlar üzerinden sistemsel düşünme becerisini uygulama basamaklarının analizi için araştırmacı tarafından ikinci bir rubrik geliştirilmiştir. Bu rubrik geliştirilirken Şekil 2'de yer alan Rubrik Geliştirme Süreci basamakları takip edilmiştir ve Tablo 10'da yer alan Rubrik Geliştirme Basamaklarına göre hazırlanmıştır. Her bir basamak için performans kriterleri doğrultusunda puanlama yapılmıştır. Yarı-yapılandırılmış görüşme soruları değerlendirme rubriği Ek-10'da yer almaktadır.

3.6. Geçerlik ve Güvenirlik

Karma yöntem araştırmalarında nicel ve nitel yöntemler bir arada kullanılarak ele alınan araştırma durumuna daha kapsamlı bir şekilde yaklaşılır. Birbirinden farklı veri türlerini birleştirirken araştırmanın geçerliğine ve güvenirliğine dikkat etmek gerekir. Geçerlik, bir ölçme aracının veya bir yöntemin ölçmek istenen özelliği ne derece doğru bir şekilde ölçtüğü ile ilgilidir (Tashakkori & Teddlie, 2010). Bu araştırmada kapsam geçerliliği için uzman görüşü alınmıştır (Yıldırım & Şimşek, 2021). Kapsam geçerliliği, ölçme aracının amaçladığı bilgiyi, davranışı veya beceriyi ne ölçüde kapsadığını ve temsil ettiğini ifade eder (Yurdugül, 2005). Araştırmacı tarafından hazırlanan yarı yapılandırılmış görüşme soruları fen bilgisi eğitimi alanında uzman olan iki araştırmacıya görüş alınmak üzere sunulmuştur ve uzmanların görüşleri doğrultusunda yarı yapılandırılmış görüşme soruları revize edilmiştir. Nicel ve nitel türden farklı veriler toplanmış ve bir arada bütüncül bir şekilde yorumlanmıştır. Güvenirlik bir ölçme aracının veya uygulama sürecinin tutarlılığı

ile ilgilidir. Bir araştırmanın benzer koşullarda benzer sonuçlar vermesi araştırmanın güvenirliğini arttırır (Creswell & Plano Clark, 2018). Araştırma kapsamında kullanılan QuASSR ölçeğinin güvenirliği için Cronbach's Alfa güvenirlik katsayısı Romine vd. (2017) tarafından 0,79 olarak, Irmak (2020) tarafından ise 0,82 olarak hesaplanmıştır. Cronbach's alfa güvenirlik katsayısı ölçme aracında yer alan maddelerin birbirleriyle ne derece tutarlı bir ölçüm yaptığını yani iç tutarlılığı gösterir (Tabachnick & Fidell, 2013). .80 ve üstü bir araştırma için iyi güvenirlik göstergesidir. Yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen veriler araştırmacı tarafından kodlandıktan sonra, kodların tutarlılığı ve araştırmanın güvenirliği adına, yapılan kodlamaların ne derece uyuştuğunu saptamak içi eş kodlayıcı tarafından verilerin bir kısmı tekrardan kodlanmıştır (Gibbs, 2007). Kodlayıcılar arasındaki görüş birliği yüzdesine Miles ve Huberman (1994) tarafından önerilen görüş birliği-görüş ayrılığı formülü ile bakılmıştır. Bu doğrultuda her iki kodlayıcı arasındakı uyum yüzdesi .91 olarak elde edilmiştir. Bu değer araştırma için mükemmel uyum göstergesidir.

BÖLÜM IV

BULGULAR

Bu bölümde araştırma süresince toplanan verilerin analiz edilmesi sonucu elde edilen bulgulara yer verilmiştir.

4.1 Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Sistem Tanımlarına Dair Bulgular

Araştırmaya katılan fen bilgisi öğretmen adaylarına yarı-yapılandırılmış görüşme esnasında "Sizce sistem nedir" sorusu yöneltilmiştir ve bir sistem tanımı yapmaları istenmiştir. Tematik analiz sonucu oluşturulan temalar ve kodlar ve bu temalara ve kodlara ait frekanslar ve yüzdeler Tablo 12'de verilmiştir.

Tablo 12

Katılımcıların Sistem Tanımlarına Dair Frekans Tablosu

Tema	Kod	f	%
Etkileşim	etkileşim	1	4,55
	işbirliği	1	4,55
Toplam		2	9.10
Süreç	işleyiş	1	4,55
	olay dizisi	2	9.10
	nedensellik	1	4,55
	döngü	1	4,55
	süreç	1	4,55
Toplam		6	27,30
Yapı	düzen	4	18,20
	uyum	1	4,55
	bütün	5	22,75
	yapı	1	4,55
	hiyerarşik	1	4,55
	biyolojik sistem	2	9.10
Toplam		14	63,70
Genel Toplam		22	100

Tablo 8 incelendiğinde fen bilgisi öğretmen adaylarının sistem tanımları; etkileşim, süreç ve yapı olmak üzere üç tema altında toplanmıştır. Katılımcıların ifadeleri sistemi tanımlarken en çok yapı teması altında bulunan düzen (f=4) ve bütün (f=5) kodlarında toplanmıştır. Ek olarak, fen bilgisi öğretmen adaylarının sistem tanımları en az etkileşim teması altında toplanırken en çok yapı teması altında toplanmıştır. Şekil 4'te kodların frekansına göre oluşturulan kod bulutu incelendiğinde de bütün kodunun en sık tekrarlandığı görülmektedir.



Şekil 4. Fen bilgisi öğretmen adaylarının sistem tanımlarına göre oluşturulan kod bulutu

Katılımcıların "etkileşim" teması dahilinde yer alan etkileşim ve iş birliği kodlarına dair ifadeleri Tablo 13'te verilmiştir.

Tablo 13

Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Etkileşim Temasına Ait İfadeleri

Kod	Katılımcı İfadesi
Etkileşim	K-2: *Barındırdığı ögeler arasında birtakım alışverişler oluşan ve bazı durumlarda çevresiyle alışveriş yapabilen, bazı durumlarda yapamayan bir ögeler bütündür diyebilirim.*
İş birliği	K-11: *Birkaç olayın yani organizmanın diyeyim, birleşerek bir işi gerçekleştirmesi.*

Katılımcıların "süreç" teması dahilinde yer alan işleyiş, olay dizisi, nedensellik, döngü ve süreç kodlarına dair ifadeleri Tablo 14'te verilmiştir.

Tablo 14

Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Süreç Temasına Ait İfadeleri

Kod	Katılımcı İfadesi
İşleyiş	K-15: *Sistem genel işleyiş yani.*
Olay dizisi	K-8: *Yani sistem belli parçalardan oluşmuş. Onların ortaklaşa hareketiyle yani birbirlerini desteklemesiyle ya da birbirlerinin devamı niteliğinde hareketler göstererek oluşturulan bir bütün.* K-13: *Sistem, olayların belli bir sırayla birbirini takip ederek oluşturduğu bir olay ya da olaylar topluluğu.*
Nedensellik	K-7: *Sistem benim için daha böyle genel bir kavram. O sistemin altı yapısında yatan parçaların işte sebeplerin sonucu bu sistemi oluşturduğunu daha doğrusu düşünüyorum. Sistemin daha kapsamını onu oluşturan daha alt basamakta nicel ya da nitel sebepler olduğunu.*
Döngü	K-14: *Sistem deyince aklıma bir döngü geliyor. Bu herhangi bir döngü de olabilir. Süreksiz olacak şekilde ama gerekirse sürekli olduğu kısımlar da var.*
Süreç	K-1: *Bir ürüne gitmek için bütün aşama basamaklarına sistem deniyor.*

Katılımcıların "yapı" teması dahilinde yer alan düzen, uyum, bütün, yapı ve hiyerarşik kodlarına dair ifadeleri Tablo 15'te verilmiştir.

Tablo 15

Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Yapı Temasına Ait İfadeleri

Kod	Katılımcı İfadesi
Düzen	K-5: *Sistem, belirli bir düzen içinde işleyen bir yapı.* K-6: *Belli bir düzen.* K-12: *Düzen.* K-16: *Sistem genellikle hep belli bir düzende devam etmesidir bir şeyin.*
Uyum	K-10: *Onu oluşturan parçaların hepsinin uyumlu bir şekilde çalışması.*
Bütün	K-2: *Bir ögeler bütünüdür.* K-3: *Küçük parçaların bir araya gelerek büyük bir bütün oluşturması.* K-6: *Yani sistem belli bir bütünün parçası geliyor aklıma. Belli bir bütün parçalarının birleşmesi topluluğu.* K-9: *Olaylar bütünüdür bence.*
Yapı	K-13: *Bir yapı.*
Hiyerarşik	K-15: *Daha çok hiyerarşik bir sistem geliyor aklıma.*
Biyolojik sistem	K-4: *Sistem deyince aklıma biyolojideki sistemler geliyor. Sindirim sistemi, üriner sistem gibi.*

4.2 Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Sosyobilimsel Muhakeme Becerilerine Dair Bulgular

Araştırmaya katılan fen bilgisi öğretmen adaylarının sosyobilimsel muhakeme becerilerini ölçmek adına Romine vd. (2017) tarafından geliştirilen ve Irmak (2020) tarafından Türkçe'ye çevirisi ve adaptasyonu yapılan QuASSR ölçme aracı kullanılmıştır. Ölçeğin karmaşıklık, bakış açısı edinme, şüphecilik ve sorgulama olmak üzere dört alt boyutu bulunmaktadır. Tablo 16'da alt boyutlara dair betimsel istatistik sonuçları verilmiştir.

Tablo 16

Sosyobilimsel Muhakeme Becerisi Betimsel İstatistik Sonuçları

SBM Boyutları	Ortalama	Standart Sapma	Skewness (Çarpıklık)	Kurtosis (Yığılma)
Karmaşıklık	1.27	0.36	-0.90	-0.27
Bakış açısı edinme	1.45	0.38	-0.17	-0.57
Sorgulama	1.19	0.47	-0.34	-0.34
Şüphecilik	1.03	0.63	-0.05	-1.11
PWHK	1.34	0.29	-0.67	-0.16
BK	1.08	0.37	0.06	-0.63
SBM	1.21	0.26	-0.18	-1.12

Not: PWHK: Pavilion Wyoming'teki Hidrolik Kırılma, BK: Branville Koyu

Romine vd. (2017) tarafından QuASSR ölçeği analiz edilirken aşağıdaki puanlama çerçevesi kullanılmıştır:

0=düşük sosyobilimsel muhakeme

1=orta sosyobilimsel muhakeme

2=yüksek sosyobilimsel muhakeme

Bu doğrultuda fen bilgisi öğretmen adaylarının sosyobilimsel muhakeme becerileri düzeyleri Tablo 17'de verilmiştir.

Tablo 17

Katılımcıların Sosyobilimsel Muhakeme Becerileri

Sosyobilimsel Muhakeme Düzeyi	f	%	Katılımcılar
0	3	18.75	K-8 K-9 K-10
1	13	81,25	K-1 K-2 K-3 K-4 K-5 K-6 K-7 K-11 K-12 K-13 K-14 K-15

			K-16
2	0	0	-

Tablo 17 incelendiğinde, üç katılımcının sosyobilimsel muhakeme beceri düzeyinin düşük ve 13 katılımcının sosyobilimsel muhakeme beceri düzeyinin orta olduğu görülmektedir. Yüksek düzeyde sosyobilimsel muhakeme becerisine sahip katılımcı bulunmamaktadır.

4.2.1 Karmaşıklık Alt Boyutuna Dair Bulgular

Fen bilgisi öğretmen adaylarının sosyobilimsel muhakeme becerilerinin karmaşıklık alt boyutuna dair bulguları Tablo 18'de verilmiştir.

Tablo 18

Karmaşıklık Alt Boyutu

Sosyobilimsel Muhakeme Düzeyi	f	Katılımcılar
0	3	K-2 K-8 K-14
1	13	K-1 K-3 K-4 K-5 K-6 K-7 K-9 K-10 K-11 K-12 K-13 K-15 K-16
2	0	-

Tablo 18 incelendiğinde, üç katılımcının karmaşıklık alt boyutuna dair sosyobilimsel muhakeme düzeyinin düşük, 13 katılımcının ise karmaşıklık alt boyutuna dair sosyobilimsel muhakeme düzeyinin orta olduğu görülmektedir. Bu alt boyutta yüksek sosyobilimsel muhakeme düzeyi gösteren katılımcı bulunmamaktadır.

4.2.2 Bakış Açısı Edinme Alt Boyutuna Dair Bulgular

Fen bilgisi öğretmen adaylarının sosyobilimsel muhakeme becerilerinin bakış açısı edinme alt boyutuna dair bulguları Tablo 19'da verilmiştir.

Tablo 19

Bakış Açısı Edinme Alt Boyutu

Sosyobilimsel Muhakeme Düzeyi	f	Katılımcılar
0	1	K-12
1	12	K-1 K-2 K-3 K-5 K-6 K-8 K-9 K-10 K-11 K-13 K-14 K-15
2	3	K-4 K-7 K-16

Tablo 19 incelendiğinde, bir katılımcının bakış açısı edinme alt boyutuna dair sosyobilimsel muhakeme düzeyinin düşük, 12 katılımcının bakış açısı edinme alt boyutuna dair sosyobilimsel muhakeme düzeyinin orta ve üç katılımcının bakış açısı edinme alt boyutuna dair sosyobilimsel muhakeme düzeyinin yüksek olduğu görülmektedir.

4.2.3 Sorgulama Alt Boyutuna Dair Bulgular

Fen bilgisi öğretmen adaylarının sosyobilimsel muhakeme becerilerinin sorgulama alt boyutuna dair bulguları Tablo 20'de verilmiştir.

Tablo 20

Sorgulama Alt Boyutu

Sosyobilimsel Muhakeme Düzeyi	f	Katılımcılar
0	5	K-6 K-9 K-10 K-15 K-16
1	10	K-1 K-2 K-3 K-5 K-7 K-8 K-11 K-12 K-13 K-14
2	1	K-4

Tablo 20 incelendiğinde, beş katılımcının sorgulama alt boyutuna dair sosyobilimsel muhakeme düzeyinin düşük, 10 katılımcının sorgulama alt boyutuna dair sosyobilimsel muhakeme düzeyinin orta ve bir katılımcının sorgulama alt boyutuna dair sosyobilimsel muhakeme düzeyinin yüksek olduğu görülmektedir.

4.2.4 Şüphecilik Alt Boyutuna Dair Bulgular

Fen bilgisi öğretmen adaylarının sosyobilimsel muhakeme becerilerinin şüphecilik alt boyutuna dair bulguları Tablo 21'de verilmiştir.

Tablo 21

Şüphecilik Alt Boyutu

Sosyobilimsel Muhakeme Düzeyi	f	Katılımcılar
0	7	K-1 K-8 K-9 K-10 K-11 K-13 K-14
1	8	K-2 K-3 K-4 K-5 K-6 K-7 K-15 K-16
2	1	K-12

Tablo 21 incelendiğinde, yedi katılımcının şüphecilik alt boyutuna dair sosyobilimsel muhakeme düzeyinin düşük, sekiz katılımcının şüphecilik alt boyutuna dair sosyobilimsel muhakeme düzeyinin orta ve bir katılımcının şüphecilik alt boyutuna dair sosyobilimsel muhakeme düzeyinin yüksek olduğu görülmektedir.

4.3 Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Sistemsel Düşünme Beceri Düzeylerine Dair Bulgular

Sistemsel düşünme becerisinin analiz ve sentez dahilindeki ilk altı basamağı kavram haritası ile uygulama dahilindeki son üç basamağı ile yarı yapılandırılmış görüşme ile analiz edilmiştir. Sistemsel düşünme becerisinin her bir basamağına ait bulgular ayrı ayrı sunulmuştur. Kavram haritası çizimlerinin detaylı analizleri için yarı yapılandırılmış görüşmelerde de katılımcılara çizimlerine dair sorular yöneltilmiştir.

Tablo 22'de fen bilgisi öğretmen adaylarının sistemsel düşünme becerilerinin düzeyi verilmiştir.

Tablo 22

Katılımcıların Sistemsel Düşünme Beceri Düzeyleri

Sistemsel Düşünme Becerisi Düzeyi	f	%	Katılımcılar
0	0	0	-
1	6	37,50	K-3 K-8 K-9 K-10 K-11 K-12
2	9	56,25	K-1 K-2 K-4 K-5 K-6 K-7 K-14 K-15 K-16
3	1	6,25	K-13

Tablo 22 incelendiğinde, altı katılımcının sistemsel düşünme becerisinin yeni ortaya çıktığı, dokuz katılımcının sistemsel düşünme becerisinin gelişmekte olduğu ve bir katılımcının sistemsel düşünme becerisinin gelişmiş olduğu görülmektedir. Sistemsel düşünme becerisine dair farkındalık geliştirmemiş katılımcı bulunmamaktadır.

4.3.1 SDB-1 Sistemin Bileşenleri Tanıma Basamağına Dair Bulgular

Katılımcıların kavram haritası oluşturdukları "Pavilion Wyoming'teki Hidrolik Kırılma" sosyobilimsel senaryoya dair bileşenler toplum ve çevre olmak üzere iki genel temada toplanmıştır. Bileşenler aşağıdaki gibidir:

Toplum

Kasaba Halkı

Kasaba Ekonomisi

Sondaj Şirketi

EPA ve BMJK

Çevre

Kimyasallar

Kum Parçacıkları

Yeraltı Su Tabakası

Şist Tabakası

Doğalgaz

Yapay Çatlaklar

Bileşenlerin detaylı açıklaması Tablo 11 Pavilion Wyoming'teki Hidrolik Kırılma Senaryosu Bağlamında Sistemsel Düşünme Becerisi Basamakları tablosunda verilmiştir. Her bir katılımcının kavram haritasındaki bileşenler belirlenmiş ve araştırmacı tarafından geliştirilen rubriğe göre skorlanmıştır. Bu rubriğe göre;

katılımcı eğer hem toplum hem de çevre temalarından bileşenlere kavram haritasında yer verdiyse 3 (gelişmiş) ile,

katılımcı eğer toplum veya çevre temalarından yalnızca birine ait bileşenlere kavram haritasında yer verdiyse 2 (gelişmekte olan) ile,

katılımcı toplum veya çevre temalarına ait olmayan bir bileşene kavram haritasında yer verdiyse 1 (yeni ortaya çıkan) ile,

ve katılımcı herhangi bir bileşene kavram haritasında yer vermediyse 0 (farkındalık yok) ile puanlanmıştır.

Bu doğrultuda fen bilgisi öğretmen adaylarının SDB-1 bağlamında hangi rubrik seviyesini karşıladıklarına dair frekans tablosu aşağıda verilmiştir.

Tablo 23

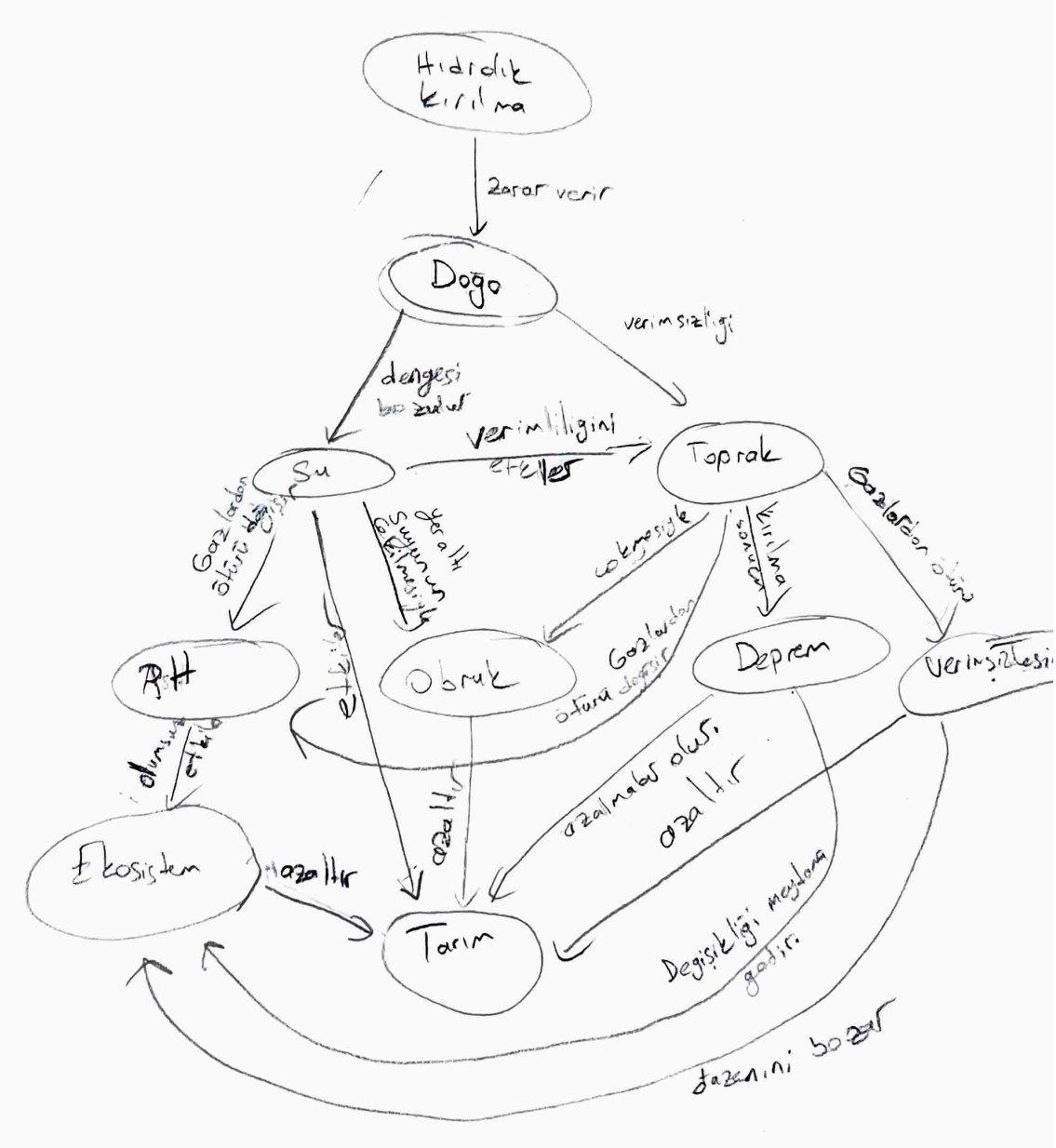
SDB-1 Frekans Tablosu

Seviye	Katılımcılar	f	%
0=Farkındalık yok	-	0	0
1=Yeni ortaya çıkan	K-3	3	18,75
	K-10		
	K-12		
2=Gelişmekte olan	K-1	7	43,75
	K-2		
	K-7		
	K-8		
	K-9		
	K-11		
	K-14		
3=Gelişmiş	K-4	6	37,50
	K-5		
	K-6		
	K-13		
	K-15		
	K-16		

Tablo 23 incelendiğinde sistemin bileşenlerini anlama basamağında; üç katılımcının beceri düzeyinin yeni ortaya çıkan olduğu, yedi katılımcının beceri düzeyinin gelişmekte olan olduğu ve altı katılımcının beceri düzeyinin gelişmiş olduğu görülmektedir. Bu basamağa dair farkındalık göstermeyen katılımcı bulunmamaktadır.

4.3.1.1 Yeni Ortaya Çıkan Düzeyine Ait Örnek Kavram Haritası

Üç katılımcının SDB-1'e yönelik beceri düzeyinin yeni ortaya çıktığı bulgusuna varılmıştır. Bu düzeydeki katılımcılar çevre ve toplum temasına ait bileşenlere yer vermeyip farklı bileşenlere yer vermişlerdir. Şekil 5'te örnek kavram haritası verilmiştir.



Şekil 5. K-3'e ait kavram haritası

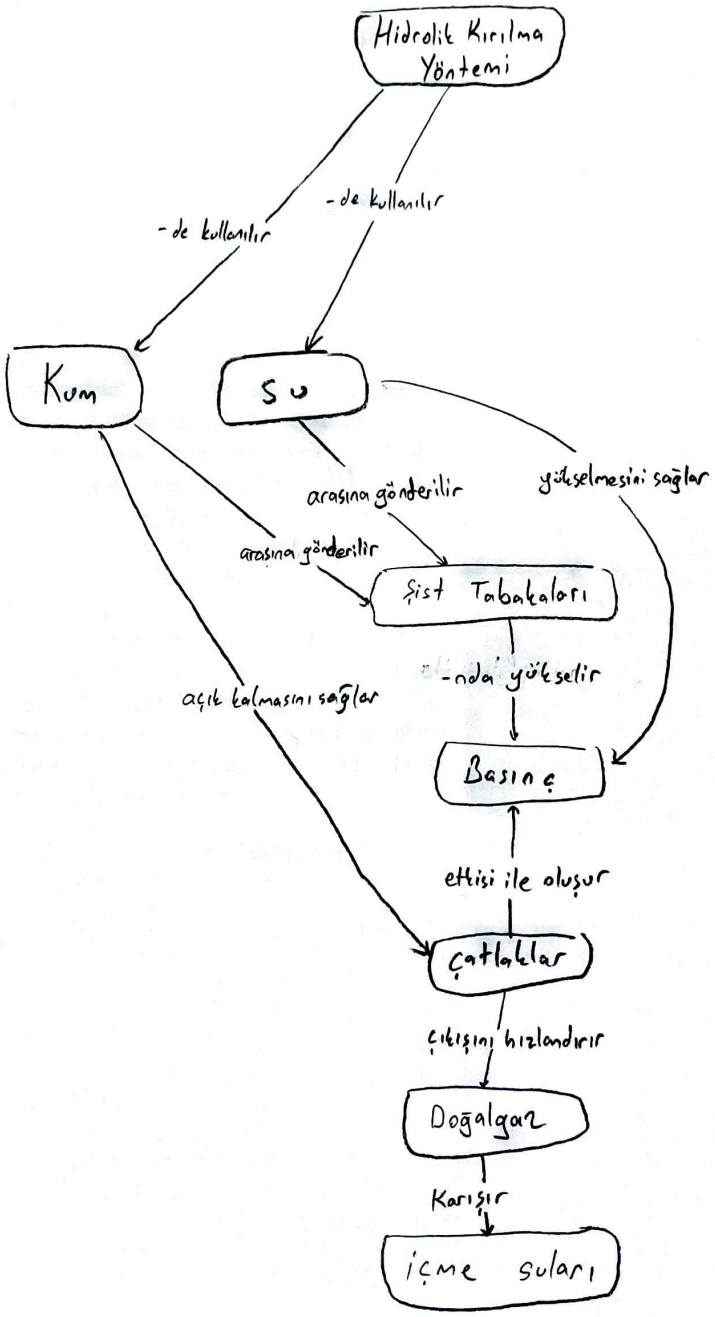
Katılımcı-3'e ait kavram haritası incelendiğinde belirtilen senaryo bağlamındaki toplum ve çevre temalarına ait kavramların yer almadığı farklı bileşenlere yer verildiği görülmektedir. Bu sebeple katılımcının SDB-1 düzeyi yeni ortaya çıkan (1) olarak değerlendirilmiştir.

Yarı yapılandırılmış görüşmelerde katılımcıya kavram haritasındaki bileşenlerin neler olduğu sorulmuştur. Katılımcının cevabı aşağıdaki gibidir:

"Burada su ve toprak oluyor. Buna bağlı olarak pek fazla bir şey yok. Doğa oluyor kendisi, ekosistem oluyor burada. En çok bileşen bunlar".

4.3.1.2 Gelişmekte Olan Düzeyine Ait Örnek Kavram Haritası

Yedi katılımcının SDB-1'e yönelik beceri düzeyinin gelişmekte olduğu bulgusuna varılmıştır. Bu düzeydeki katılımcılar kavram haritalarında yalnızca çevre veya toplum temasına ait bileşenlere yer vermişlerdir. Yalnızca çevre temasına ve yalnızca toplum temasına dair bileşenlere yer veren örnek kavram haritaları Şekil 6 ve Şekil 7'de verilmiştir.



Şekil 6. K-2'ye ait kavram haritası

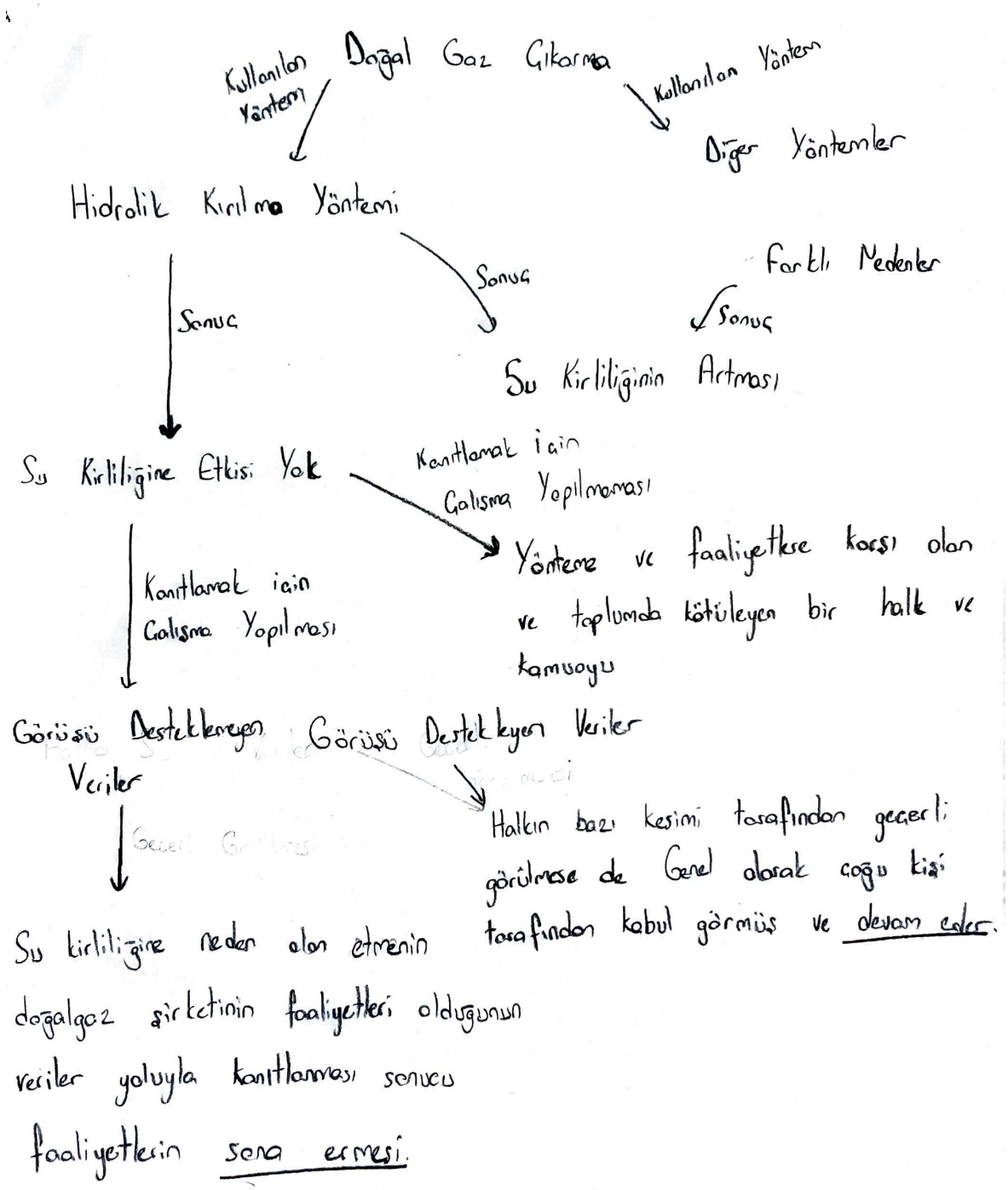
Katılımcı-2'ye ait kavram haritası incelendiğinde belirtilen senaryo bağlamındaki toplum ve çevre temalarından sadece çevre temasına ait bileşenlere yer verildiği görülmektedir. Kavram haritasında çevre temasına ait bileşenler;

su tabakası
çatlaklar
doğalgaz
şist tabakası
kum olarak belirtilmiştir.

Bu sebeple katılımcının SDB-1 düzeyi gelişmekte olan (2) olarak değerlendirilmiştir.

Yarı yapılandırılmış görüşmelerde katılımcıya kavram haritasındaki bileşenlerin neler olduğu sorulmuştur. Katılımcının cevabı aşağıdaki gibidir:

"Bileşenler bahsettiğimiz su ve kum olabilir veya içme suları veya çatlaklar olabilir. Bunların arasında daha çok fiil özelliği kazanmış şekilde olan eylemler de süreçler olarak tanımlanabilir diye düşünüyorum".



Şekil 7. K-1'e ait kavram haritası

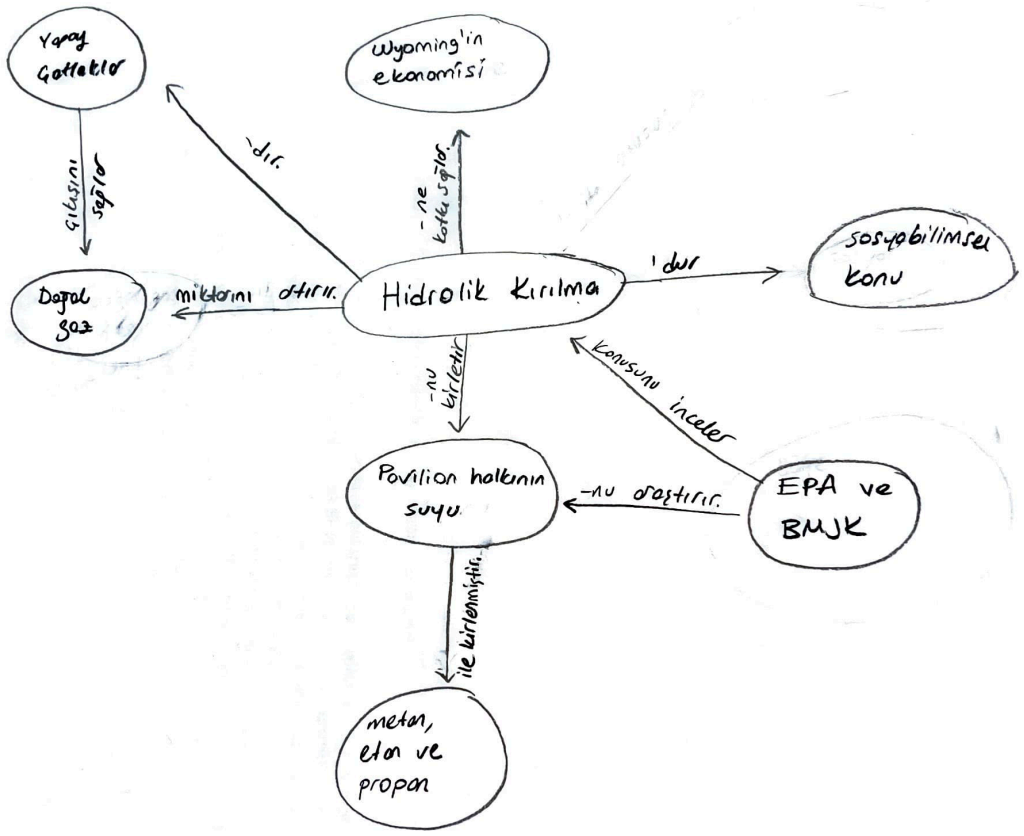
Katılımcı-1'e ait kavram haritası incelendiğinde belirtilen senaryo bağlamındaki toplum ve çevre temalarından sadece toplum temasına ait bileşenlere yer verildiği görülmektedir. Kavram haritasında toplum temasına ait kasaba halkı ve hidrolik kırılma faaliyetlerine dair görüşlere yer verilmiştir. Bu sebeple katılımcının SDB-1 düzeyi gelişmekte olan (2) olarak değerlendirilmiştir.

Yarı yapılandırılmış görüşmelerde katılımcıya kavram haritasındaki bileşenlerin neler olduğu sorulmuştur. Katılımcının cevabı aşağıdaki gibidir:

"Bileşen olarak ben bileşenleri çok yazmadım ama bileşenler genel olarak yani burada kullandığı malzemeler var. Malzemeleri kullanma şekli var. Bir de bileşen olarak yani toplum var, halk var."

4.3.1.3 Gelişmiş Düzeyine Ait Örnek Kavram Haritası

6 katılımcının SDB-1'e yönelik beceri düzeyinin gelişmiş olduğu bulgusuna varılmıştır. Bu düzeydeki katılımcılar kavram haritalarında hem çevre hem de toplum temasına ait bileşenlere yer vermişlerdir. Örnek kavram haritası Şekil 8'de verilmiştir.



Şekil 8. K-4'e Ait Kavram Haritası

Katılımcı-4'e ait kavram haritası incelendiğinde belirtilen senaryo bağlamındaki toplum ve çevre temalarından her iki temaya da ait bileşenlere yer verildiği görülmektedir.

Kavram haritasında toplum temasına ait bileşenler;

EPA ve BMJK

kasaba ekonomisi

doğalgaz olarak belirtilmiştir.

Kavram haritasında çevre temasına ait bileşenler;

kimyasallar (metan, etan ve propan)

su tabakası

yapay çatlaklar

doğalgaz olarak belirtilmiştir.

Bu sebeple katılımcının SDB-1 düzeyi gelişmiş (3) olarak değerlendirilmiştir.

Yarı yapılandırılmış görüşmelerde katılımcıya kavram haritasındaki bileşenlerin neler olduğu sorulmuştur. Katılımcının cevabı aşağıdaki gibidir:

"Bileşenler... Yapay çatlaklar, doğal gaz çıkışı, Wyoming'in ekonomisinin etkisi ve Pavilion halkının suyunun etkilenmesi."

4.3.2 SDB-2 Sistem İçindeki Süreçleri Tanıma Basamağına Dair Bulgular

Katılımcıların kavram haritası oluşturdukları "Pavilion Wyoming'teki Hidrolik Kırılma" sosyobilimsel senaryoya dair süreçler çevresel, toplumsal ve bilimsel olmak üzere 3 genel temada toplanmıştır. Süreçler aşağıdaki gibidir:

Çevresel

Hidrolik Kırılma Yöntemi

Su Kirliliği

Toplumsal

Doğalgaz çıkışı

Bilimsel

Araştırma süreci

Süreçlerin detaylı açıklaması Tablo 11 Pavilion Wyoming'teki Hidrolik Kırılma Senaryosu Bağlamında Sistemsel Düşünme Becerisi Basamakları tablosunda verilmiştir. Her bir katılımcının kavram haritasındaki süreçler belirlenmiş ve araştırmacı tarafından geliştirilen rubriğe göre skorlanmıştır. Bu rubriğe göre;

katılımcı eğer hem çevresel, hem toplumsal hem de bilimsel temalarından süreçlere kavram haritasında yer verdiyse 3 (gelişmiş) ile,

katılımcı eğer çevresel, toplumsal ve bilimsel temalarından yalnızca ikisine ait süreçlere kavram haritasında yer verdiyse 2 (gelişmekte olan) ile,

katılımcı eğer çevresel, toplumsal ve bilimsel temalarından yalnızca birine ait süreçlere kavram haritasında yer verdiyse 1 (yeni ortaya çıkan) ile,

ve katılımcı herhangi bir sürece kavram haritasında yer vermediyse 0 (farkındalık yok) ile puanlanmıştır.

Bu doğrultuda fen bilgisi öğretmen adaylarının SDB-2 bağlamında hangi rubrik seviyesini karşıladıklarına dair frekans tablosu aşağıda verilmiştir.

Tablo 24

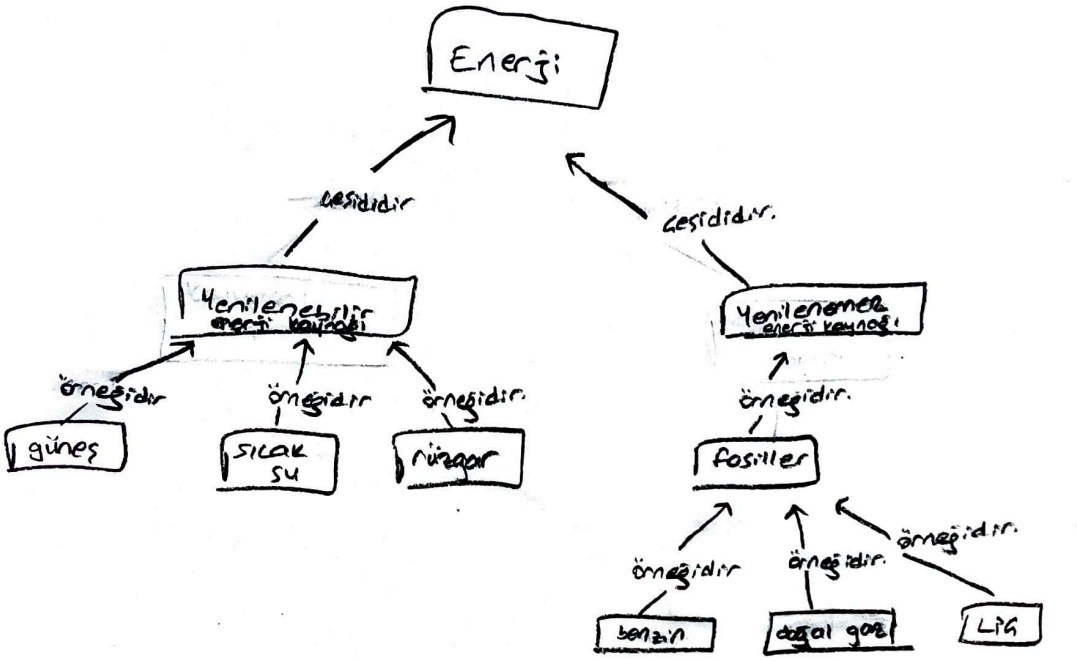
SDB-2 Frekans Tablosu

Seviye	Katılımcılar	f	%
0=Farkındalık yok	K-3 K-10 K-12	3	18,75
1=Yeni ortaya çıkan	K-7 K-8 K-9 K-11 K-14 K-16	6	37,50
2=Gelişmekte olan	K-1 K-2 K-5 K-6 K-15	5	31,25
3=Gelişmiş	K-4 K-13	2	12,50

Tablo 24 incelendiğinde sistem içindeki süreçleri tanıma basamağında; üç katılımcının beceri düzeyinde farkındalık olmadığı, altı katılımcının beceri düzeyinin yeni ortaya çıkan olduğu, beş katılımcının beceri düzeyinin gelişmekte olan olduğu ve iki katılımcının beceri düzeyinin gelişmiş olduğu görülmektedir.

4.3.2.1 Farkındalık Yok Düzeyine Ait Örnek Kavram Haritası

Üç katılımcının SDB-2'ye yönelik beceri düzeyinde farkındalık olmadığı bulgusuna varılmıştır. Bu düzeydeki katılımcılar kavram haritalarında sosyobilimsel senaryoya dair bir sürece yer vermemişlerdir. Örnek kavram haritası Şekil 9'da verilmiştir.



Şekil 9. K-12'ye ait kavram haritası

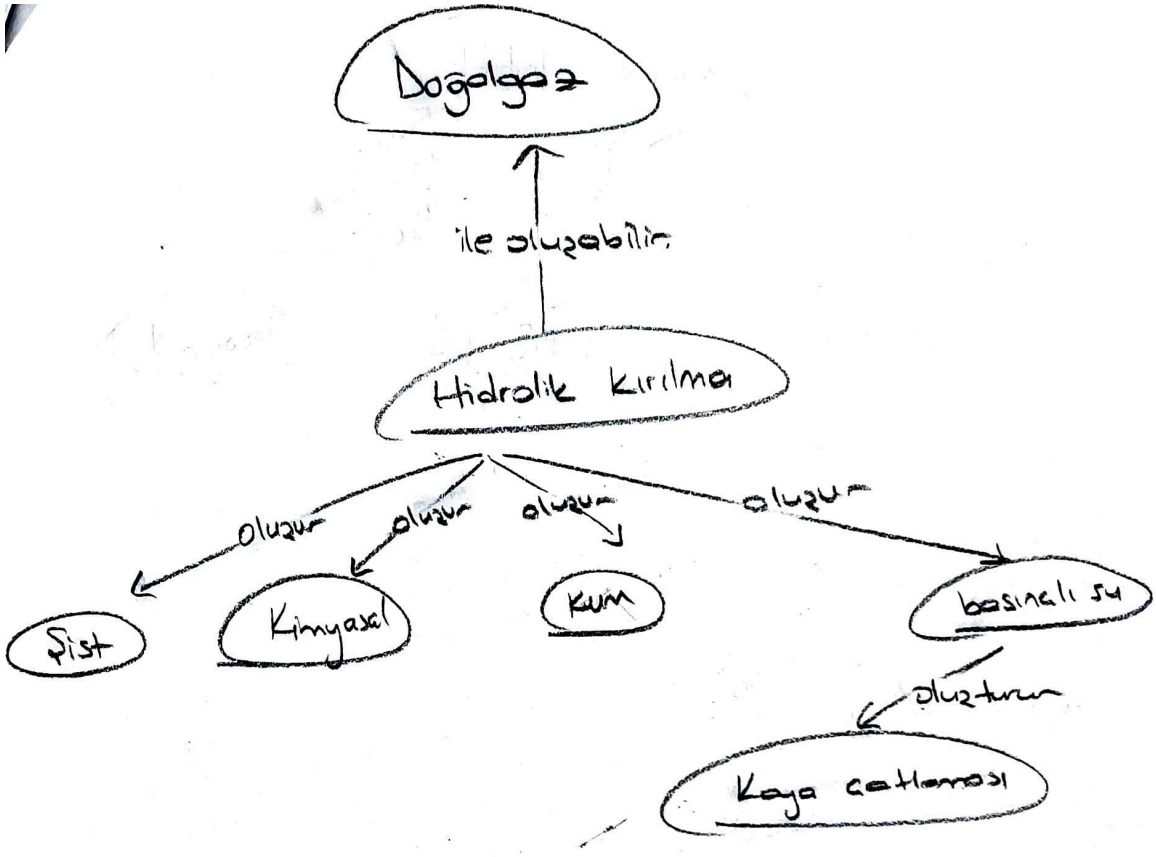
Katılımcı-12'ye ait kavram haritası incelendiğinde belirtilen senaryo bağlamındaki herhangi bir sürece yer verilmediği görülmektedir. Bu sebeple katılımcının SDB-2 düzeyi farkındalık yok (0) olarak değerlendirilmiştir.

Yarı yapılandırılmış görüşmelerde katılımcıya kavram haritasındaki süreçlerin neler olduğu sorulmuştur. Katılımcının cevabı aşağıdaki gibidir:

"Bence benim burada sürecim yok."

4.3.2.2 Yeni Ortaya Çıkan Düzeyine Ait Örnek Kavram Haritası

Altı katılımcının SDB-2'ye yönelik beceri düzeyinin yeni ortaya çıkan olduğu bulgusuna varılmıştır. Bu düzeydeki katılımcılar kavram haritalarında çevresel, toplumsal ve bilimsel temalarından yalnızca biri olan çevresel temasına yer vermişlerdir. Örnek kavram haritası Şekil 10'da verilmiştir.



Şekil 10. K-11'e ait kavram haritası

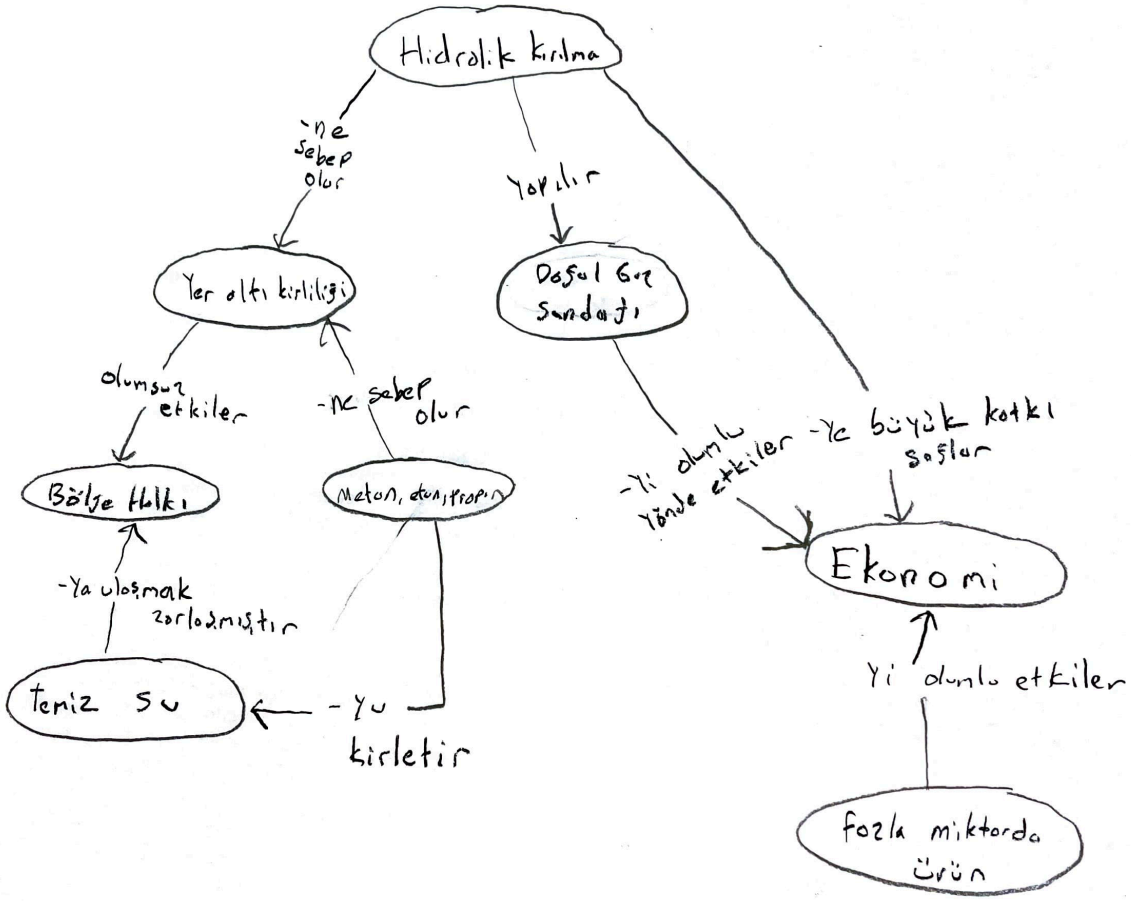
Katılımcı-11'e ait kavram haritası incelendiğinde belirtilen senaryo bağlamındaki yalnızca çevresel teması dahilindeki hidrolik kırılma yöntemine yer verildiği görülmektedir. Bu sebeple katılımcının SDB-2 düzeyi yeni ortaya çıkan (1) olarak değerlendirilmiştir.

Yarı yapılandırılmış görüşmelerde katılımcıya kavram haritasındaki süreçlerin neler olduğu sorulmuştur. Katılımcının cevabı aşağıdaki gibidir:

"Süreç de bu bileşenlerin birleşerek doğalgazı oluşturması."

4.3.2.3 Gelişmekte Olan Düzeyine Ait Örnek Kavram Haritası

Beş katılımcının SDB-2'ye yönelik beceri düzeyinin gelişmekte olan düzeyinde olduğu bulgusuna varılmıştır. Bu düzeydeki katılımcılar kavram haritalarında çevresel, toplumsal ve bilimsel temalarından yalnızca ikisi olan çevresel ve toplumsal temasına yer vermişlerdir. Örnek kavram haritası Şekil 11'de verilmiştir.



Şekil 11. K-5'e ait kavram haritası

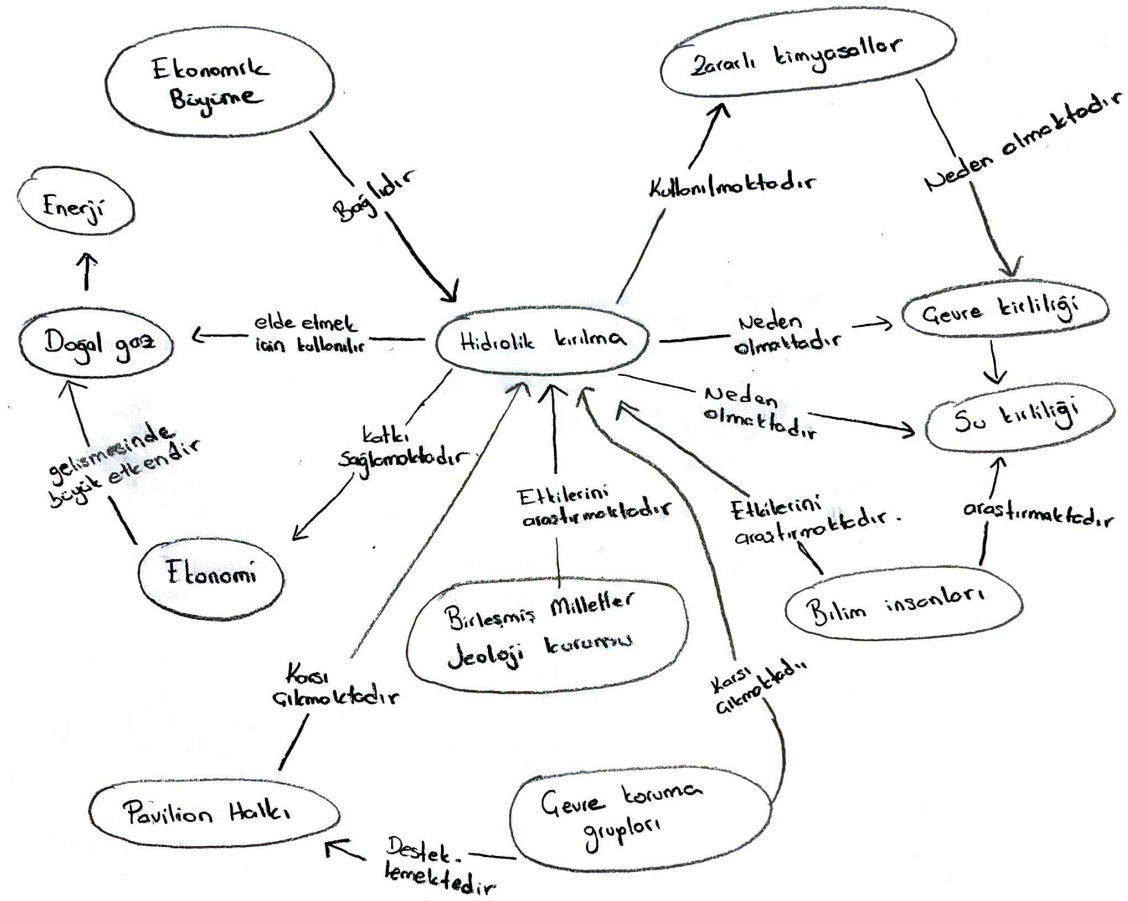
Katılımcı-5'e ait kavram haritası incelendiğinde belirtilen senaryo bağlamındaki çevresel ve toplumsal temalar dahilindeki süreçlere yer verildiği görülmektedir. Kavram haritasında çevresel temasına ait süreçler hidrolik kırılma ve su kirliliği olarak, toplumsal temasına ait süreç ise doğalgaz çıkışı olarak verilmiştir. Bu sebeple katılımcının SDB-2 düzeyi gelişmekte olan (2) olarak değerlendirilmiştir.

Yarı yapılandırılmış görüşmelerde katılımcıya kavram haritasındaki süreçlerin neler olduğu sorulmuştur. Katılımcının cevabı aşağıdaki gibidir:

"Süreçler... Hidrolik kırılma yeraltı kirliliğine sebep olur. Hidrolik kırılma ile doğal gaz sondajı yapılır. Hidrolik kırılma ekonomiye büyük katkı sağlar. Ama yeraltı kirliliği bölge halkına olumsuz etkiler. Metan, etan, propan yeraltı kirliliğine sebep olur. Temiz suya ulaşmak zorlaşmış, bölge halkı için zorlaşmıştır. Metan, etan, propan temiz suyu kirletir. Sonra doğalgaz sondajı ekonomiyi olumlu yönde etkiler. Fazla miktarda ürün ekonomiyi olumlu yönde etkiler."

4.3.2.4 Gelişmiş Düzeyine Ait Örnek Kavram Haritası

İki katılımcının SDB-2'ye yönelik beceri düzeyinin gelişmiş olduğu bulgusuna varılmıştır. Bu düzeydeki katılımcılar kavram haritalarında çevresel, toplumsal ve bilimsel temalarından her birinden sürece yer vermişlerdir. Örnek kavram haritası Şekil 12'de verilmiştir.



Şekil 12. K-13'e ait kavram haritası

Katılımcı-13'e ait kavram haritası incelendiğinde belirtilen senaryo bağlamındaki çevresel, toplumsal ve bilimsel temalar dahilindeki süreçlere yer verildiği görülmektedir. Kavram haritasında çevresel temasına ait süreçler hidrolik kırılma ve su kirliliği olarak, toplumsal temasına ait süreç doğalgaz çıkışı olarak ve bilimsel temasına ait süreç araştırma verilmiştir. Bu sebeple katılımcının SDB-2 düzeyi gelişmiş (3) olarak değerlendirilmiştir.
Yarı yapılandırılmış görüşmelerde katılımcıya kavram haritasındaki süreçlerin neler olduğu sorulmuştur. Katılımcının cevabı aşağıdaki gibidir:

"Süreçler... Araştırma süreci var. Bir sonuca henüz varılamamış ama varılmaya çalışılıyor bu. Bir de çıkarma süreçleri var doğalgaz, basınçla kimyasallar kullanarak falan çıkarma süreçleri var."

4.3.3 SDB-3 Sistemin Bileşenleri Arasındaki İlişkileri Tanıma Basamağına Dair Bulgular

Katılımcıların kavram haritası oluşturdukları "Pavilion Wyoming'teki Hidrolik Kırılma" sosyobilimsel senaryosuna dair bileşenler arasındaki basit ilişkiler aşağıdaki gibidir:

Hidrolik Kırılma ve Doğalgaz Çıkışı

Pavilion Kasabası ve Yeraltı Su Tabakası

Petrol ve Gaz Endüstrisi ve Kasaba Ekonomisi

Taraflar ve Kirlilik İddiaları

Bileşenler arasındaki ilişkilerin detaylı açıklaması Tablo 11 Pavilion Wyoming'teki Hidrolik Kırılma Senaryosu Bağlamında Sistemsel Düşünme Becerisi Basamakları tablosunda verilmiştir. Her bir katılımcının kavram haritasındaki ilişkiler belirlenmiş ve araştırmacı tarafından geliştirilen rubriğe göre skorlanmıştır. Bu rubriğe göre;

katılımcı eğer dört ilişkiye de kavram haritasında yer verdiyse 3 (gelişmiş) ile,

katılımcı eğer iki veya üç ilişkiye kavram haritasında yer verdiyse 2 (gelişmekte olan) ile,

katılımcı eğer yalnızca bir ilişkiye kavram haritasında yer verdiyse 1 (yeni ortaya çıkan) ile,

ve katılımcı herhangi bir ilişkiye kavram haritasında yer vermediyse 0 (farkındalık yok) ile puanlanmıştır.

Bu doğrultuda fen bilgisi öğretmen adaylarının SDB-3 bağlamında hangi rubrik seviyesini karşıladıklarına dair frekans tablosu Tablo 25'te verilmiştir.

Tablo 25

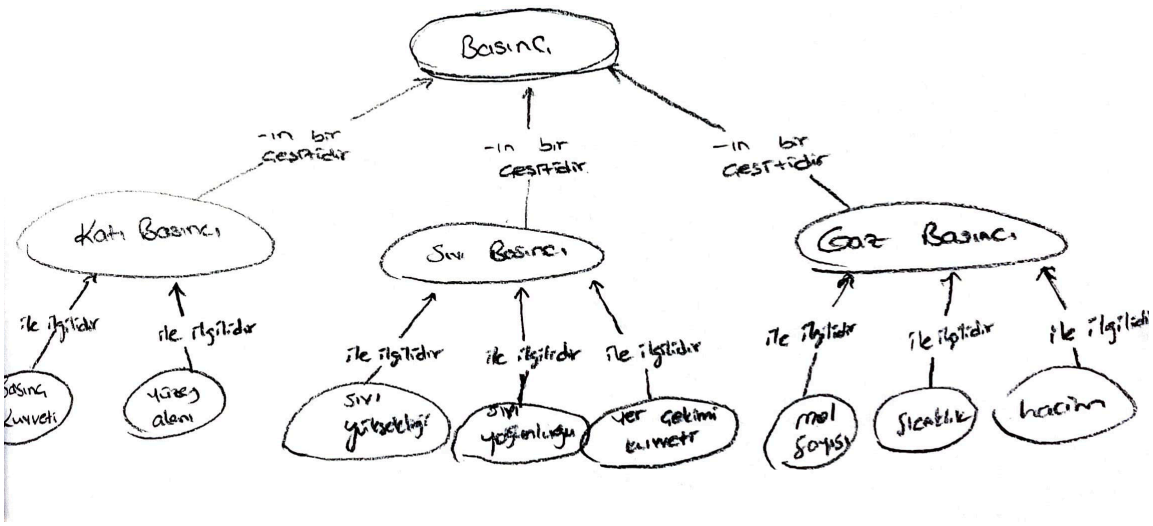
SDB-3 Frekans Tablosu

Seviye	Katılımcılar	f	%
0=Farkındalık yok	K-3 K-10 K-12	3	18,75
1=Yeni ortaya çıkan	K-2 K-8 K-9 K-11 K-14	5	31,25
2=Gelişmekte olan	K-1 K-5 K-6 K-7 K-15 K-16	6	37,5
3=Gelişmiş	K-4 K-13	2	12,5

Tablo 25 incelendiğinde sistem bileşenleri arasındaki ilişkileri tanıma basamağında; üç katılımcının beceri düzeyinde farkındalık olmadığı, beş katılımcının beceri düzeyinin yeni ortaya çıkan olduğu, altı katılımcının beceri düzeyinin gelişmekte olan olduğu ve iki katılımcının beceri düzeyinin gelişmiş olduğu görülmektedir.

4.3.3.1 Farkındalık Yok Düzeyine Ait Örnek Kavram Haritası

Üç katılımcının SDB-3'e yönelik beceri düzeyinde farkındalık olmadığı bulgusuna varılmıştır. Bu düzeydeki katılımcılar kavram haritalarında sosyobilimsel senaryoya dair bileşenler arasındaki ilişkilere yer vermemişlerdir. Örnek kavram haritası Şekil 13'te verilmiştir.



Şekil 13. K-10'a ait kavram haritası

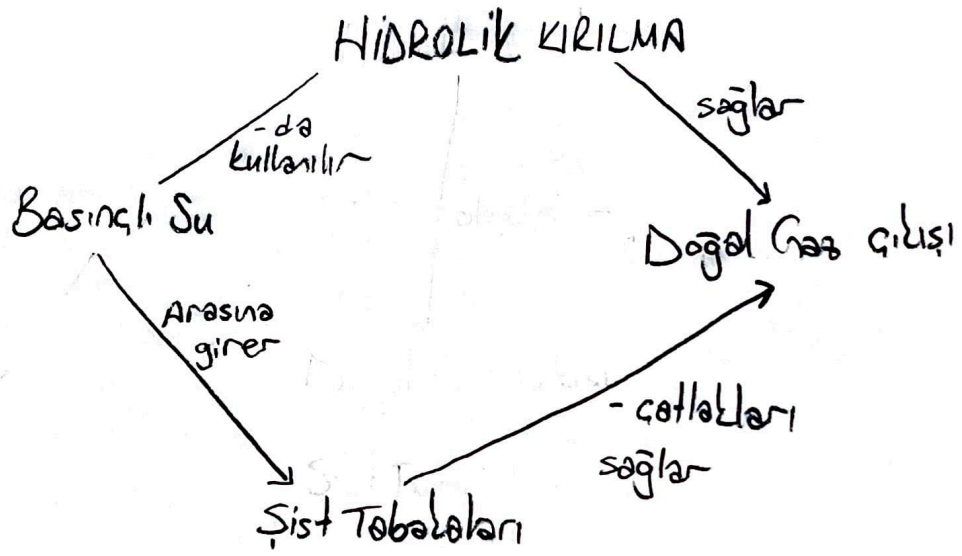
Katılımcı-10'a ait kavram haritası incelendiğinde belirtilen senaryo bağlamındaki herhangi bir ilişkiye yer verilmediği görülmektedir. Bu sebeple katılımcının SDB-3 düzeyi farkındalık yok (0) olarak değerlendirilmiştir.

Yarı yapılandırılmış görüşmelerde katılımcıya kavram haritasındaki bileşenler arasındaki ilişkilerin neler olduğu sorulmuştur. Katılımcının cevabı aşağıdaki gibidir:

"Yani şöyle, basınç kuvveti arttıkça katı basıncı da artar. Veya sıvı yüksekliği arttıkça sıvı basıncı artar. Bu da o kayaların daha fazla çatlamasına sebep olur. Gaz basıncının sıcaklık arttıkça gaz basıncı artar. Burada da yine metan gazı falan çıkıyor sanırım. O da yine etkiler."

4.3.3.2 Yeni Ortaya Çıkan Düzeyine Ait Örnek Kavram Haritası

Beş katılımcının SDB-3'e yönelik beceri düzeyinde farkındalık olmadığı bulgusuna varılmıştır. Bu düzeydeki katılımcılar kavram haritalarında sosyobilimsel senaryoya dair bileşenler arasındaki ilişkilerin yalnızca biri olan hidrolik kırılma ve doğalgaz çıkışı ilişkisine yer vermişlerdir. Örnek kavram haritası Şekil 14'te verilmiştir.



Şekil 14. K-8'e ait kavram haritası

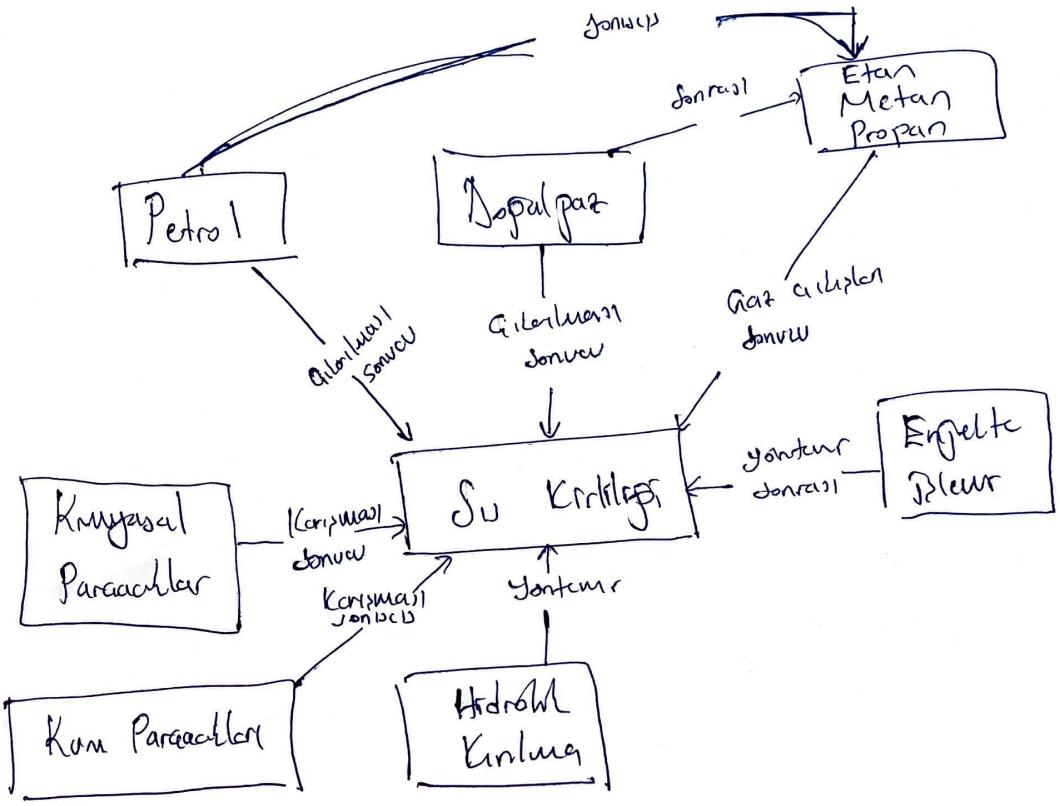
Katılımcı-8'e ait kavram haritası incelendiğinde belirtilen senaryo bağlamındaki yalnızca hidrolik kırılma ve doğalgaz çıkışı ilişkisine yer verildiği görülmektedir. Bu sebeple katılımcının SDB-3 düzeyi yeni ortaya çıkan (1) olarak değerlendirilmiştir.

Yarı yapılandırılmış görüşmelerde katılımcıya kavram haritasındaki bileşenler arasındaki ilişkilerin neler olduğu sorulmuştur. Katılımcının cevabı aşağıdaki gibidir:

"Basit bir şekilde. Onu kırarak orada çatlak oluşturup suyu gazla ortaya çıkıyor."

4.3.3.3 Gelişmekte Olan Düzeyine Ait Örnek Kavram Haritası

Altı katılımcının SDB-3'e yönelik beceri düzeyinin gelişmekte olduğu bulgusuna varılmıştır. Bu düzeydeki katılımcılar kavram haritalarında sosyobilimsel senaryoya dair bileşenler arasındaki ilişkilerin ikisine veya üçüne yer vermişlerdir. Yalnızca bir katılımcı (K-15) üç ilişkiye yer verirken geri kalan beş katılımcı iki ilişkiye yer vermiştir. Örnek kavram haritası Şekil 15'te verilmiştir.



Şekil 15. K-7'ye ait kavram haritası

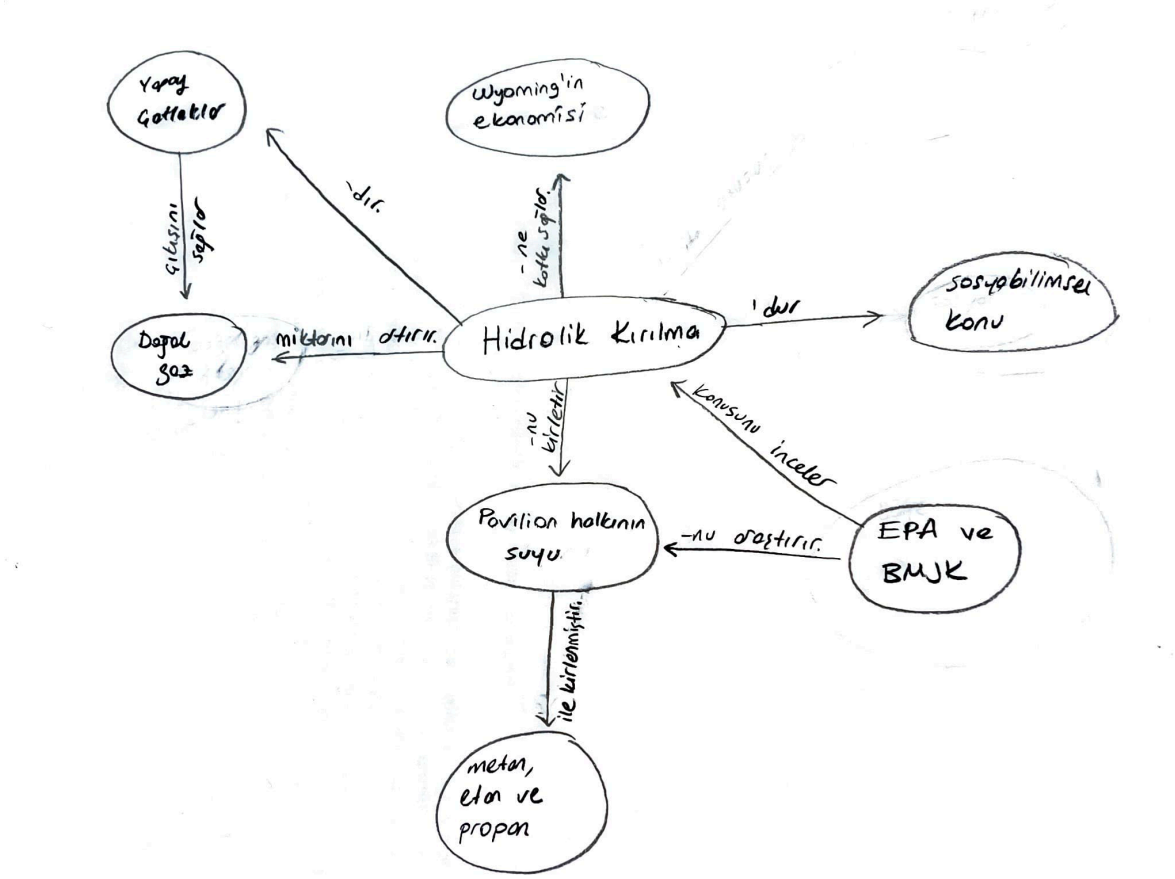
Katılımcı-7'ye ait kavram haritası incelendiğinde belirtilen senaryo bağlamındaki hidrolik kırılma ve doğalgaz çıkışı ve su kirliliğine dair ilişkilere yer verildiği görülmektedir. Bu sebeple katılımcının SDB-3 düzeyi gelişmekte olan (2) olarak değerlendirilmiştir.

Yarı yapılandırılmış görüşmelerde katılımcıya kavram haritasındaki bileşenler arasındaki ilişkilerin neler olduğu sorulmuştur. Katılımcının cevabı aşağıdaki gibidir:

"Basit olarak. Yani şöyle aslında hepsinde bence temel bir amaç var. O ekonomik kaygılar vs. ihtiyaçlar sonucu. Bu yapılıyor. Bunun yapılması sonucu da istenmeyen bir durum ortaya çıkıyor diye düşünüyorum. Sosyoekonomik bir olay."

4.3.3.4 Gelişmiş Düzeyine Ait Örnek Kavram Haritası

İki katılımcının SDB-3'e yönelik beceri düzeyinin gelişmiş olduğu bulgusuna varılmıştır. Bu düzeydeki katılımcılar kavram haritalarında sosyobilimsel senaryoya dair bileşenler arasındaki ilişkilerin dördüne de yer vermişlerdir. Şekil 8. K-4'e Ait Kavram Haritası ve Şekil 12. K-13'e Ait Kavram Haritası bu düzeye ait örneklerdir.



Şekil 8. K-4'e ait kavram haritası

Katılımcı-4'e ait kavram haritası incelendiğinde belirtilen senaryo bağlamındaki hidrolik kırılma ve doğalgaz çıkışına, kasaba ve suya, kasaba ekonomisine ve kirlilik araştırmasına dair ilişkilere yer verildiği görülmektedir. Bu sebeple katılımcının SDB-3 düzeyi gelişmiş (3) olarak değerlendirilmiştir.

Yarı yapılandırılmış görüşmelerde katılımcıya kavram haritasındaki bileşenler arasındaki ilişkilerin neler olduğu sorulmuştur. Katılımcının cevabı aşağıdaki gibidir:

"Eğer ki hidrolik kırılma yapay yollarla yapılmasaydı ve etan, metan ve propanın toprağa yapay yollarla verilmeseydi ve bunlar açığa çıkmasaydı, Pavilion halkının suyu kirlenmezdi. Ve bu sayede bu bileşenler süreci etkilemiş oldu."

4.3.4 SDB-4 Sistemin Bileşenlerini ve Süreçlerini İlişkiler Çerçevesinde Organize Etme Basamağına Dair Bulgular

Katılımcıların kavram haritası oluşturdukları "Pavilion Wyoming'teki Hidrolik Kırılma" sosyobilimsel senaryoya dair bileşenler ve süreçler arasındaki ilişkiler üç organizasyon başlığında toplanmıştır. Bunlar aşağıdaki gibidir:

Hidrolik Kırılma

Su Kirliliği ve Buna Dair Araştırmalar

Pavilion Kasabası'nın Ekonomisi

Bileşnler ve süreçlerin ilişkiler çerçevesinde organizasyonuna dair detaylı açıklama Tablo X Pavilion Wyoming'teki Hidrolik Kırılma Senaryosu Bağlamında Sistemsel Düşünme Becerisi Basamakları tablosunda verilmiştir. Her bir katılımcının kavram haritasındaki organizasyonlar belirlenmiş ve araştırmacı tarafından geliştirilen rubriğe göre skorlanmıştır. Bu rubriğe göre;

katılımcı eğer üç organizasyona da kavram haritasında yer verdiyse 3 (gelişmiş) ile,

katılımcı eğer iki organizasyona kavram haritasında yer verdiyse 2 (gelişmekte olan) ile,

katılımcı eğer yalnızca bir organizasyona kavram haritasında yer verdiyse 1 (yeni ortaya çıkan) ile,

ve katılımcı herhangi bir organizasyona kavram haritasında yer vermediyse 0 (farkındalık yok) ile puanlanmıştır.

Bu doğrultuda fen bilgisi öğretmen adaylarının SDB-4 bağlamında hangi rubrik seviyesini karşıladıklarına dair frekans tablosu Tablo 26'da verilmiştir.

Tablo 26

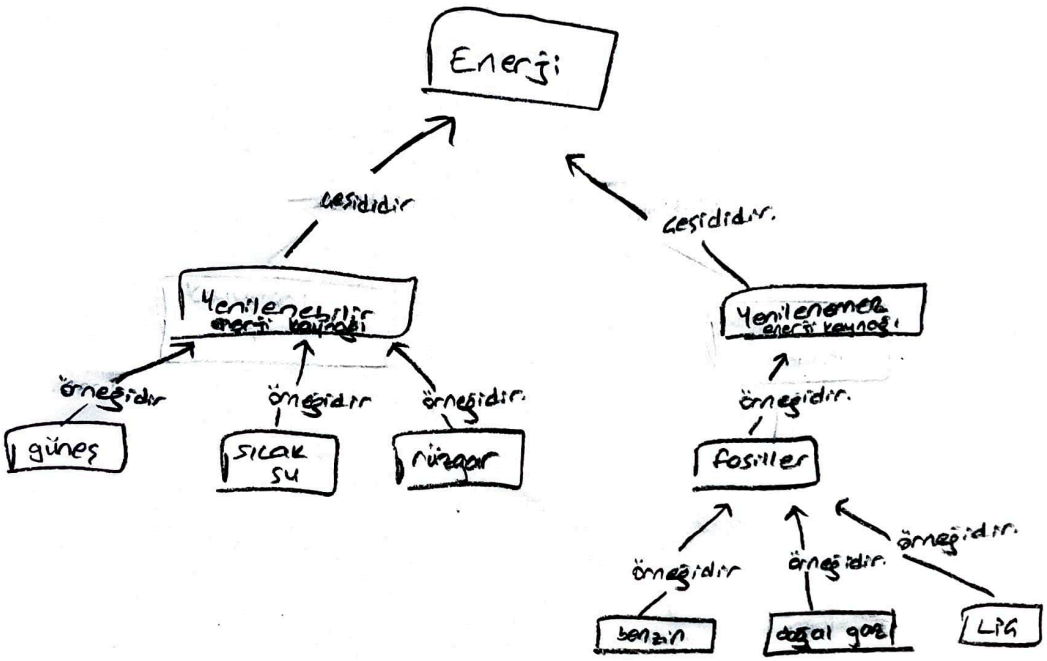
SDB-4 Frekans Tablosu

Seviye	Katılımcılar	f	%
0=Farkındalık yok	K-3	3	18,75
	K-10		
	K-12		
1=Yeni ortaya çıkan	K-2	5	31,25
	K-8		
	K-9		
	K-11		
	K-16		
2=Gelişmekte olan	K-1	4	25
	K-5		
	K-6		
	K-7		
3=Gelişmiş	K-4	4	25
	K-13		
	K-14		
	K-15		

Tablo 26 incelendiğinde sistem içindeki bileşenler ve süreçlerin ilişkiler dahilinde organize edilmesi basamağında; üç katılımcının beceri düzeyinde farkındalık olmadığı, beş katılımcının beceri düzeyinin yeni ortaya çıkan olduğu, beş katılımcının beceri düzeyinin gelişmekte olan olduğu ve üç katılımcının beceri düzeyinin gelişmiş olduğu görülmektedir.

4.3.4.1 Farkındalık Yok Düzeyine Ait Örnek Kavram Haritası

Üç katılımcının SDB-4'e yönelik beceri düzeyinde farkındalık olmadığı bulgusuna varılmıştır. Bu düzeydeki katılımcılar kavram haritalarında sosyobilimsel senaryoya dair bileşenler ve süreçler arasındaki ilişkilerin organizasyonuna yer vermemişlerdir. Şekil X. K-3'e Ait Kavram Haritası, Şekil 13. K-10'a Ait Kavram Haritası ve Şekil 9. K-12'ye Ait Kavram Haritası bu düzeye ait örneklerdir.



Şekil 9. K-12'ye ait kavram haritası

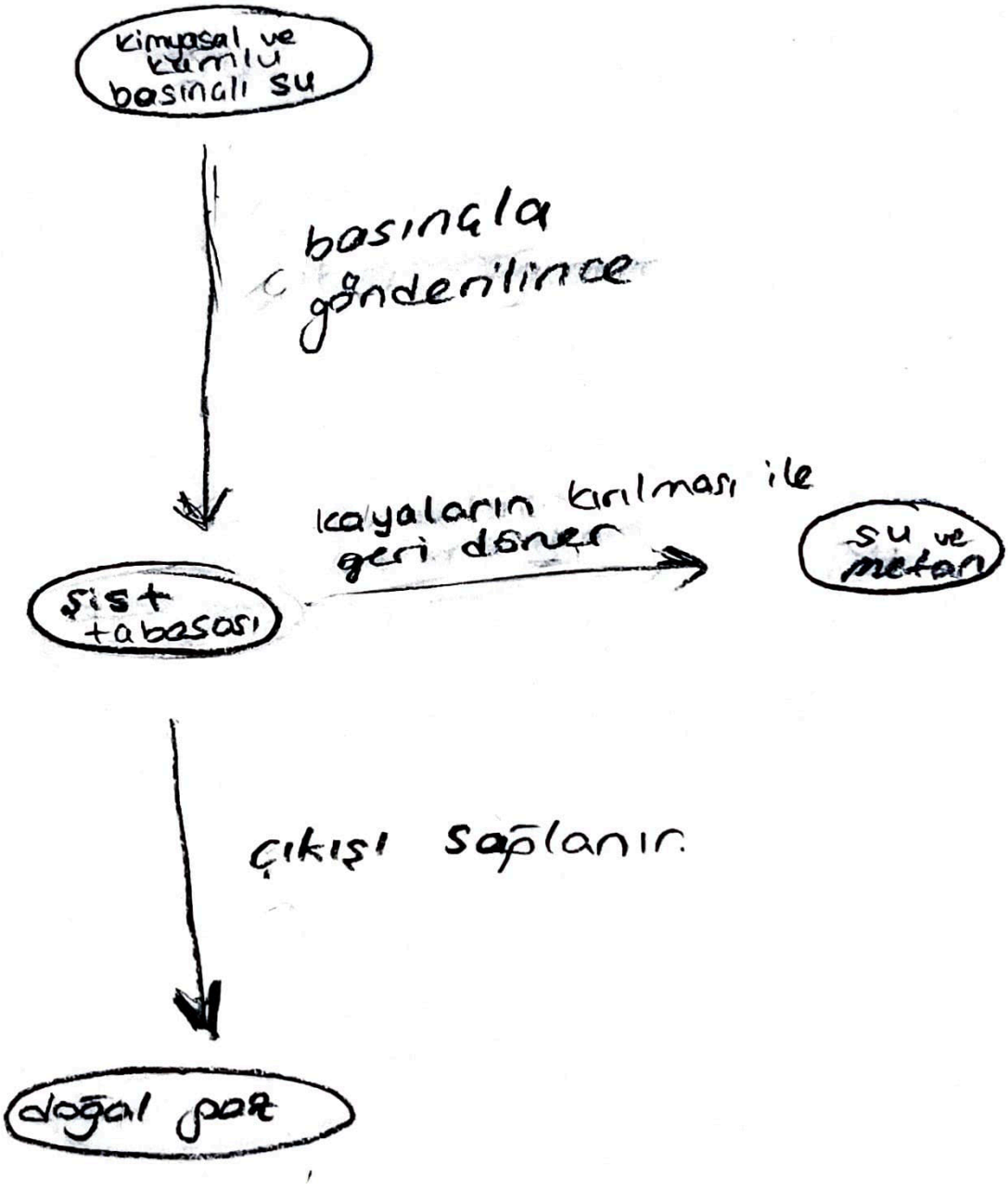
Katılımcı-12'ye ait kavram haritası incelendiğinde belirtilen senaryo bağlamında bileşenler ve süreçlerin ilişkisine dair herhangi bir organizasyona yer verilmediği görülmektedir. Bu sebeple katılımcının SDB-4 düzeyi farkındalık yok (0) olarak değerlendirilmiştir.

Yarı yapılandırılmış görüşmelerde katılımcıya kavram haritasındaki bileşenler ve süreçler arasındaki ilişkilerin organizasyonun neler olduğu sorulmuştur. Katılımcının cevabı aşağıdaki gibidir:

"Yani bu doğru orantılı çünkü birbiri arkasından ne kadar fazla basınçla verirsen o kadar fazla çatlama olur. Ne kadar fazla çatlama olursa o kadar fazla gaz açığa çıkar. Çıkan gaz ne kadar fazlaysa o kadar fazla enerji elde edersin. Ve ne kadar fazla gaz çıkarsa yeraltı su kaynağında o kadar fazla kirletirsin. Çünkü yeraltı su kaynağı Çıkan gazın üstünde bulunuyor ve gazlar suyun içerisinden geçerek bize ulaşıyor. Bu da mutlaka yer altı su kaynağının kirlenmesine yol açar. Mutlaka birkaç bileşen içerisinde çözülür diye düşünüyorum."

4.3.4.2 Yeni Ortaya Çıkan Düzeyine Ait Örnek Kavram Haritası

Beş katılımcının SDB-4'e yönelik beceri düzeyinin yeni ortaya çıkan olduğu bulgusuna varılmıştır. Bu düzeydeki katılımcılar kavram haritalarında sosyobilimsel senaryoya dair yalnızca bir organizasyona yer vermişlerdir. Örnek kavram haritası Şekil 16'da verilmiştir.



Şekil 16. K-9'a ait kavram haritası

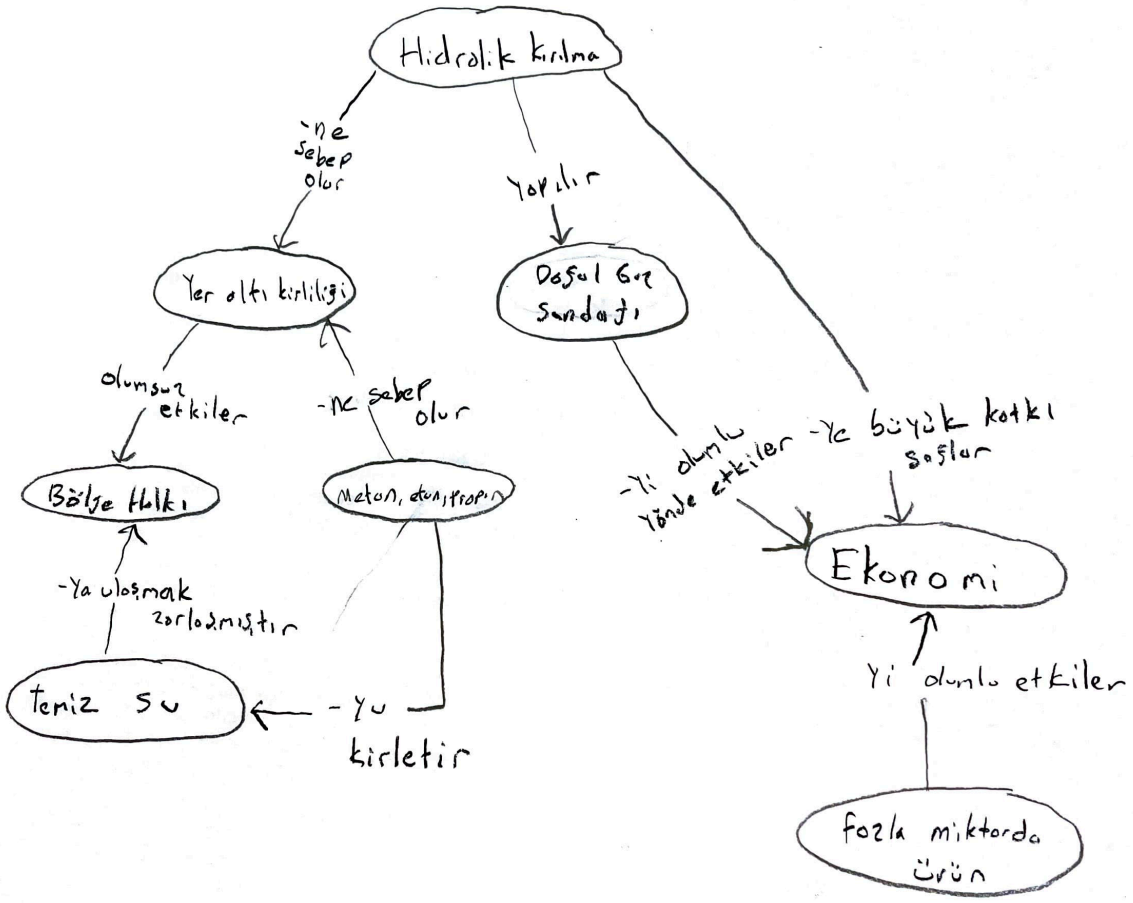
Katılımcı-9'a ait kavram haritası incelendiğinde belirtilen senaryo bağlamındaki yalnızca hidrolik kırılma organizasyonuna yer verildiği görülmektedir. Bu sebeple katılımcının SDB-4 düzeyi yeni ortaya çıkan (1) olarak değerlendirilmiştir.

Yarı yapılandırılmış görüşmelerde katılımcıya kavram haritasındaki bileşenler ve süreçler arasındaki ilişkilerin organizasyonun neler olduğu sorulmuştur. Katılımcının cevabı aşağıdaki gibidir:

"Yani doğal gaz elde etmek için bir sistem oluşturmuşlar kendi içinde ve bu şekilde daha fazla doğal gaz elde ediyorlar."

4.3.4.3 Gelişmekte Olan Düzeyine Ait Örnek Kavram Haritası

Altı katılımcının SDB-4'e yönelik beceri düzeyinin gelişmekte olduğu bulgusuna varılmıştır. Bu düzeydeki katılımcılar kavram haritalarında sosyobilimsel senaryoya dair yalnızca iki organizasyona yer vermişlerdir. İki katılımcı (K-5 ve K-6) su kirliliği ve Pavilion Kasabası'nın ekonomisi organizasyonuna, iki katılımcı ise (K-1 ve K-7) hidrolik kırılma ve su kirliliği organizasyonuna yer vermiştir. Şekil 11. K-5'e ait Kavram Haritası ve Şekil 15. K-7'ye ait Kavram Haritası bu düzeye ait örneklerdir.

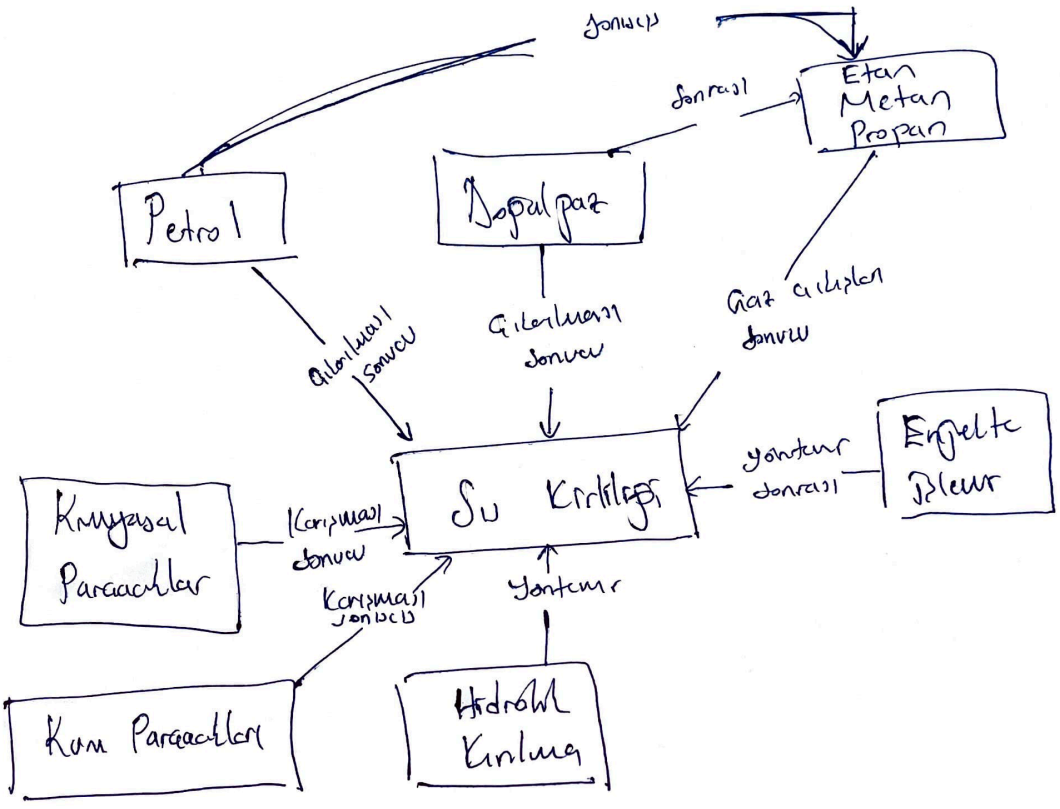


Şekil 11. K-5'e ait kavram haritası

Katılımcı-5'e ait kavram haritası incelendiğinde belirtilen senaryo bağlamındaki su kirliliğine ve Pavilion Kasabası'nın ekonomisine dair organizasyonlara yer verildiği görülmektedir. Bu sebeple katılımcının SDB-4 düzeyi gelişmekte olan (2) olarak değerlendirilmiştir.

Yarı yapılandırılmış görüşmelerde katılımcıya kavram haritasındaki bileşenler ve süreçler arasındaki ilişkilerin organizasyonun neler olduğu sorulmuştur. Katılımcının cevabı aşağıdaki gibidir:

"...biri olmazsa diğeri gerçekleşmeyecek."



Şekil 15. K-7'ye ait kavram haritası

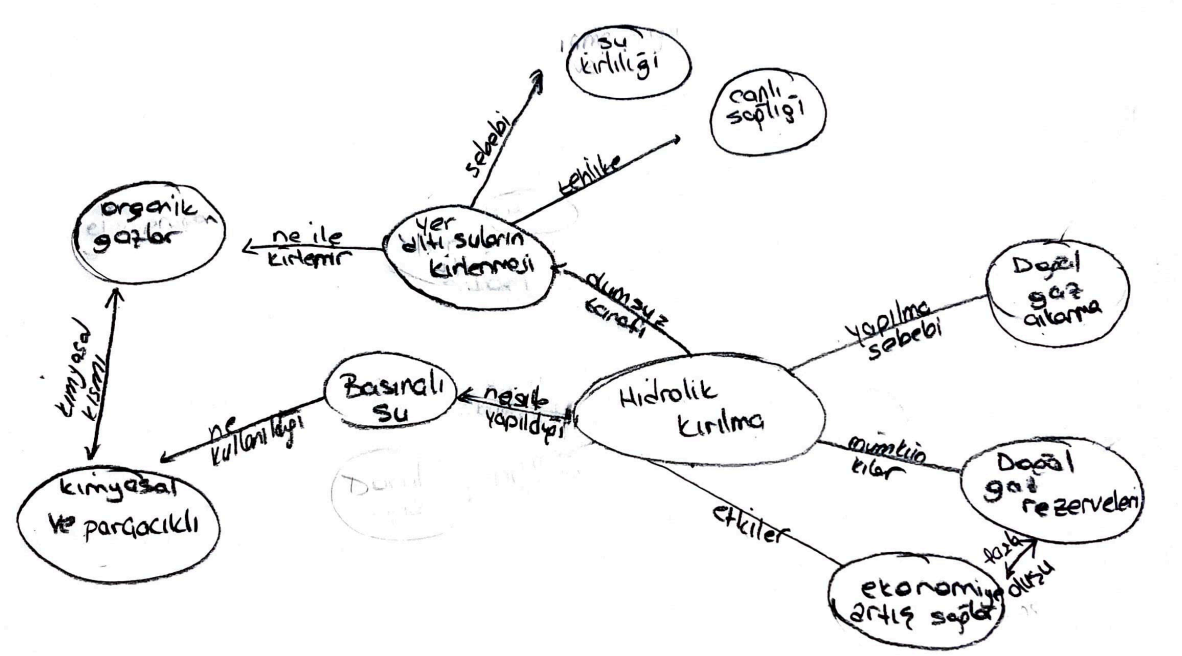
Katılımcı-7'ye ait kavram haritası incelendiğinde belirtilen senaryo bağlamındaki su kirliliğine ve hidrolik kırılmaya dair organizasyonlara yer verildiği görülmektedir. Bu sebeple katılımcının SDB-4 düzeyi gelişmekte olan (2) olarak değerlendirilmiştir.

Yarı yapılandırılmış görüşmelerde katılımcıya kavram haritasındaki bileşenler ve süreçler arasındaki ilişkilerin organizasyonun neler olduğu sorulmuştur. Katılımcının cevabı aşağıdaki gibidir:

"Belki kasıtlı değil ama bir organizasyon sonucu geliştiği gözüküyor bence."

4.3.4.4 Gelişmiş Düzeyine Ait Örnek Kavram Haritası

Dört katılımcının SDB-4'e yönelik beceri düzeyinin gelişmiş olduğu bulgusuna varılmıştır. Bu düzeydeki katılımcılar kavram haritalarında üç organizasyona da yer vermişlerdir. Örnek kavram haritası Şekil 17'de verilmiştir.



Şekil 17. K-14'e ait kavram haritası

Katılımcı-14'e ait kavram haritası incelendiğinde belirtilen senaryo bağlamındaki hidrolik kırılma, su kirliği ve Pavilion Kasabası'nın ekonomisi organizasyonlarına yer verildiği görülmektedir. Bu sebeple katılımcının SDB-4 düzeyi gelişmiş (3) olarak değerlendirilmiştir.

Yarı yapılandırılmış görüşmelerde katılımcıya kavram haritasındaki bileşenler ve süreçler arasındaki ilişkilerin organizasyonun neler olduğu sorulmuştur. Katılımcının cevabı aşağıdaki gibidir:

"Eğer hidrolik kırılma olmasaydı doğalgaz daha az olurdu. Bu ekonomi açıdan daha da kötü olabilirdi. Ama bunun olduğu zaman da insan sağlığına, canlı sağlığına daha fazla zarar verebilir."

4.3.5 SDB-5 Sistem İçindeki Dinamik İlişkileri Tanıma Basamağına Dair Bulgular

Katılımcıların kavram haritası oluşturdukları "Pavilion Wyoming'teki Hidrolik Kırılma" sosyobilimsel senaryoya dair dinamik ilişkiler aşağıdaki gibidir:

Hidrolik Kırılma Faaliyeti ve Yeraltı Suları

Hidrolik Kırılma Faaliyeti ve Araştırma Süreci

Kasaba Halkının Sağlığı ve Düzenlemeler

Sistem içindeki dinamik ilişkilerin detaylı açıklaması Tablo 11 Pavilion Wyoming'teki Hidrolik Kırılma Senaryosu Bağlamında Sistemsel Düşünme Becerisi Basamakları tablosunda verilmiştir. Her bir katılımcının kavram haritasındaki dinamik ilişkiler belirlenmiş ve araştırmacı tarafından geliştirilen rubriğe göre skorlanmıştır. Bu rubriğe göre;

katılımcı eğer dinamik ilişkilerin üçüne de kavram haritasında yer verdiyse 3 (gelişmiş) ile,

katılımcı eğer dinamik ilişkilerin ikisine kavram haritasında yer verdiyse 2 (gelişmekte olan) ile,

katılımcı dinamik ilişkilerin yalnızca birine kavram haritasında yer verdiyse 1 (yeni ortaya çıkan) ile,

ve katılımcı herhangi bir dinamik ilişkiye kavram haritasında yer vermediyse 0 (farkındalık yok) ile puanlanmıştır.

Bu doğrultuda fen bilgisi öğretmen adaylarının SDB-5 bağlamında hangi rubrik seviyesini karşıladıklarına dair frekans tablosu Tablo 27'de verilmiştir.

Tablo 27

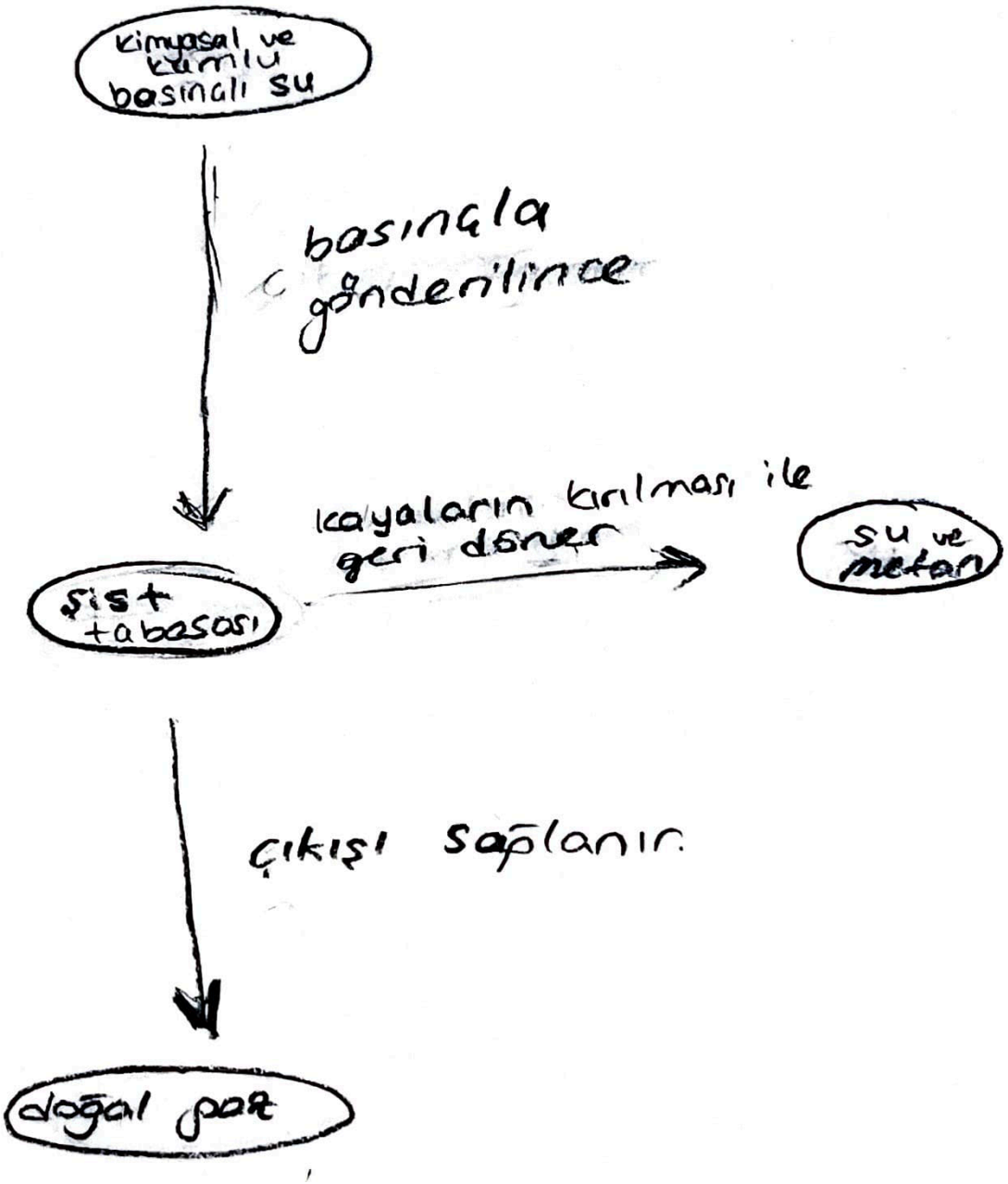
SDB-5 Frekans Tablosu

Seviye	Katılımcılar	f	%
0=Farkındalık yok	K-2	7	43,75
	K-3		
	K-8		
	K-9		
	K-10		
	K-11		
	K-12		
1=Yeni ortaya çıkan	K-1	6	37,50
	K-5		
	K-7		
	K-14		
	K-15		
	K-16		
2=Gelişmekte olan	K-4	3	16,75
	K-6		
	K-13		
3=Gelişmiş	-	0	0

Tablo 27 incelendiğinde sistem içindeki dinamik ilişkileri tanıma basamağında; yedi katılımcının beceri düzeyinde farkındalık olmadığı, altı katılımcının beceri düzeyinin yeni ortaya çıkan olduğu ve üç katılımcının beceri düzeyinin gelişmekte olan olduğu görülmektedir. Bu basamağa dair gelişmiş düzeyde katılımcı bulunmamaktadır.

4.3.5.1 Farkındalık Yok Düzeyine Ait Örnek Kavram Haritası

Yedi katılımcının SDB-5'e yönelik beceri düzeyinde farkındalık olmadığı bulgusuna varılmıştır. Bu düzeydeki katılımcılar kavram haritalarında sosyobilimsel senaryoya dair dinamik ilişkilere yer vermemişlerdir. Şekil 6. K-2'ye Ait Kavram Haritası, Şekil 5. K-3'e Ait Kavram Haritası, Şekil 14. K-8'e Ait Kavram Haritası, Şekil 16. K-9'a Ait Kavram Haritası, Şekil 13. K-10'a Ait Kavram Haritası, Şekil 10. K-11'e ait kavram haritası ve Şekil 9. K-12'ye ait kavram haritası bu düzeye ait örneklerdir.



Şekil 12. K-9'a ait kavram haritası

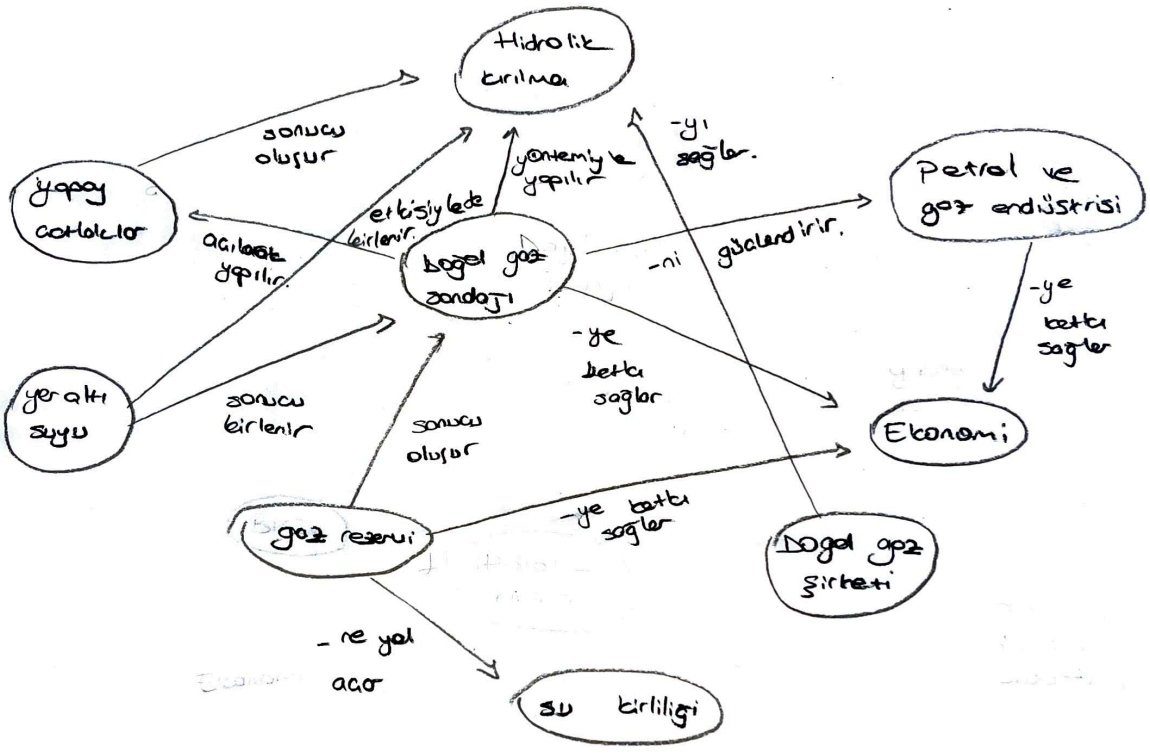
Katılımcı-9'a ait kavram haritası incelendiğinde belirtilen senaryo bağlamında herhangi bir dinamik ilişkiye yer verilmediği görülmektedir. Bu sebeple katılımcının SDB-5 düzeyi farkındalık yok (0) olarak değerlendirilmiştir.

Yarı yapılandırılmış görüşmelerde katılımcıya senaryodaki dinamik yapı sorulmuştur. Katılımcının cevabı aşağıdaki gibidir:

"Zaten bir hareket içinde, bir döngü içinde bir sistem kurmuşlar kendilerine ve bu sayede doğalgazı kolay bir şekilde kendilerine daha fazla doğalgaz elde edebiliyorlar."

4.3.5.2 Yeni Ortaya Çıkan Düzeyine Ait Örnek Kavram Haritası

Altı katılımcının SDB-5'e yönelik beceri düzeyinin yeni ortaya çıkan olduğu bulgusuna varılmıştır. Bu düzeydeki katılımcılar kavram haritalarında sosyobilimsel senaryoya dair yalnızca bir dinamik ilişkiye yer vermişlerdir. Örnek kavram haritası Şekil 18'te verilmiştir.



Şekil 18. K-15'e ait kavram haritası

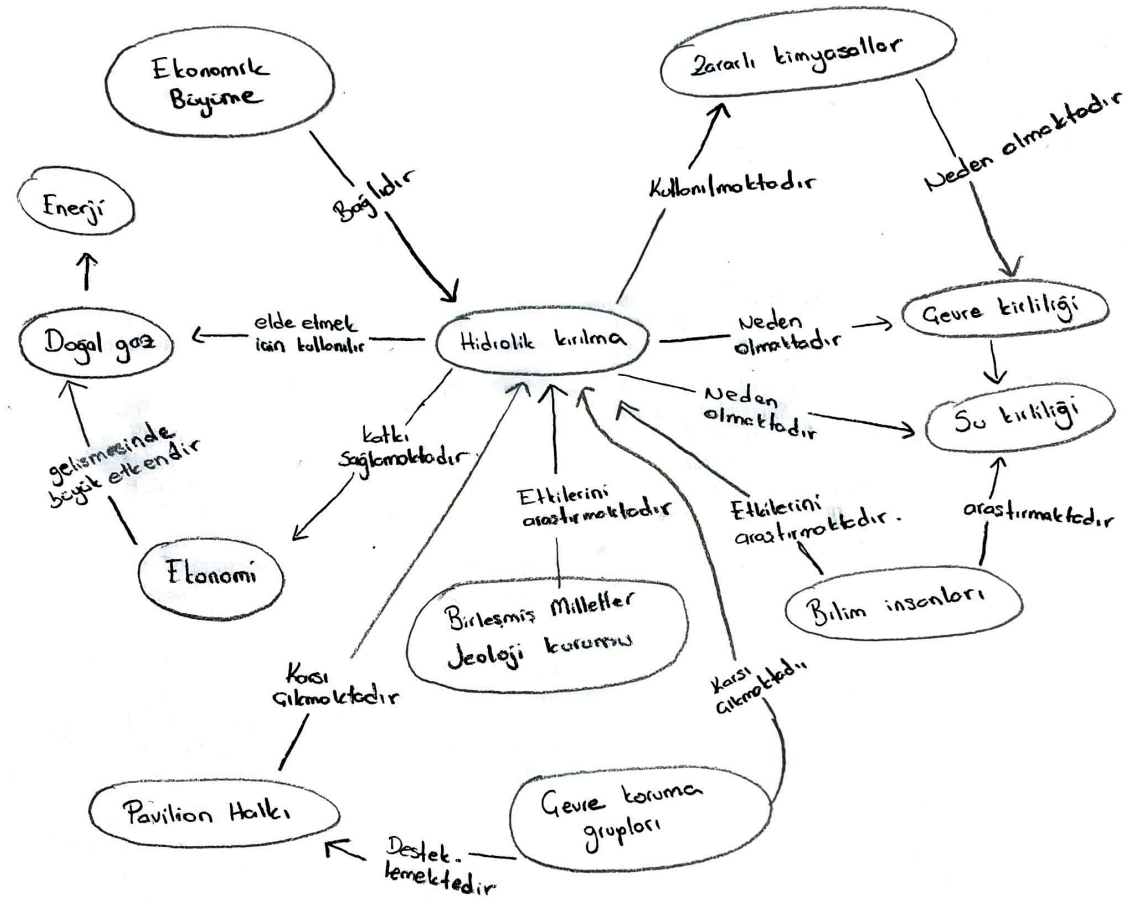
Katılımcı-15'e ait kavram haritası incelendiğinde belirtilen senaryo bağlamındaki yalnızca hidrolik kırılma ile ilgili dinamik ilişkiye yer verildiği görülmektedir. Bu sebeple katılımcının SDB-5 düzeyi yeni ortaya çıkan (1) olarak değerlendirilmiştir.

Yarı yapılandırılmış görüşmelerde katılımcıya senaryodaki dinamik yapı sorulmuştur. Katılımcının cevabı aşağıdaki gibidir:

"Bu dinamizmde doğalgaz şirketinin yaptığı faaliyetlerin, işte birçok faaliyet yapıyor bu şirket ve bu faaliyetlerin bir sonuca sebep olması, su kirliliği gibi ve bazı insanların bazı kuruluşlarında bunu istememesi yani buna karşı çıkması."

4.3.5.3 Gelişmekte Olan Düzeyine Ait Örnek Kavram Haritası

Üç katılımcının SDB-5'e yönelik beceri düzeyinin gelişmekte olduğu bulgusuna varılmıştır. Bu düzeydeki katılımcılar kavram haritalarında sosyobilimsel senaryoya dair iki dinamik ilişkiye yer vermişlerdir. İki katılımcı (K-4 ve K-13) hidrolik kırılma faaliyeti ve yeraltı suları ve hidrolik kırılma faaliyeti ve araştırma dinamik ilişkilerine ve bir katılımcı (K-6) hidrolik kırılma ve su kirliliği ve kasaba halkının sağlığı dinamik ilişkilerine yer vermiştir. Şekil 12. K-13'e ait kavram haritası ve Şekil 19. K-6'ya ait kavram haritası bu düzeye ait örneklerdir.

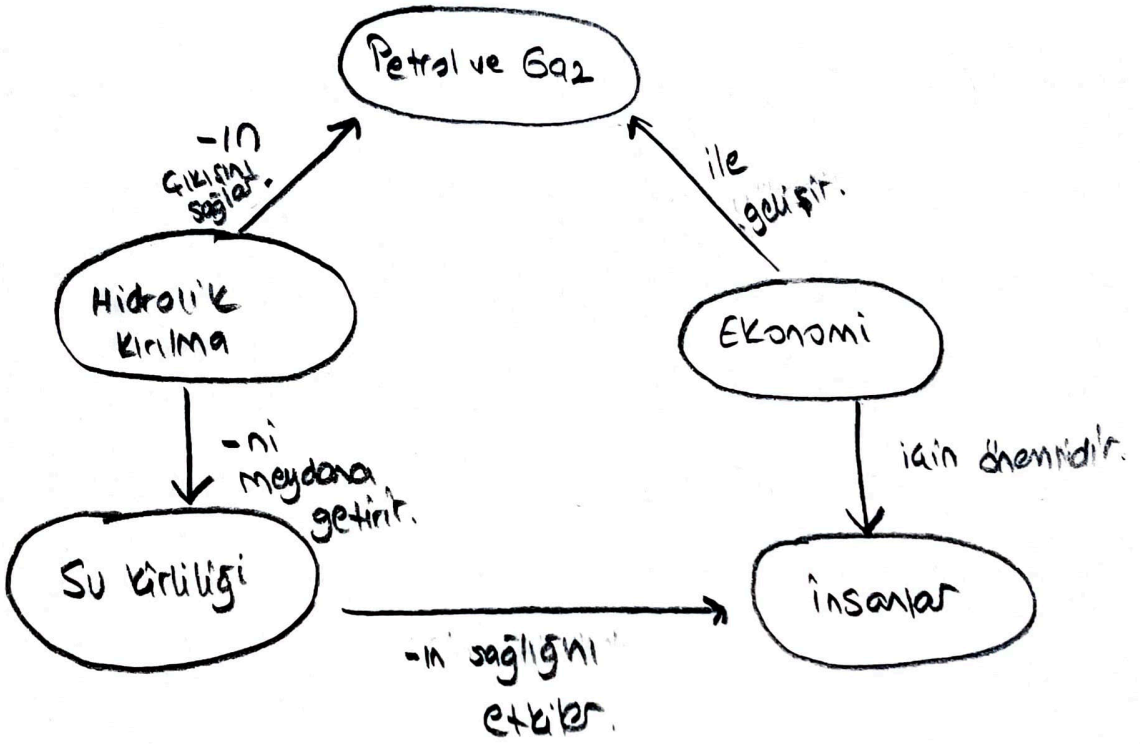


Şekil 12. K-13'e ait kavram haritası

Katılımcı-13'e ait kavram haritası incelendiğinde belirtilen senaryo bağlamındaki hidrolik kırılma faaliyeti ve su kirliliği ve hidrolik kırılma faaliyeti ve araştırma süreci dinamik ilişkilerine yer verildiği görülmektedir. Bu sebeple katılımcının SDB-5 düzeyi gelişmekte olan (2) olarak değerlendirilmiştir.

Yarı yapılandırılmış görüşmelerde katılımcıya senaryodaki dinamik yapı sorulmuştur. Katılımcının cevabı aşağıdaki gibidir:

"Dinamik bir yapı var. Çünkü her yeni bulguda bir şeyler değişebiliyor."



Şekil 19. K-6'ya ait kavram haritası

Katılımcı-6'ya ait kavram haritası incelendiğinde belirtilen senaryo bağlamındaki hidrolik kırılma faaliyeti ve su kirliliği ve hidrolik kırılma faaliyeti ve kasaba halkının sağlığı dinamik ilişkilerine yer verildiği görülmektedir. Bu sebeple katılımcının SDB-5 düzeyi gelişmekte olan (2) olarak değerlendirilmiştir.

Yarı yapılandırılmış görüşmelerde katılımcıya senaryodaki dinamik yapı sorulmuştur. Katılımcının cevabı aşağıdaki gibidir:

"Durağan olmayan şeklinde."

4.3.6 SDB-6 Sistemin Döngüsel Doğasını Anlama Basamağına Dair Bulgular

Katılımcıların kavram haritası oluşturdukları "Pavilion Wyoming'teki Hidrolik Kırılma" sosyobilimsel senaryo ile ilgili döngüsel doğaya dair ilişkiler belirtilmiştir:

Hidrolik Kırılma Faaliyeti ve Su Kirliliği Döngüsü

Ekonomik Faaliyetler ve Düzenlemeler

Toplumsal ve Politik Döngü

Sistemin döngüsel doğasına dair ilişkilerin detaylı açıklaması Tablo 11 Pavilion Wyoming'teki Hidrolik Kırılma Senaryosu Bağlamında Sistemsel Düşünme Becerisi Basamakları tablosunda verilmiştir. Her bir katılımcının kavram haritasındaki döngüsel doğaya dair ilişkiler belirlenmiş ve araştırmacı tarafından geliştirilen rubriğe göre skorlanmıştır. Bu rubriğe göre;

> katılımcı eğer döngüsel doğaya dair ilişkilerin üçüne de kavram haritasında yer verdiyse 3 (gelişmiş) ile,
>
> katılımcı eğer döngüsel doğaya dair ilişkilerin ikisine kavram haritasında yer verdiyse 2 (gelişmekte olan) ile,
>
> katılımcı döngüsel doğaya dair ilişkilerin yalnızca birine kavram haritasında yer verdiyse 1 (yeni ortaya çıkan) ile,
>
> ve katılımcı herhangi bir döngüsel doğaya dair ilişkiye kavram haritasında yer vermediyse 0 (farkındalık yok) ile puanlanmıştır.

Bu doğrultuda fen bilgisi öğretmen adaylarının SDB-6 bağlamında hangi rubrik seviyesini karşıladıklarına dair frekans tablosu Tablo 28'de verilmiştir.

Tablo 28

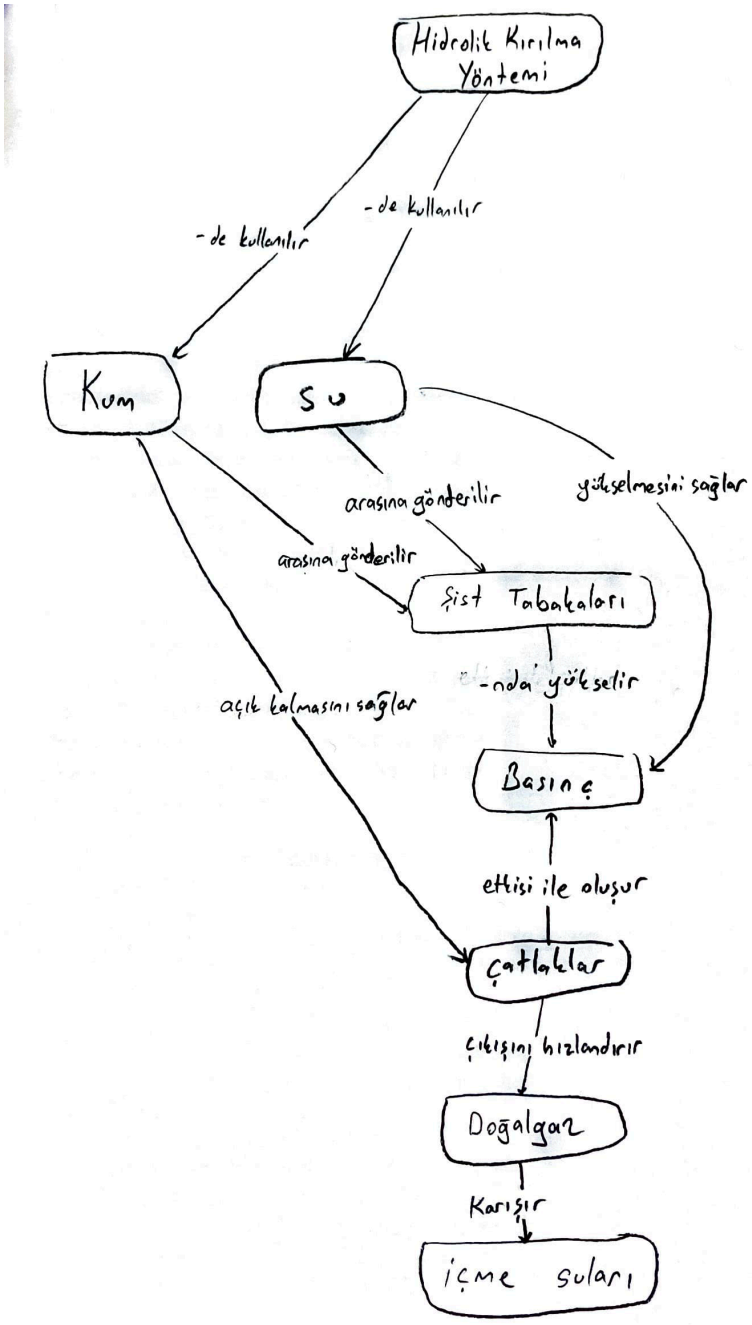
SDB-6 Frekans Tablosu

Seviye	Katılımcılar	f	%
0=Farkındalık yok	K-2	7	43,75
	K-3		
	K-8		
	K-9		
	K-10		
	K-11		
	K-12		
1=Yeni ortaya çıkan	K-1	2	12,50
	K-7		
2=Gelişmekte olan	K-4	7	43,75
	K-5		
	K-6		
	K-13		
	K-14		
	K-15		
	K-16		
3=Gelişmiş	-	0	0

Tablo 28 incelendiğinde döngüsel doğaya dair ilişkileri anlama basamağında; yedi katılımcının beceri düzeyinde farkındalık olmadığı, iki katılımcının beceri düzeyinin yeni ortaya çıkan olduğu ve yedi katılımcının beceri düzeyinin gelişmekte olan olduğu görülmektedir. Bu basamağa dair gelişmiş düzeyde katılımcı bulunmamaktadır.

4.3.6.1 Farkındalık Yok Düzeyine Ait Örnek Kavram Haritası

Yedi katılımcının SDB-6'ya yönelik beceri düzeyinde farkındalık olmadığı bulgusuna varılmıştır. Bu düzeydeki katılımcılar kavram haritalarında sosyobilimsel senaryoya ait döngüsel doğaya dair ilişkilere yer vermemişlerdir. Şekil 6. K-2'ye ait kavram haritası, Şekil 5. K-3'e ait kavram haritası, Şekil 14. K-8'e ait kavram haritası, Şekil 16. K-9'a ait kavram haritası, Şekil 13. K-10'a ait kavram haritası, Şekil 10. K-11'e ait kavram haritası ve Şekil 9. K-12'ye ait kavram haritası bu düzeye ait örneklerdir.



Şekil 6. K-2'ye ait kavram haritası

Katılımcı-2'ye ait kavram haritası incelendiğinde belirtilen senaryo bağlamında döngüsel doğaya dair herhangi bir ilişkiye yer verilmediği görülmektedir. Bu sebeple katılımcının SDB-6 düzeyi farkındalık yok (0) olarak değerlendirilmiştir.

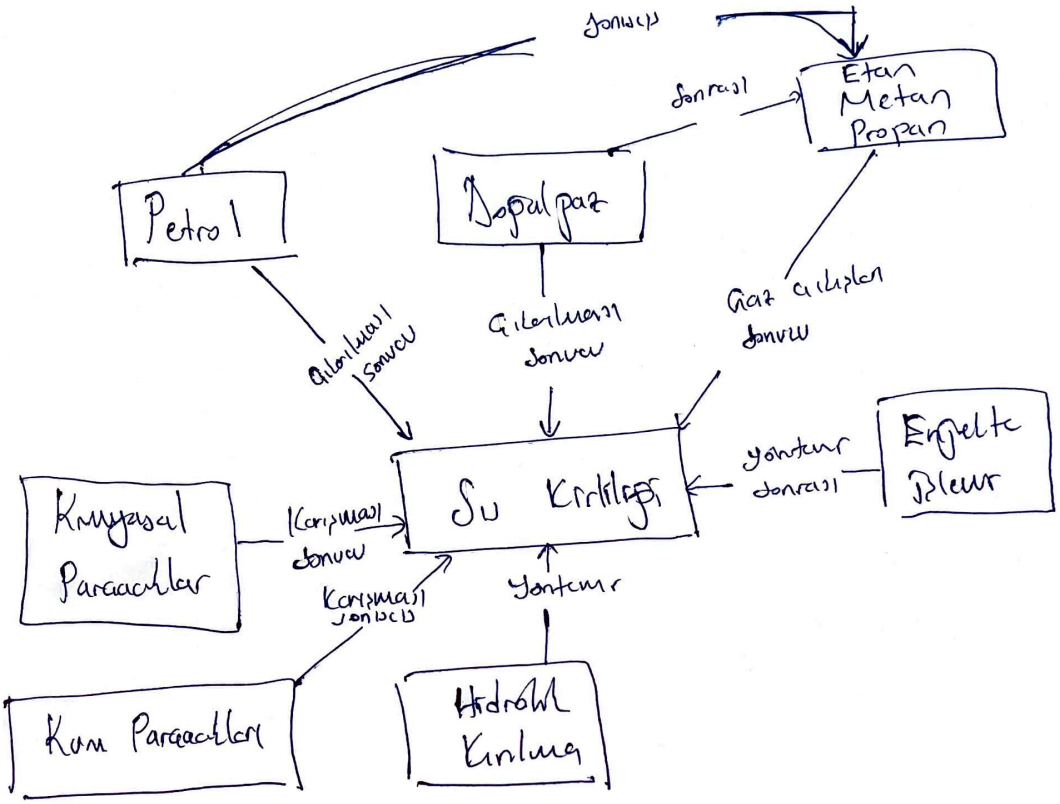
Yarı yapılandırılmış görüşmelerde katılımcıya senaryodaki döngüsel doğa sorulmuştur. Katılımcının cevabı aşağıdaki gibidir:

"Biraz değindim ama şirketin eylemleri sonucunda olduğunu varsaydığımız bu su kirliliğinin daha sonra yine kendi işlerini etkileyecek duruma gelmesi örnek olarak

gösterilebilir. Tabii bu senaryo için henüz kesinliği yok ama eğer bu durum doğruysa bu, bu anlama geliyor. Başka yönlerden de olabilir. Örneğin çevresel etkilerini bir kenara bırakırsak bu durumda mesela örneğin şirketin gerçekten buna sebep olduğu durumda şirketin kapatılması sonucunda bölge halkının veya bölgenin ekolojik durumunun bundan nasıl etkileneceği de kesin değil. Mesela kendini daha sonradan toparlayabilecek bir durumda mı yoksa geri dönülmez bir noktaya mı gelmiş bundan da henüz emin değiliz ve o da tekrardan bölge halkını etkileyebilir."

4.3.6.2 Yeni Ortaya Çıkan Düzeyine Ait Örnek Kavram Haritası

İki katılımcının SDB-6'ya yönelik beceri düzeyinin yeni ortaya çıkan olduğu bulgusuna varılmıştır. Bu düzeydeki katılımcılar kavram haritasında sosyobilimsel senaryoya ait yalnızca bir dinamik döngüye dair ilişkiye yer vermişlerdir. Şekil 7. K-1'e ait kavram haritası ve Şekil 15. K-7'ye ait kavram haritası bu düzeye ait örneklerdir.



Şekil 15. K-7'ye ait kavram haritası

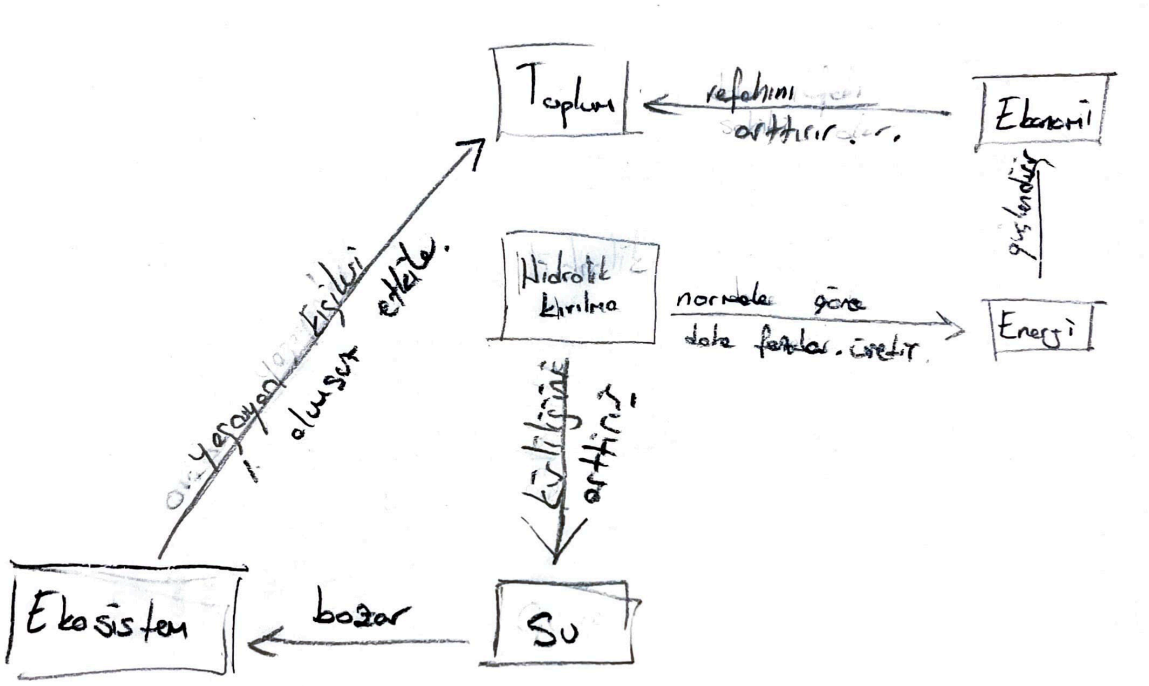
Katılımcı-7'ye ait kavram haritası incelendiğinde belirtilen senaryo bağlamındaki yalnızca hidrolik kırılma ve su kirliliği dinamik döngüsüne dair ilişkiye yer verildiği görülmektedir. Bu sebeple katılımcının SDB-6 düzeyi yeni ortaya çıkan (1) olarak değerlendirilmiştir.

Yarı yapılandırılmış görüşmelerde katılımcıya senaryodaki döngüsel doğa sorulmuştur. Katılımcının cevabı aşağıdaki gibidir:

"Döngüsel süreç olarak evet yani bu senaryoda döngüsel bir süreç olduğunu düşünüyorum. Çözüm noktasını tam yani kestirilmeyeceğini bence çünkü artıları eksileri herkesin kendince yorumları var. Döngüsel bir durum bence."

4.3.6.3 Gelişmekte Olan Düzeyine Ait Örnek Kavram Haritası

Yedi katılımcının SDB-6'ya yönelik beceri düzeyinin gelişmekte olduğu bulgusuna varılmıştır. Bu düzeydeki katılımcılar kavram haritalarında sosyobilimsel senaryoya ait dinamik döngüye dair iki ilişkiye yer vermişlerdir. Örnek kavram haritası Şekil 20'de verilmiştir.



Şekil 20. K-16'ya ait kavram haritası

Katılımcı-16'ya ait kavram haritası incelendiğinde belirtilen senaryo bağlamındaki hidrolik kırılma faaliyeti ve su kirliliği ve ekonomik faaliyetler döngülerine dair ilişkilere yer verildiği görülmektedir. Bu sebeple katılımcının SDB-6 düzeyi gelişmekte olan (2) olarak değerlendirilmiştir.

Yarı yapılandırılmış görüşmelerde katılımcıya senaryodaki döngüsel doğa sorulmuştur. Katılımcının cevabı aşağıdaki gibidir:

"Yani... Döngüsel olarak şöyle diyebilirim büyük ihtimal, hani suyun kirliliği şekline bakarsak oradan su kirleniyor, ikisi tam olsa toplum kötüleşiyor gibi bakabiliriz. Ama yine onun bu taraftan bakmış olursak döngü olarak enerji atacak, ekonomi artacak, toplumun."

4.3.7 SDB-7 Genellemeler Yapma Basamağına Dair Bulgular

Katılımcıların kavram haritası oluşturdukları "Pavilion Wyoming'teki Hidrolik Kırılma" sosyobilimsel senaryosuna dair olası genellemeler aşağıdaki gibidir:

Su Kirliliği ve Çevresel Etkiler

Ekonomi ve Çevre İlişkisi

Toplumun Çevresel Endişeleri ve Düzenlemeler

Bilim ve Politika Etkileşimi

Yerel ve Küresel Etkiler

Sistemin hakkında genellemeler yapma basamağının detaylı açıklaması Tablo 11 Pavilion Wyoming'teki Hidrolik Kırılma Senaryosu Bağlamında Sistemsel Düşünme Becerisi Basamakları tablosunda verilmiştir. Her bir katılımcının yarı yapılandırılmış görüşmeler aracılığıyla sisteme dair yaptıkları genellemeler belirlenmiş ve araştırmacı tarafından geliştirilen rubriğe göre skorlanmıştır. Bu rubriğe göre;

> katılımcı eğer sisteme dair dört ya da beş genellemeye yarı yapılandırılmış görüşmede yer verdiyse 3 (gelişmiş) ile,
>
> katılımcı eğer sisteme dair iki ya da üç genellemeye yarı yapılandırılmış görüşmede yer verdiyse 2 (gelişmekte olan) ile,
>
> katılımcı eğer sisteme dair yalnızca bir veya geniş çaplı bir genellemeye yarı yapılandırılmış görüşmede yer verdiyse 1 (yeni ortaya çıkan) ile,
>
> ve katılımcı sisteme dair herhangi bir genellemeye yarı yapılandırılmış görüşmede yer vermediyse 0 (farkındalık yok) ile puanlanmıştır.

Bu doğrultuda fen bilgisi öğretmen adaylarının SDB-7 bağlamında hangi rubrik seviyesini karşıladıklarına dair frekans tablosu Tablo 29'da verilmiştir.

Tablo 29

SDB-7 Frekans Tablosu

Seviye	Katılımcılar	f	%
0=Farkındalık yok	K-16	1	6,25
1=Yeni ortaya çıkan	K-1 K-2 K-3 K-4 K-5 K-6 K-7 K-8 K-9 K-10 K-11 K-12 K-13 K-14 K-15	15	93,75
2=Gelişmekte olan	-	0	0
3=Gelişmiş	-	0	0

Tablo 29 incelendiğinde sisteme dair genellemeler yapma basamağında; bir katılımcının beceri düzeyinde farkındalık olmadığı ve 15 katılımcının beceri düzeyinin yeni ortaya çıkan olduğu görülmektedir. Bu basamağa dair gelişmekte olan ve gelişmiş düzeyde katılımcı bulunmamaktadır.

4.3.7.1 Farkındalık Yok Düzeyine Ait Bulgular

Bir katılımcının SDB-7'ye yönelik beceri düzeyinde farkındalık olmadığı bulgusuna varılmıştır. Bu düzeydeki katılımcı yarı yapılandırılmış görüşmede sisteme dair herhangi bir genelleme yapmamıştır. Tablo 30'da katılımcının genellemeler yapma basamağına dair ifadesi yer almaktadır.

Tablo 30

Katılımcının SDB-7'ye Dair İfadesi: Farkındalık Yok

Katılımcı	İfade	Genelleme
K-16	*Bence söyleyemeyebiliriz. Çünkü o büyük bir ekosistemi etkileyen sadece hidrolik kırılma olmayabilir. Daha farklı şeyler de bunu etkileyebilir. Mesela araç kullanımı, fabrika varsa fabrikalar ya da başka bir şey de etkileyebilir. O kadar büyük bir alana bakmak için yeterli bilgimiz yok diye düşünüyorum. Küçük bir yerde belki bu şekilde bakabiliriz ama büyük bir yerde bakamayız.*	-

4.3.7.2 Yeni Ortaya Çıkan Düzeyine Ait Bulgular

15 katılımcının SDB-7'ye yönelik beceri düzeyinin yeni ortaya çıkan düzeyinde olduğu bulgusuna varılmıştır. Bu düzeydeki katılımcılar yarı yapılandırılmış görüşmede yalnızca bir genellemeden bahsetmişlerdir. Tablo 31'de katılımcıların bazılarının genellemeler yapma basamağına dair ifadeleri yer almaktadır.

Tablo 31

Katılımcıların SDB-7'ye Dair İfadesi: Yeni Ortaya Çıkan

Katılımcı	İfade	Genelleme	Kodlama
K-1	*Daha geniş bir çevrede etkilenen kesim daha büyük olursa, halk daha kalabalık olursa burada doğalgaz şirketinin direkt durdurması lazım mesela. Kamuoyunda öyle bir şey olacak. Çünkü etkilenen çok fazla kişi olması gerekiyor. Burada su kirliliğinin etkisi olup olmadığını test edip de etkisi olduğunu görüp durdurması yerine direkt en başta durdurması gerekecek. Daha sonra test edecek. Sıkıntı yoksa devam edebilecek. Çünkü etkilenen kitle büyüdükçe daha çok ses getirecek. Bu da doğalgaz şirketinin işini zorlaştırıyor.*	Toplumun Çevresel Endişeleri ve Düzenlemeler	Hidrolik kırılma faaliyetinin devamlılığı
K-2	*Başka bir bölgede aynı yöntemi kullanan ve benzer jeolojik yapısı olan bir bölgede benzer sonuç verilmesini bekleyebiliriz mesela bu olay özelinde ama dediğimiz gibi genel olarak bu tarz genellemelerin yapılabilmesinin geçerli olduğunu düşünüyorum.*	Yerel ve Küresel Etkiler	Hidrolik kırılma bölgeleri
K-12	*Çünkü yeraltı su kaynağı sadece bizler için değil denizlere dökülüyor, göllere dökülüyor. Ekosistemi feci etkiler ve yeraltı su kaynağı daha sonra bu büyük su kütlelerine döküldüğünde yağmur olarak bize tekrar döner ve asit yağmurları fazlalaşır. Yani bizim soluduğumuz havayı bile değiştirecek büyük bir kuraklığa ve erozyona yol açacağını düşünüyorum.*	Su Kirliliği ve Çevre Etkileşimi	Ekosistem

4.3.8 SDB-8 Sistemin Gizli Boyutlarını Anlama Basamağına Dair Bulgular

Katılımcıların kavram haritası oluşturdukları "Pavilion Wyoming'teki Hidrolik Kırılma" sosyobilimsel senaryosuna dair olası gizli boyutlar aşağıdaki gibidir:

İnsan Sağlığı

Hidrolik Kırılma ve Ekonomi

Su Kirliliği ve Çevre

Politika ve Hidrolik Kırılma

Sistemin gizli boyutlarını anlama basamağının detaylı açıklaması Tablo 11 Pavilion Wyoming'teki Hidrolik Kırılma Senaryosu Bağlamında Sistemsel Düşünme Becerisi Basamakları tablosunda verilmiştir. Her bir katılımcının yarı yapılandırılmış görüşmeler aracılığıyla sisteme dair belirttikleri gizli boyutlar belirlenmiş ve araştırmacı tarafından geliştirilen rubriğe göre skorlanmıştır. Bu rubriğe göre;

> katılımcı eğer sisteme dair dört gizli boyuta da yarı yapılandırılmış görüşmede yer verdiyse 3 (gelişmiş) ile,
>
> katılımcı eğer sisteme dair iki ya da üç gizli boyuta yarı yapılandırılmış görüşmede yer verdiyse 2 (gelişmekte olan) ile,
>
> katılımcı eğer sisteme dair yalnızca bir gizli boyuta yarı yapılandırılmış görüşmede yer verdiyse 1 (yeni ortaya çıkan) ile,
>
> ve katılımcı sisteme dair herhangi gizli boyuta yarı yapılandırılmış görüşmede yer vermediyse 0 (farkındalık yok) ile puanlanmıştır.

Bu doğrultuda fen bilgisi öğretmen adaylarının SDB-8 bağlamında hangi rubrik seviyesini karşıladıklarına dair frekans tablosu Tablo 32'de verilmiştir.

Tablo 32

SDB-8 Frekans Tablosu

Seviye	Katılımcılar	f	%
0=Farkındalık yok	-	0	0
1=Yeni ortaya çıkan	K-1	11	68,75
	K-3		
	K-4		
	K-5		
	K-8		
	K-9		
	K-11		
	K-12		
	K-13		
	K-14		
	K-16		
2=Gelişmekte olan	K-2	5	31,25
	K-6		
	K-7		
	K-10		
	K-15		
3=Gelişmiş	-	0	0

Tablo 32 incelendiğinde sistemin gizli boyutlarını anlama basamağında; 11 katılımcının beceri düzeyinin yeni ortaya çıkan olduğu ve beş katılımcının beceri düzeyinin gelişmekte olduğu görülmektedir. Bu basamağa dair farkındalık yok ve gelişmiş düzeyde katılımcı bulunmamaktadır.

4.3.8.1 Yeni Ortaya Çıkan Düzeyine Dair Bulgular

On bir katılımcının SDB-8'e yönelik beceri düzeyinin yeni ortaya çıkan düzeyinde olduğu bulgusuna varılmıştır. Bu düzeydeki katılımcılar yarı yapılandırılmış görüşmede sisteme dair yalnızca bir gizli boyuttan bahsetmişlerdir. Tablo 33'de katılımcıların bazılarının gizli boyutları anlama basamağına dair ifadeleri yer almaktadır.

Tablo 33

Katılımcıların SDB-8'e Dair İfadesi: Yeni Ortaya Çıkan

Katılımcı	İfade	Gizi Boyut	Kodlama
K-4	*Bence ekonomik. Çünkü gerçekten milyonlar kazandırıyormuş Wyoming ekonomisine. Bu da hidrolik kırılmanın kapatılmaması için büyük bir sebep olabilir.*	Hidrolik kırılma devamlılığının ekonomi üzerindeki etkisi	Ekonomi
K-11	*Sağlık olabilir. Yani çevreyi etkileyen sağlık sorunları olabilir. Bununla gelen hastalıktır ya da besin tüketiminde sıkıntılar olabilir. Toplumu etkileyen her türlü şeyler.*	İnsan sağlığına etki	Sağlık
K-16	*Yani siyasi olabilir. Oradaki yerel halk mesela sonuçta oradaki belki işlerini kaybetti yaşam şekli değiştiği için. Belki fabrikayı kötüleme amaçlı da söylüyor olabilir. O yüzden farklı görünmeyen bir kısmı da olabilir.*	Politik sebepler ve hidrolik kırılma faaliyetinin devamlılığı	Siyasi

4.3.8.2 Gelişmekte Olan Düzeyine Dair Bulgular

Beş katılımcının SDB-8'e yönelik beceri düzeyinin gelişmekte olan düzeyinde olduğu bulgusuna varılmıştır. Bu düzeydeki katılımcılar yarı yapılandırılmış görüşmede sisteme dair iki ya da üç gizli boyuttan bahsetmişlerdir. Tablo 34'te katılımcıların bazılarının gizli boyutları anlama basamağına dair ifadeleri yer almaktadır.

Tablo 34

Katılımcıların SDB-8'e Dair İfadesi: Gelişmekte Olan

Katılımcı	İfade	Gizi Boyut	Kodlama
K-2	*Ekonomikten biraz bahsetmiştik o yüzden onu bir kenara bırakacağım. Özellikle bilim insanları ile ilgili sorularımız vardı burada. Bilim insanları ile ilgili sorulara geldiğim zaman fark ettiğim bazı bakış açıları oldu. Çünkü yapılan ölçümlerin tamamının öznel olduğundan da emin değiliz. Örneğin şirketin tutabileceği bilim insanlarının olduğu ile ilgili ihtimaller vardı. Ve buna güvenilebilir mi, karşı tarafla benzer sonuçlar verir mi tarzında sorular vardı. Bu yüzden tam olarak siyasi olmasa da belli bir görüşün savunulması yönünde birtakım durumlar söz konusu olabilir.*	Hidrolik kırılma devamlılığının ekonomi üzerindeki etkisi Politik sebepler ve hidrolik kırılma faaliyetinin devamlılığı	Ekonomi Siyasi
K-7	*Temelinde ekonomi olduğunu düşünüyorum. Onun dışında siyasi faktörler de olabilir. Yani aslında özelinde su kirleniyor ama daha farklı sebeplerden kaynaklı herkesin bence bir nedeni var, gizli bir sebep var diye düşünüyorum. En çok da ekonomik olduğunu düşünüyorum.*	Hidrolik kırılma devamlılığının ekonomi üzerindeki etkisi Politik sebepler ve hidrolik kırılma faaliyetinin devamlılığı	Ekonomi Siyasi
K-10	*Burada en çok ekonomik boyut etkili bence. Çünkü ekonomi göz önünde bulundurularak bu sürecin olumsuz etkilenen etkilerini göz ardı edilebiliyor. Veya işte siyasi boyutta yine etkili olduğunu düşünüyorum burada. Yani yönetimdekilerin insan sağlığına ne kadar önem verip vermediğinin etkileri.*	Hidrolik kırılma devamlılığının ekonomi üzerindeki etkisi Politik sebepler ve hidrolik kırılma faaliyetinin devamlılığı	Ekonomi Siyasi

K-15	*Ekonomik yönü gaz şirketi için. Çünkü bu gaz rezervi yüksek miktarda bir paraya sebep olduğu için bir ekonomik yönü var. Sosyal yönü de çevre korumacılar veya halk tarafından bir yönü var.*	Hidrolik kırılma devamlılığının ekonomi üzerindeki etkisi Su kirliliğinin çevreye ve canlılara vereceği etki	Ekonomi Çevre

4.3.9 SDB-9 Zamansal Düşünme: Geçmiş ve Gelecek Basamağına Dair Bulgular

Katılımcıların kavram haritası oluşturdukları "Pavilion Wyoming'teki Hidrolik Kırılma" sosyobilimsel senaryosuna dair olası gelecek ihtimalleri aşağıdaki gibidir:

Ekosistem Dengesi

Halk Sağlığı

Ekonomik Dinamikler

Politik Etkiler

Sistem hakkında zamansal düşünme basamağının detaylı açıklaması Tablo 11 Pavilion Wyoming'teki Hidrolik Kırılma Senaryosu Bağlamında Sistemsel Düşünme Becerisi Basamakları tablosunda verilmiştir. Her bir katılımcının yarı yapılandırılmış görüşmeler aracılığıyla sisteme dair belirttikleri olası gelecek ihtimalleri belirlenmiş ve araştırmacı tarafından geliştirilen rubriğe göre skorlanmıştır. Bu rubriğe göre;

katılımcı eğer sisteme dair dört olası gelecek ihtimaline de yarı yapılandırılmış görüşmede yer verdiyse 3 (gelişmiş) ile,

katılımcı eğer sisteme dair iki ya da üç olası gelecek ihtimaline yarı yapılandırılmış görüşmede yer verdiyse 2 (gelişmekte olan) ile,

katılımcı eğer sisteme dair yalnızca bir olası gelecek ihtimaline yarı yapılandırılmış görüşmede yer verdiyse 1 (yeni ortaya çıkan) ile,

ve katılımcı sisteme dair herhangi bir olası gelecek ihtimaline yarı yapılandırılmış görüşmede yer vermediyse 0 (farkındalık yok) ile puanlanmıştır.

Bu doğrultuda fen bilgisi öğretmen adaylarının SDB-9 bağlamında hangi rubrik seviyesini karşıladıklarına dair frekans tablosu Tablo 35'te verilmiştir.

Tablo 35

SDB-9 Frekans Tablosu

Seviye	Katılımcılar	f	%
0=Farkındalık yok	K-7	1	6,25
1=Yeni ortaya çıkan	K-1	9	56,25
	K-4		
	K-5		
	K-6		
	K-8		
	K-9		
	K-11		
	K-15		
	K-16		
2=Gelişmekte olan	K-2	6	37,50
	K-3		
	K-10		
	K-12		
	K-13		
	K-14		
3=Gelişmiş	-	0	0

Tablo 35 incelendiğinde zamansal düşünme basamağında; bir katılımcının beceri düzeyinde farkındalık olmadığı, dokuz katılımcının beceri düzeyinin yeni ortaya çıkan olduğu ve altı katılımcının beceri düzeyinin gelişmekte olan olduğu görülmektedir. Bu basamağa dair gelişmiş düzeyde katılımcı bulunmamaktadır.

4.3.9.1 Farkındalık Yok Düzeyine Dair Bulgular

Bir katılımcının SDB-9'a yönelik beceri düzeyinde farkındalık olmadığı bulgusuna varılmıştır. Bu düzeydeki katılımcı yarı yapılandırılmış görüşmede sisteme dair herhangi bir olası gelecek tahmininde bulunmamıştır. Tablo 36'da katılımcının zamansal düşünme basamağına dair ifadesi yer almaktadır.

Tablo 36

Katılımcının SDB-9'a Dair İfadesi: Farkındalık Yok

Katılımcı	İfade	Olası Gelecek Tahmini	Kodlama
K-7	*Yani bunun olumlu sonuçlanması ya da olumsuz sonuçlanmasına göre de değişeceğini düşünüyorum. Mesela buradan ortak bir akıl sonucu, eğer bir ortak bir muhakeme sonucu, işte olumlu yönde çevre kirliliği konusunda, su kirliliği konusunda bir çözüm oluşturulursa aslında sonraki süreçlere de bir artısı olabilir diye düşünüyorum eğer ortak akıl oluşacaksa.*	Yok	Kesin değil

4.3.9.2 Yeni Ortaya Çıkan Düzeyine Dair Bulgular

Dokuz katılımcının SDB-9'a yönelik beceri düzeyinin yeni ortaya çıkan düzeyinde olduğu bulgusuna varılmıştır. Bu düzeydeki katılımcılar yarı yapılandırılmış görüşmede sisteme dair yalnızca bir olası gelecek ihtimalinde bulunmuşlardır. Tablo 37'de katılımcıların bazılarının zamansal düşünme basamağına dair ifadeleri yer almaktadır.

Tablo 37

Katılımcının SDB-9'a Dair İfadesi: Yeni Ortaya Çıkan

Katılımcı	İfade	Olası Gelecek Tahmini	Kodlama
K-5	*Hidrolik kırılmayı kullanmak isteyenler için bir sorun oluşturur. Bu yaşandıysa daha sonra da oluşabilir. Yaşanabilir diye düşünerek hidrolik kırılma kullanımı azalabilir.*	Ekonomik dinamikler	Hidrolik kırılma yöntemine karşı önyargı Ekonomi
K-6	*Su kirliliği sürekli arttıkça artık insanların tüketebileceği bir su kalmaz. Sadece insanlar değil, genel olarak çevre, hayvanlar, diğer tüm canlılar için su ortak bir özellik olduğu için. Bu yüzden olumsuz etkileyeceğini düşünüyorum. Yani gelecek için evet etkileri var.*	Ekosistem dengesi	Çevresel etki
K-8	*Eğer gerçekten suyu kirleten oysa mesela sonrasında o suyu tüketenler, yani bu durumu fark edene kadar en azından tüketmiş oldular ve tüketenlerin sağlıkları üzerine bir problem olabilir, bir mutasyon tarzı bir şeyler olabilir ve bunlar kalıtsal bile olabilir yani. Bu tarz etkilerin olabileceğini düşünüyorum.*	Halk sağlığı	Sağlık problemleri riski
K-9	*Zaten çevreyi kirletmiş olacağız ve dünyaya zarar vermiş olacağı için zarar verir.*	Ekosistem dengesi	Çevresel etki

4.3.9.3 Gelişmekte Olan Düzeyine Dair Bulgular

Altı katılımcının SDB-9'a yönelik beceri düzeyinin gelişmekte olan düzeyinde olduğu bulgusuna varılmıştır. Bu düzeydeki katılımcılar yarı yapılandırılmış görüşmede sisteme dair iki ya da üç olası gelecek ihtimalinde bulunmuşlardır. Tablo 38'de katılımcıların bazılarının zamansal düşünme basamağına dair ifadeleri yer almaktadır.

Tablo 38

Katılımcının SDB-9'a Dair İfadesi: Gelişmekte Olan

Katılımcı	İfade	Olası Gelecek Tahmini	Kodlama
K-3	*Doğal denge bozuluyor, ekosistem bozuluyor ve bunun sonucunda tarımsal ürünlerimiz azalıyor. Tarımsal ürünlerimiz azaldıkça da insanlar bundan da etkileniyor. Mesela pH değişikliği olarak bitkilerin yapısı değişiyor, verimsizleşiyor. Ona bağlı olarak da insanların üzerinde kalıntıları olabilir. Mesela suyu içtiklerinde, suyun yapısına katılmış olan buradaki zehirli gazlar insan vücuduna da karışıyor ve bunlar zehirlenmelere yol açabilirler de.*	Ekosistem dengesi Halk sağlığı	Çevresel etki Sağlık problemleri riski
K-13	*Zararlı kimyasalları kullanıyorlar. Çevreye etkisi olduğu gibi uzun süreli etkileri de hastalıklar olabilir, başka şekilde olabilir. Çevrede deformasyon gibi şeyler olabilir.*	Ekosistem dengesi Halk sağlığı	Çevresel etki Sağlık problemleri riski
K-14	*Ekonomi açıdan fazlasıyla iyi, rezervlerimiz fazla. Ülkenin ekonomi çevresinde çok iyi ileri atar. Daha da çok gelişmişlik atar. Ama birçok o kadar da insan sağlığına çok fazla zarar verir. Bu da hastanelerin ve benzer durumların daha da çok olma olasılığını gösterir. İnsan sağlığına zarar verebilir veya bir hastalık çıkarabilir. Bu hastalık yüzünden aynı Covid-19 gibi bir pandemi dönemi veya herhangi bir veba salgını gibi bir durum yaşanabilir.*	Ekonomik dinamikler Halk sağlığı	Ekonomi Sağlık problemleri riski

4.3.10 Sistemsel Düşünme Beceri Düzeyi Hiyerarşisi

Sistemsel düşünme becerisi basamakları analiz (SDB-1 ve SDB-2), uygulama (SDB-3, SDB-4, SDB-5 ve SDB-6) ve sentez (SDB-7, SDB-8 ve SDB-9) olarak ele alındığında katılımcıların analiz seviyesinde (M=1,79), uygulama (M=1,10) ve sentez (M=1,19) seviyelerinden daha başarılı oldukları görülmektedir. Hiyerarşik sistemsel düşünme modeline göre katılımcıların basamaklara dair beceri düzeyleri adım adım, hiyerarşik bir şekilde ilerlemelidir (Assaraf & Orion, 2005). Tablo 39'da katılımcıların hiyerarşik sistemsel düşünme beceri düzeyleri verilmiştir.

Tablo 39

Katılımcıların Hiyerarşik Sistemsel Düşünme Beceri Düzeyleri

	SDB-1	SDB-2	SDB-3	SDB-4	SDB-5	SDB-6	SDB-7	SDB-8	SDB-9
K-1	2	2	2	2	2	2	1	1	1
K-2	2	2	1	1	0	0	1	2	2
K-3	1	0	0	0	0	0	1	1	2
K-4	3	3	3	2	2	0	1	1	1
K-5	3	2	2	2	1	2	1	1	1
K-6	3	2	2	2	2	2	1	2	1
K-7	2	1	2	2	1	1	1	2	0
K-8	2	1	1	1	0	0	1	1	1
K-9	2	1	1	1	0	0	1	1	1
K-10	1	0	0	0	0	0	1	2	1
K-11	2	1	1	1	0	0	1	1	2
K-12	1	0	0	0	0	0	1	1	2
K-13	3	3	3	3	2	2	1	1	2
K-14	2	1	1	2	0	1	1	1	2
K-15	3	2	2	3	1	1	1	2	1
K-16	3	1	2	1	1	1	0	1	1

Tablo 39 incelendiğinde, her bir katılımcının beceri gösterdiği basamakların işaretlendiği görülmektedir. Hiyerarşik sistemsel düşünme modeline göre katılımcılar her basamakta sırasıyla beceri göstermelidirler. Buna göre, katılımcıların %31,25'i (f=5) sistemsel düşünme becerisinin dokuzuncu basamağına ulaşabilmiştir. Birinci basamakta kalan üç katılımcı (%18,75) bulunmaktadır. Katılımcıların %6,25'i (f=1) sekizinci basamağa, %6,25'i (f=1) altıncı basamağa, %6,25'i (f=1) 5. basamağa ve %31,25'i (f=5) dördüncü basamağa ulaşmışlardır. Bu durumda bu çalışma kapsamında fen bilgisi öğretmen adaylarının sistemsel düşünme becerilerinin hiyerarşik bir şekilde gelişmediği sonucuna varılmaktadır.

4.4 Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Sistemsel Düşünme Beceri Düzeyleri ile Sosyobilimsel Muhakeme Becerileri Arasındaki İlişkiye Dair Bulgular

Fen bilgisi öğretmen adaylarının sistemsel düşünme beceri düzeyleri "Pavilion Wyoming'teki Hidrolik Kırılma" sosyobilimsel senaryosu üzerinden kavram haritası ve yarı yapılandırılmış görüşmeler ile, sosyobilimsel muhakeme beceri düzeyleri ise QuASSR ölçeği ile ölçülmüştür. Tablo 40'ta katılımcıları sistemsel düşünme beceri düzeyleri ve sosyobilimsel muhakeme düzeyleri verilmiştir.

Tablo 40

Katılımcıların Sistemsel Düşünme Becerisi ve Sosyobilimsel Muhakeme Düzeyleri

Katılımcılar		Düzeyler			
K-1	Sistemsel Düşünme Becerisi	0	1	**2**	3
	Sosyobilimsel Muhakeme	0	**1**	2	
K-2	Sistemsel Düşünme Becerisi	0	1	**2**	3
	Sosyobilimsel Muhakeme	0	**1**	2	
K-3	Sistemsel Düşünme Becerisi	0	**1**	2	3
	Sosyobilimsel Muhakeme	0	**1**	2	
K-4	Sistemsel Düşünme Becerisi	0	1	**2**	3
	Sosyobilimsel Muhakeme	0	**1**	2	
K-5	Sistemsel Düşünme Becerisi	0	1	**2**	3
	Sosyobilimsel Muhakeme	0	**1**	2	
K-6	Sistemsel Düşünme Becerisi	0	1	**2**	3
	Sosyobilimsel Muhakeme	0	**1**	2	
K-7	Sistemsel Düşünme Becerisi	0	1	**2**	3
	Sosyobilimsel Muhakeme	0	**1**	2	
K-8	Sistemsel Düşünme Becerisi	0	**1**	2	3
	Sosyobilimsel Muhakeme	**0**	1	2	
K-9	Sistemsel Düşünme Becerisi	0	**1**	2	3
	Sosyobilimsel Muhakeme	**0**	1	2	
K-10	Sistemsel Düşünme Becerisi	0	**1**	2	3
	Sosyobilimsel Muhakeme	**0**	1	2	
K-11	Sistemsel Düşünme Becerisi	0	**1**	2	3
	Sosyobilimsel Muhakeme	0	**1**	2	
K-12	Sistemsel Düşünme Becerisi	0	**1**	2	3
	Sosyobilimsel Muhakeme	0	**1**	2	
K-13	Sistemsel Düşünme Becerisi	0	1	2	**3**
	Sosyobilimsel Muhakeme	**0**	1	2	
K-14	Sistemsel Düşünme Becerisi	0	1	**2**	3
	Sosyobilimsel Muhakeme	0	**1**	2	
K-15	Sistemsel Düşünme Becerisi	0	1	**2**	3
	Sosyobilimsel Muhakeme	0	**1**	2	
K-16	Sistemsel Düşünme Becerisi	0	1	**2**	3
	Sosyobilimsel Muhakeme	0	**1**	2	

Tablo 40 incelendiğinde, katılımcıların sistemsel düşünme becerisi düzeyi ve sosyobilimsel muhakeme becerisi düzeyi arasında bir örüntü olduğu görülmektedir. Bu örüntüye göre; dokuz katılımcının sistemsel düşünme beceri skoru iki iken sosyobilimsel muhakeme skoru bir, üç katılımcının sistemsel düşünme beceri skoru bir iken sosyobilimsel muhakeme skoru bir ve üç katılımcının sistemsel düşünme beceri skoru bir iken sosyobilimsel muhakeme skoru sıfırdır.

4.4.1 Sistemsel Düşünme Becerisi ve Karmaşıklık Alt Boyutu Arasındaki İlişkiye Dair Bulgular

Tablo 41'de katılımcıların sistemsel düşünme becerisi ve karmaşıklık alt boyutu düzeyleri verilmiştir.

Tablo 41

Katılımcıların Sistemsel Düşünme Becerisi ve Karmaşıklık Alt Boyutu Düzeyleri

Katılımcılar		Düzeyler			
K-1	Sistemsel Düşünme Becerisi	0	1	**2**	3
	Karmaşıklık	0	**1**	2	
K-2	Sistemsel Düşünme Becerisi	0	1	**2**	3
	Karmaşıklık	0	**1**	2	
K-3	Sistemsel Düşünme Becerisi	0	**1**	2	3
	Karmaşıklık	0	**1**	2	
K-4	Sistemsel Düşünme Becerisi	0	1	**2**	3
	Karmaşıklık	0	**1**	2	
K-5	Sistemsel Düşünme Becerisi	0	1	**2**	3
	Karmaşıklık	0	**1**	2	
K-6	Sistemsel Düşünme Becerisi	0	1	**2**	3
	Karmaşıklık	0	**1**	2	
K-7	Sistemsel Düşünme Becerisi	0	1	**2**	3
	Karmaşıklık	0	**1**	2	
K-8	Sistemsel Düşünme Becerisi	0	**1**	2	3
	Karmaşıklık	**0**	1	2	
K-9	Sistemsel Düşünme Becerisi	0	**1**	2	3
	Karmaşıklık	**0**	1	2	
K-10	Sistemsel Düşünme Becerisi	0	**1**	2	3
	Karmaşıklık	**0**	1	2	
K-11	Sistemsel Düşünme Becerisi	0	**1**	2	3
	Karmaşıklık	0	**1**	2	
K-12	Sistemsel Düşünme Becerisi	0	**1**	2	3
	Karmaşıklık	0	**1**	2	
K-13	Sistemsel Düşünme Becerisi	0	1	2	**3**
	Karmaşıklık	0	**1**	2	
K-14	Sistemsel Düşünme Becerisi	0	1	**2**	3
	Karmaşıklık	0	**1**	2	
K-15	Sistemsel Düşünme Becerisi	0	1	**2**	3
	Karmaşıklık	0	**1**	2	
K-16	Sistemsel Düşünme Becerisi	0	1	**2**	3
	Karmaşıklık	0	**1**	2	

Tablo 41 incelendiğinde, katılımcıların sistemsel düşünme becerisi düzeyi ve karmaşıklık alt boyutu arasında bir örüntü olduğu görülmektedir. Bu örüntüye göre; dokuz katılımcının sistemsel düşünme beceri skoru iki iken sosyobilimsel muhakeme skoru bir, üç katılımcının sistemsel düşünme beceri skoru bir iken sosyobilimsel muhakeme skoru sıfır ve üç katılımcının sistemsel düşünme beceri skoru bir iken sosyobilimsel muhakeme skoru birdir.

4.4.2 Sistemsel Düşünme Becerisi ve Bakış Açısı Edinme Alt Boyutu Arasındaki İlişkiye Dair Bulgular

Tablo 42'de katılımcıların sistemsel düşünme becerisi ve bakış açısı edinme alt boyutu düzeyleri verilmiştir.

Tablo 42

Katılımcıların Sistemsel Düşünme Becerisi ve Bakış Açısı Edinme Alt Boyutu Düzeyleri

Katılımcılar		Düzeyler			
K-1	Sistemsel Düşünme Becerisi	0	1	**2**	3
	Bakış Açısı Edinme	0	**1**	2	
K-2	Sistemsel Düşünme Becerisi	0	1	**2**	3
	Bakış Açısı Edinme	0	**1**	2	
K-3	Sistemsel Düşünme Becerisi	0	**1**	2	3
	Bakış Açısı Edinme	0	**1**	2	
K-4	Sistemsel Düşünme Becerisi	0	1	**2**	3
	Bakış Açısı Edinme	0	1	**2**	
K-5	Sistemsel Düşünme Becerisi	0	1	**2**	3
	Bakış Açısı Edinme	0	**1**	2	
K-6	Sistemsel Düşünme Becerisi	0	1	**2**	3
	Bakış Açısı Edinme	0	**1**	2	
K-7	Sistemsel Düşünme Becerisi	0	1	**2**	3
	Bakış Açısı Edinme	0	1	**2**	
K-8	Sistemsel Düşünme Becerisi	0	**1**	2	3
	Bakış Açısı Edinme	0	**1**	2	
K-9	Sistemsel Düşünme Becerisi	0	**1**	2	3
	Bakış Açısı Edinme	0	**1**	2	
K-10	Sistemsel Düşünme Becerisi	0	**1**	2	3
	Bakış Açısı Edinme	0	**1**	2	
K-11	Sistemsel Düşünme Becerisi	0	**1**	2	3
	Bakış Açısı Edinme	0	**1**	2	
K-12	Sistemsel Düşünme Becerisi	0	**1**	2	3
	Bakış Açısı Edinme	**0**	1	2	
K-13	Sistemsel Düşünme Becerisi	0	1	2	**3**
	Bakış Açısı Edinme	0	**1**	2	
K-14	Sistemsel Düşünme Becerisi	0	1	**2**	3
	Bakış Açısı Edinme	0	**1**	2	
K-15	Sistemsel Düşünme Becerisi	0	1	**2**	3
	Bakış Açısı Edinme	0	**1**	2	
K-16	Sistemsel Düşünme Becerisi	0	1	**2**	3
	Bakış Açısı Edinme	0	1	**2**	

Tablo 42 incelendiğinde, katılımcıların sistemsel düşünme becerisi düzeyi ve bakış açısı edinme alt boyutu arasında bir örüntü olduğu görülmektedir. Bu örüntüye göre; altı katılımcının sistemsel düşünme beceri skoru iki iken sosyobilimsel muhakeme skoru bir,

beş katılımcının sistemsel düşünme beceri skoru bir iken sosyobilimsel muhakeme skoru bir ve üç katılımcının sistemsel düşünme beceri skoru iki iken sosyobilimsel muhakeme skoru ikidir.

4.4.3 Sistemsel Düşünme Becerisi ve Sorgulama Alt Boyutu Arasındaki İlişkiye Dair Bulgular

Tablo 43'te katılımcıların sistemsel düşünme becerisi ve sorgulama alt boyutu düzeyleri verilmiştir.

Tablo 43

Katılımcıların Sistemsel Düşünme Becerisi ve Sorgulama Alt Boyutu Düzeyleri

Katılımcılar		Düzeyler			
K-1	Sistemsel Düşünme Becerisi	0	1	**2**	3
	Sorgulama	0	**1**	2	
K-2	Sistemsel Düşünme Becerisi	0	1	**2**	3
	Sorgulama	0	**1**	2	
K-3	Sistemsel Düşünme Becerisi	0	**1**	2	3
	Sorgulama	0	**1**	2	
K-4	Sistemsel Düşünme Becerisi	0	1	**2**	3
	Sorgulama	0	1	**2**	
K-5	Sistemsel Düşünme Becerisi	0	1	**2**	3
	Sorgulama	0	**1**	2	
K-6	Sistemsel Düşünme Becerisi	0	1	**2**	3
	Sorgulama	**0**	1	2	
K-7	Sistemsel Düşünme Becerisi	0	1	**2**	3
	Sorgulama	0	**1**	2	
K-8	Sistemsel Düşünme Becerisi	0	**1**	2	3
	Sorgulama	0	**1**	2	
K-9	Sistemsel Düşünme Becerisi	0	**1**	2	3
	Sorgulama	**0**	1	2	
K-10	Sistemsel Düşünme Becerisi	0	**1**	2	3
	Sorgulama	**0**	1	2	
K-11	Sistemsel Düşünme Becerisi	0	**1**	2	3
	Sorgulama	0	**1**	2	
K-12	Sistemsel Düşünme Becerisi	0	**1**	2	3
	Sorgulama	0	**1**	2	
K-13	Sistemsel Düşünme Becerisi	0	1	2	**3**
	Sorgulama	0	**1**	2	
K-14	Sistemsel Düşünme Becerisi	0	1	**2**	3
	Sorgulama	0	**1**	2	
K-15	Sistemsel Düşünme Becerisi	0	1	**2**	3
	Sorgulama	**0**	1	2	
K-16	Sistemsel Düşünme Becerisi	0	1	**2**	3
	Sorgulama	**0**	1	2	

Tablo 43 incelendiğinde, katılımcıların sistemsel düşünme becerisi düzeyi ve sorgulama alt boyutu arasında bir örüntü olduğu görülmektedir. Bu örüntüye göre; beş katılımcının sistemsel düşünme beceri skoru iki iken sosyobilimsel muhakeme skoru bir, dört katılımcının sistemsel düşünme beceri skoru bir iken sosyobilimsel muhakeme skoru bir, üç katılımcının sistemsel düşünme beceri skoru iki iken sosyobilimsel muhakeme skoru sıfır ve iki katılımcının sistemsel düşünme beceri skoru bir iken sosyobilimsel muhakeme skoru sıfırdır.

4.4.4 Sistemsel Düşünme Becerisi ve Şüphecilik Alt Boyutu Arasındaki İlişkiye Dair Bulgular

Tablo 44'te katılımcıların sistemsel düşünme becerisi ve şüphecilik alt boyutu düzeyleri verilmiştir.

Tablo 44

Katılımcıların Sistemsel Düşünme Becerisi ve Şüphecilik Alt Boyutu Düzeyleri

Katılımcılar		Düzeyler			
K-1	Sistemsel Düşünme Becerisi	0	1	**2**	3
	Şüphecilik	**0**	1	2	
K-2	Sistemsel Düşünme Becerisi	0	1	**2**	3
	Şüphecilik	0	**1**	2	
K-3	Sistemsel Düşünme Becerisi	0	**1**	2	3
	Şüphecilik	0	**1**	2	
K-4	Sistemsel Düşünme Becerisi	0	1	**2**	3
	Şüphecilik	0	**1**	2	
K-5	Sistemsel Düşünme Becerisi	0	1	**2**	3
	Şüphecilik	0	**1**	2	
K-6	Sistemsel Düşünme Becerisi	0	1	**2**	3
	Şüphecilik	0	**1**	2	
K-7	Sistemsel Düşünme Becerisi	0	1	**2**	3
	Şüphecilik	0	**1**	2	
K-8	Sistemsel Düşünme Becerisi	0	**1**	2	3
	Şüphecilik	**0**	1	2	
K-9	Sistemsel Düşünme Becerisi	0	**1**	2	3
	Şüphecilik	**0**	1	2	
K-10	Sistemsel Düşünme Becerisi	0	**1**	2	3
	Şüphecilik	**0**	1	2	
K-11	Sistemsel Düşünme Becerisi	0	**1**	2	3
	Şüphecilik	**0**	1	2	
K-12	Sistemsel Düşünme Becerisi	0	**1**	2	3
	Şüphecilik	0	1	**2**	
K-13	Sistemsel Düşünme Becerisi	0	1	2	**3**
	Şüphecilik	**0**	1	2	
K-14	Sistemsel Düşünme Becerisi	0	1	**2**	3
	Şüphecilik	**0**	1	2	
K-15	Sistemsel Düşünme Becerisi	0	1	**2**	3
	Şüphecilik	0	**1**	2	
K-16	Sistemsel Düşünme Becerisi	0	1	**2**	3
	Şüphecilik	0	**1**	2	

Tablo 44 incelendiğinde, katılımcıların sistemsel düşünme becerisi düzeyi ve şüphecilik alt boyutu arasında bir örüntü olduğu görülmektedir. Bu örüntüye göre; yedi katılımcının sistemsel düşünme beceri skoru iki iken sosyobilimsel muhakeme skoru bir, dört

katılımcının sistemsel düşünme beceri skoru bir iken sosyobilimsel muhakeme skoru sıfır ve iki katılımcının sistemsel düşünme beceri skoru iki iken sosyobilimsel muhakeme skoru sıfırdır.

BÖLÜM V

SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu bölümde araştırma kapsamında ele alınan “Fen bilgisi öğretmen adaylarının sosyobilimsel bir senaryo üzerinden analiz edilen sistemsel düşünme becerileri ne düzeydedir” sorusundan yola çıkarak elde edilen bulgulara dair sonuç ve yorumlara, tartışmalara ve önerilere yer verilmiştir.

5.1 Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Sistem Tanımlarına Dair Sonuçlar

Bu araştırmada “Fen bilgisi öğretmen adaylarının sistem tanımı nasıldır?” sorusu kapsamında katılımcıların sistem kavramına yönelik tanımları incelenmiştir. Katılımcılara yarı yapılandırılmış görüşmeler esnasında sistem tanımlarına dair bir soru yöneltilmiştir ve cevaplar tematik analiz ile yorumlanmıştır. Bu doğrultuda katılımcıların sistem tanımları “etkileşim, yapı ve süreç” temaları altında toplanmıştır. En çok bütün ve düzen kodlarını karşılayan tanımlarda bulunmuşlardır.

Katılımcıların sistemi tanımlarken en az vurgu yaptıkları tema etkileşim teması (%9,10) olmuştur. Etkileşim ve işbirliği kodlarının yalnızca birer kez sistem tanımlarında kullanılması, fen bilgisi öğretmen adaylarının sistemi etkileşimli, dinamik ilişkiler çerçevesinde ilerleyen bir yapıdan ziyade statik bir yapı olarak algıladıklarına işaret eder.

Katılımcılar sistemi tanımlarken süreç temasına %27,30 oranında yer vermişlerdir. "Olay dizisi" (%9,10) en sık kullanılan kod olurken "işleyiş" (%4,55), "nedensellik" (%4,55), "döngü" (%4,55) ve "süreç" (%4,55) gibi kodlar takip etmiştir. Bu doğrultuda fen bilgisi öğretmen adaylarının bir kısmının sistemdeki işleyiş süreçlerini kavradıkları fakat geri bildirim mekanizmaları ve dinamik döngüler gibi süreçleri tanımlamakta eksiklikleri olduğu söylenebilir.

Katılımcıların sistem tanımı en çok yapı teması (%63,70) altında toplanmıştır. Bütün (%22,75) ve düzen (%18,20) en sık tekrarlanan kodlar olmuştur. Bu doğrultuda katılımcıların sistemi düzenli yapılar olarak algıladıkları ve sistemin fiziksel bütünlüğüne odaklandıkları söylenebilir.

Fen bilgisi öğretmen adaylarının sistem tanımlarının yapı odaklı olduğu, etkileşim ve süreç noktalarında eksiklikleri olduğu sonucuna varılmıştır.

5.2. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Sosyobilimsel Muhakeme Becerilerine Dair Sonuçlar

Bu araştırmada "Fen bilgisi öğretmen adaylarının sosyobilimsel muhakemeleri ne düzeydedir?" sorusu kapsamında katılımcıların sosyobilimsel muhakeme düzeyleri incelenmiştir. Bu doğrultuda, katılımcıların sosyobilimsel muhakeme düzeylerinin orta düzey olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Hiçbir katılımcı yüksek düzey sosyıbilimsel muhakeme sergileyememiştir. SBM'nin dört alt boyutunda da (karmaşıklık, bakış açısı edinme, sorgulama ve şüphecilik) katılımcılar orta düzey sosyobilimsel muhakeme sergilemiştir. En yüksek düzeyde beceri gösterdikleri boyut bakış açısı edinme (M=1,45, SD=0,38) iken en düşük düzeyde beceri gösterdikleri boyut şüphecilik (M=1,03, SD=0,63) olmuştur.

Karmaşıklık alt boyutunda katılımcıların %18,75'i düşük düzeyde ve %81,25'i orta düzeyde sosyobilimsel muhakeme sergilemişlerdir. Yüksek düzeyde SBM'ye sahip katılımcı bulunmamaktadır. Sosyobilimsel konuları irdelerken karmaşıklığın farkında olmak öğrencileri daha derin düşünmeye yönlendirir ve karar alma süreçlerinde etkili olur (Herrera & Pifarré, 2023). Bu sebeple katılımcıların kompleks sistemleri anlamada ve çözümüne dair karar alma süreçlerinde gösterdikleri muhakeme becerisi gelişmeye açıktır.

Bakış açısı edinme alt boyutunda katılımcıların %6,25'i düşük düzeyde, %75'i orta düzeyde ve %18,75'i yüksek düzeyde sosyobilimsel muhakeme sergilemişlerdir. Bu boyut katılımcıların diğer üç boyuta kıyasla daha yüksek ve en fazla sayıda katılımcının (f=3) yüksek düzeyde sosyobilimsel muhakeme becerisi gösterdikleri boyuttur Bakış açısı edinme bilimsel ve sosyal yönü olan toplumsal konuları ele alırken bireylerin farklı bakış açılarını anlamalarını ifade eder. Bu becerinin kullanılması karmaşık ve sosyal ve etik yönleri olan konuları tartışma esnasında öğrencilerin tartışma becerilerini geliştirir, bilimsel okuryazarlığı zenginleştirir ve disiplinler arası anlayışı destekler (Fancourt &

Guilfoyle, 2021). Bu boyutta orta düzey sosyobilimsel muhakeme gösteren katılımcıların becerileri gelişmeye açıktır.

Sorgulama alt boyutunda katılımcıların %31,25'i düşük düzeyde, %62,50'si orta düzeyde ve %6,25'i yüksek düzeyde sosyobilimsel muhakeme sergilemişlerdir. Bu boyut sosyobilimsel konulara dair araştırma, analiz etme ve sonuçlar çıkarma gibi süreçleri içermektedir. Ek olarak, sorgulama boyutu eleştirel düşünme becerilerinin geliştirilmesini, sosyobilimsel konular için gereken bilişsel becerileri teşvik etmede önemli bir rol oynar (Lederman vd., 2014). Bu boyutta orta düzeyde beceri gösteren katılımcıların sorgulamaya ve bu boyuta dair bilişsel becerileri gelişmeye açıktır.

Şüphecilik alt boyutunda katılımcıların %43,75'i düşük düzeyde, %50'si orta düzeyde ve %6,25'i yüksek düzeyde sosyobilimsel muhakeme sergilemişlerdir. En fazla katılımcının düşük düzey sosyobilimsel muhakeme gösterdikleri boyut bu boyuttur. Şüphecilik, bilimsel bilginin kaynağını sorgulamayı ve verilerdeki potansiyel yargıları anlamayı gerektirir, eleştirel düşünmeye teşvik eder. Öğretmen adaylarının eleştirel düşünme becerileri arttıkça sosyobilimsel konulara yönelik tutumları da artar (Yılmaz & Salman, 2022).

5.3 Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Sistemsel Düşünme Beceri Düzeylerine Dair Sonuçlar

Bu araştırmada "Fen bilgisi öğretmen adaylarının sistemsel düşünme becerileri ne düzeydedir?" sorusu kapsamında katılımcıların sistemsel düşünme beceri düzeyleri incelenmiştir. Hiyerarşik Sistemsel Düşünme Modeli çerçevesinde dokuz basamak, kavram haritası çizimi ve yarı yapılandırılmış görüşme sonucu elde edilen veriler analiz edilmiştir. Analiz sonucuna göre, fen bilgisi öğretmen adaylarının sistemsel düşünme becerisinin gelişmekte olduğu bulgusuna varılmıştır. Her bir basamak ayrı ayrı ele alındığında, katılımcılar SDB-1'de gelişmiş düzeyde, SDB-2, SDB-3, SDB-4, SDB-8 ve SDB-9'da gelişmekte olan düzeyinde ve SDB-5, SDB-6 ve SDB-7'de yeni ortaya çıkan düzeyinde beceri sergilemişlerdir. En yüksek beceri SDB-1 sistemin bileşenlerini tanıma basamağında gösterilirken en düşük beceri SDB-5 sistem içindeki dinamik ilişkileri tanıma ve SDB-6 sistemin döngüsel doğasını anlama basamaklarında gösterilmiştir.

Sistemin bileşenlerini tanıma (SDB-1) basamağında katılımcılar genel olarak gelişmiş düzeyde beceri göstermişlerdir. Farkındalık göstermeyen katılımcı bulunmazken katılımcıların %18,75'i yeni ortaya çıkan, %43,75'i gelişmekte olan ve %37,5 gelişmiş

düzeyde beceri sergilemektedir. Gelişmekte olan düzeyindeki yedi katılımcıdan sadece bir tanesi topluma ait bileşenlere yer vermiştir. Katılımcıların en fazla değindikleri bileşenler "su/su kirliliği" (f=7) ve "kasabanın ekonomisi" (f=6) olmuştur. Buna göre, katılımcılar bir sistemi oluşturan bileşenleri fark etme ve bunları ifade edebilme becerisine sahiptirler.

Sistem içindeki süreçleri anlama (SDB-2) basamağında katılımcılar gelişmekte olan düzeyde beceri göstermişlerdir. Katılımcıların %18,75'i bu basamakta farkındalık göstermemiştir. Yeni ortaya çıkan düzeyde katılımcıların %37,50'si yer almaktadır ve bu katılımcılar kavram haritalarında çevresel, toplumsal ve bilimsel süreçlerden sadece çevresel süreçlere yer vermişlerdir. Bu düzeyde bilimsel ve toplumsal süreçlere değinen katılımcı bulunmamaktadır. Katılımcıların %31,25'i çevresel, toplumsal ve bilimsel süreçlerden sadece çevresel ve toplumsal süreçlere değinmişlerdir ve gelişmekte olan düzeyinde beceri sergilemişlerdir. Bu düzeyde bilimsel süreçlere değinen katılımcı bulunmamaktadır.

Sistemin bileşenleri arasındaki ilişkileri tanıma (SDB-3) basamağında katılımcılar genel olarak gelişmekte olan düzeyde beceri göstermişlerdir. Bir önceki basamakta (SDB-2) olduğu gibi bu basamakta da katılımcıların %18,75'i farkındalık göstermemiştir. Sistemin bileşenlerini tanıma (SDB-1) basamağında farkındalık göstermeyen katılımcı bulunmazken sistemin bileşenleri arasındaki ilişkileri tanıma basamağında farkındalık göstermeyen katılımcılar bulunmaktadır. Buna göre, katılımcıların sistemin bileşenlerini tanıyabildiği fakat bileşenler arasında kurulan ilişkileri tanımada gelişmeye açık olduğu sonucuna varılabilir. Bu basamakta katılımcıların %31,25'i yeni ortaya çıkan düzeyinde beceri göstermiştir. Bu düzeydeki katılımcılar kavram haritalarında dört ilişkiden sadece bir tanesine yer vermişlerdir ve bu ilişki de hidrolik kırılma ve doğalgaz çıkışı ile ilgilidir. Kasaba ve su tabakasına, petrol ve gaz endüstrisi ve kasaba ekonomisine ve taraflar ve kirlilik iddialarına değinmemişlerdir. Gelişmekte olan düzeyinde katılımcıların %37,50'si bulunmaktadır. Bu düzeydeki altı katılımcı dört ilişkiden iki veya üç tanesine kavram haritasında yer vermişlerdir. 1 katılımcı hidrolik kırılma ve doğalgaz çıkışı, kasaba ve su tabakası ve petrol ve gaz endüstrisi ve kasaba ekonomisi olmak üzere üç ilişkiye kavram haritasında yer verirken iki katılımcı hidrolik kırılma ve doğalgaz çıkışı ve kasaba ve su tabakası ilişkilerine, üç katılımcı ise petrol ve gaz endüstrisi ve kasaba ekonomisi ve kasaba ve su tabakası ilişkilerine yer vermişlerdir. Bu düzeyde taraflar ve kirlilik iddialarına değinen katılımcı bulunmamaktadır. Katılımcıların %12,50'si gelişmiş düzeyde beceri göstermişlerdir.

Sistemin bileşenlerini ve süreçlerini ilişkiler çerçevesinde organize etme (SDB-4) basamağında katılımcılar genel olarak gelişmekte olan düzeyde beceri göstermişlerdir. Katılımcıların %18,75'i (K-3, K-10 ve K-12) bu beceriye dair farkındalık göstermemişlerdir. Bu üç katılımcı sitem içindeki süreçleri tanıma (SDB-2) ve sistemin bileşenleri arasındaki ilişkileri tanıma (SDB-3) basamaklarında da farkındalık göstermemişlerdir. Katılımcıların %31,25'i yeni ortaya çıkan düzeyinde beceri göstermişlerdir. Bu düzeydeki beş katılımcıdan dördü hidrolik kırılmaya değinirken biri kasaba ekonomisine değinilmiştir. Su kirliliği ve buna dair yapılan araştırmalara değinen katılımcı bulunmamaktadır. Katılımcıların %25'i gelişmekte olan düzeyde beceri göstermişlerdir. Bu düzeydeki dört katılımcıdan ikisi su kirliliği ve kasaba ekonomisine ikisi ise hidrolik kırılma ve su kirliliğine kavram haritalarında yer vermişlerdir. Hidrolik kırılma ve kasaba ekonomisine bir arada yer veren katılımcı bulunmamaktadır. Katılımcıların geri kalan %25'i ise gelişmiş düzeyde beceri gösteriştir.

Sistem içindeki dinamik ilişkileri tanıma (SDB-5) basamağında katılımcılar genel olarak yeni ortaya çıkan düzeyinde beceri göstermişlerdir. Katılımcıların %43,75'i farkındalık göstermemiştir. Üç dinamik ilişkiden yalnızca birine katılımcıların %37,50'si yer vermiştir ve yeni ortaya çıkan düzeyinde beceri göstermişlerdir. Yer verilen dinamik ilişki bu düzeydeki tüm katılımcılarda hidrolik kırılma ve su ile ilgili ilişki olduğu görülmektedir. Katılımcıların %16,75'i gelişmekte olan düzeyinde beceri göstermişlerdir. Bu düzeydeki üç katılımcı da hidrolik kırılma ve su ilişkisine yer verirken iki katılımcı hidrolik kırılma ve araştırma süreci ilişkisine, bir katılımcı da kasaba halkının sağlığına değinmiştir. Gelişmiş düzeyde beceri gösteren katılımcı bulunmamaktadır. Buna göre, katılımcılar dinamik ilişkileri algılama ve ifade etme konusunda gelişmeye açıklardır.

Sistemin döngüsel doğasını anlama (SDB-6) basamağında katılımcılar yeni ortaya çıkan düzeyde beceri göstermişlerdir. Bir önceki basamakta olduğu gibi bu basamakta da katılımcıların %43,75'i farkındalık göstermemiştir. Yeni ortaya çıka düzeyinde %12,50 katılımcı bulunmaktadır. Bu düzeyde bulunan iki katılımcı da hidrolik kırılma ve su döngüsünden bahsetmişlerdir. Katılımcıların %43,75'i gelişmekte olan düzeyinde beceri göstermişlerdir. Bu düzeydeki yedi katılımcı da hidrolik kırılma ve su döngüsüne ve ekonomik faaliyetlere kavram haritalarında yer vermişlerdir. Toplumsal ve politik döngüye kavram haritasında yer veren katılımcı bulunmamaktadır. Ek olarak, hiçbir katılımcı gelişmiş düzeyde beceri gösterememiştir.

Genellemeler yapma (SDB-7) basamağında katılımcılar yeni ortaya çıkan düzeyinde beceri göstermişlerdir. Bu basamakta sadece bir katılımcı (%6,25) sisteme dair genelleme

yapılamayacağını ifade ederek farkındalık yok düzeyinde geri kalan 15 katılımcı (%93,75) yeni ortaya çıkan düzeyinde beceri sergilemişlerdir. Bu 15 katılımcının %53,33'ü genel geçer ve detaysız bir genellemeden, %13,33'ü su kirliliği ve çevresel etkilere dair bir genellemeden, %13,33'ü toplumun çevresel endişeleri ve düzenlemelere dair bir genellemeden, %13,33'ü yerel ve küresel etkilere dair bir genellemeden, %6,67'si ekonomi ve çevre ilişkisine dair bir genellemeden ve %6,67'si bilim ve politika etkileşimine dair bir genellemeden bahsetmişlerdir. Bu basamakta gelişmekte olan ve gelişmiş düzeyde katılımcı bulunmamaktadır. Buna göre, katılımcıların sistemin gizli boyutlarını anlama konusunda farkındalıklarının düşük olduğu söylenebilir.

Sistemin gizli boyutlarını anlama (SDB-8) basamağında katılımcılar gelişmekte olan düzeyinde beceri göstermişlerdir. Bu düzeye ait farkındalık göstermeyen ve gelişmiş düzeyinde katılımcı bulunmamaktadır. Katılımcıların %68,75'i yeni ortaya çıkan düzeyinde beceri göstermişlerdir. Bu düzeydeki 11 katılımcının %63,64'ü hidrolik kırılma ve ekonomi ile ilgili gizli boyuta, %18,18'i insan sağlığı ile ilgili gizli boyuta ve %18,18'i politika ve hidrolik kırılma ile ilgili gizli boyuta yer vermişlerdir. Su kirliliği ve çevre ile ilgili gizli boyuta yer veren katılımcı bulunmamaktadır. Katılımcıların %31,25'i gelişmekte olan düzeyde beceri göstermişlerdir. Bu düzeydeki beş katılımcı da iki gizli boyuta yer vermişlerdir. Bu gizli boyuttan bir tanesi tüm katılımcılarda hidrolik kırılma ve ekonomi ile ilgili boyut olmuştur. İkinci gizli boyut olarak bu düzeydeki katılımcıların %60'ı politika ve hidrolik kırılma ile ilgili gizli boyuta, %40'ı ise su kirliliği ve çevre ile ilgili gizli boyuta yer vermişlerdir. Buna göre, katılımcıların bu basamakta ortalama bir beceri sergiledikleri söylenebilir.

Sistem hakkında zamansal düşünme (SDB-9) basamağında katılımcılar gelişmekte olan düzeyde beceri göstermişlerdir. Katılımcıların %6,25'i bu basamağa dair farkındalık göstermemişlerdir. Bu düzeyde bulunan katılımcı sistemin olası geleceğine dair herhangi bir tahminde bulunamamıştır. %56,25 oranındaki katılımcı yeni ortaya çıkan düzeyde beceri göstermişlerdir. Bu düzeydeki katılımcıların %44,44'ü ekosisteme dair olası gelecek ihtimallerine, %33,33'ü ekonomiye dair olası gelecek ihtimallerine ve %22,22'si toplum sağlığına dair olası gelecek ihtimallerine yer vermişlerdir. Politikaya dair olası gelecek ihtimalinden bahseden katılımcı bulunmamaktadır. Katılımcıların %37,50'si gelişmekte olan düzeyinde beceri göstermişlerdir. Bu düzeydeki 6 katılımcının %66,67'si ekosisteme ve toplum sağlığına dair olası gelecek ihtimallerine, %16,67'si ekonomiye politikaya dair olası gelecek ihtimallerine ve %16,67'si ekosisteme ve ekonomiye dair olası gelecek

ihtimallerine yer vermişlerdir. Bu basamakta gelişmiş düzeyde beceri gösteren katılımcı bulunmamaktadır.

5.4 Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Sistemsel Düşünme Beceri Düzeyleri ile Sosyobilimsel Muhakeme Becerileri Arasındaki İlişkiye Dair Sonuçlar

Bu araştırmada "Fen bilgisi öğretmen adaylarının sistemsel düşünme beceri düzeyleri ile sosyobilimsel muhakeme becerileri arasında nasıl bir ilişki vardır?" sorusu kapsamında katılımcıların sistemsel düşünme beceri düzeyleri ve sosyobilimsel muhakemeleri analiz edilmiştir ve aralarındaki ilişki incelenmiştir. Katılımcıların %56,25'inin sistemsel düşünme becerileri gelişmekte olan düzeyindeyken sosyobilimsel muhakemeleri orta düzeydedir. Sosyobilimsel muhakemenin dört alt boyutunda da katılımcıların büyük çoğunluğunun sistemsel düşünme becerileri gelişmekte olan sosyobilimsel muhakemeleri orta düzeydedir. Karmaşıklık alt boyutunda katılımcıların %56,25'i, şüphecilik alt boyutunda %43,75'i, bakış açısı edinme alt boyutunda %37,50'si ve sorgulama alt boyutunda %31,25'i bu genellemeyi sağlamaktadır. Katılımcıların sistemsel düşünme beceri düzeyleri ve sosyobilimsel muhakemeleri Tablo 41'de verilmiştir.

Tablo 45

Katılımcıların Sistemsel Düşünme Becerileri ile Sosyobilimsel Muhakemeleri Arasındaki İlişki

	SDB	SBM	f	%
Genel	2	1	9	56,25
	1	1	3	18,75
	1	0	3	18,75
	3	0	1	6,25
Karmaşıklık	2	1	9	56,25
	1	0	3	18,75
	1	1	3	18,75
	3	1	1	6,25
Şüphecilik	2	1	7	43,75
	1	0	4	25,00
	2	0	2	12,50
	3	0	1	6,25
	1	2	1	6,25
	1	1	1	6,25
Bakış Açısı Edinme	2	1	6	37,50
	1	1	5	31,25
	2	2	3	18,75
	3	1	1	6,25
	1	0	1	6,25
Sorgulama	2	1	5	31,25
	1	1	4	25,00
	2	0	3	18,75
	1	0	2	12,50
	2	2	1	6,25
	3	1	1	6,25

Tablo 45 incelendiğinde hem genelde hem de her bir alt boyutta katılımcıların büyük oranda sistemsel düşünme becerileri ve sosyobilimsel muhakemeleri arasında "gelişmekte olan-orta" şeklinde bir ilişki olduğu görülmektedir.

5.5 Tartışma ve Yorum

Bu araştırma kapsamında fen bilgisi öğretmen adaylarının sistemsel düşünme becerileri düzeyleri sosyobilimsel bir senaryo üzerinden analiz edilmiştir. Her bir alt probleme dair tartışmaya ve yorumlara dair detaylar aşağıda sırasıyla verilmiştir.

5.5.1 Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Sistem Tanımlarına Yönelik Tartışma ve Yorum

Fen bilgisi öğretmen adaylarının sistem tanımları üzerinde durulan birinci alt problemde, katılımcıların sistem tanımlarının yapı, süreç ve etkileşim temaları doğrultusunda şekillendiği ortaya çıkmıştır. Katılımcıların en çok yapı temasına odaklanmaları, sistemi düzenli ve statik bir yapı olarak algıladıklarına işaret etmektedir. Bu bulgu, Assaraf ve Orion'un (2005) öğrencilerin sistemi dinamik ve birbirleri ile ilişkili bir yapıdan ziyade statik ve bileşenlerin bütünü olarak algıladıklarını ortaya koyduğu çalışması ile örtüşmektedir. Taşdelen ve Güven (2023) tarafından yapılan çalışmada da katılımcıların sistem algıları ve tanımları düzenlilik, yapı, bütünlük, ilişkisellik, anlaşılabilirlik ve çeşitlilik temaları altında toplanmıştır. Benzer şekilde, öğretmen adaylarının en sık değindikleri özellikler düzenlilik, yapı ve bütün olurken karşılıklı ilişki en az değinilen özelliklerden olmuştur. Katılımcıların etkileşim temasına oldukça az vurgu yapmaları, sistemi dinamik etkileşimler yerine durağan, statik bir yapı olarak algıladıklarını göstermektedir. Etkileşim ve iş birliği kodlarının çok az kullanılması, katılımcıların sistemi oluşturan unsurların arasındaki ilişkileri yeterince ifade edilmediğini göstermektedir. Jacobson ve Wilensky (2006) öğrencilerin karmaşık sistemlerdeki mikro etkileşimlerin makro etkilere yol açtığını ve sistemdeki küçük değişikliklerin büyük değişikliklere yol açabileceğini anlamada zorlandıklarını ortaya koymuştur. Katılımcıların süreç temasına yaptıkları vurgu göz önünde bulundurulduğunda, sistemdeki işleyişe dair süreçlere bir hakimiyet olduğu fakat döngüsel süreçlere ve geri bildirim mekanizmalarına dair farkındalık konusunda eksiklikler olduğu görülmektedir. Katılımcıların ifadelerine yönelik bu tema altında en sık kullanılan kod olan olay dizisi, fen bilgisi öğretmen adaylarının sistemin bir başlangıcı ve sonu olduğunu düşündüklerini fakat sistemin geri bildirim mekanizmalarını ve sistemin kendi yenileme özelliğini göz önünde bulundurmadıklarını gösterir. Evagorou vd. (2009) tarafından yapılan çalışmada da bu bulguyu destekleyecek sonuçlar elde edilmiştir. Öğrencilerin bir sistemdeki geri bildirim mekanizmalarını ve sistemdeki bileşenlerin başka bir bileşeni etkileyerek geri döngüye nasıl katıldığını anlamakta zorlandıklarını öne sürmüşlerdir.

5.5.2 Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Sosyobilimsel Muhakeme Düzeylerine Yönelik Tartışma ve Yorum

Fen bilgisi öğretmen adaylarının sosyobilimsel muhakeme düzeyleri üzerinde durulan ikinci alt problemde katılımcıların orta düzey sosyobilimsel muhakeme becerisine sahip oldukları bulgusu elde edilmiştir. Sosyobilimsel konular bilimsel ve sosyal konuların bir arada ele alınabilmesi açısından önemlidir (Sadler, 2008). Eleştirel bir şekilde sosyobilimsel konuları yorumlayabilme noktasında sosyobilimsel muhakemenin kritik bir rolü vardır. Buna göre, hiçbir katılımcının yüksek düzey sosyobilimsel muhakeme sergileyememiş olması bu becerilerin geliştirilmesine ihtiyaç olduğunu göstermektedir. Katılımcıların en yüksek beceri gösterdikleri alt boyut bakış açısı edinme olmuştur. Bu bulgu, fen bilgisi öğretmen adaylarının bir duruma karşı farklı açılardan bakabilme yeteneğine sahip olduklarını göstermektedir. Literatür incelendiğinde, Irmak (2020), Tüzüngüç, Doğan ve Han Tosunoğlu (2021) ve Ozturk ve Roehrig (2024) de araştırmalarında katılımcıların en yüksek beceri gösterdikleri alt boyutu benzer bir şekilde bakış açısı edinme olarak belirtmiştir. Katılımcıların en düşük beceri gösterdikleri alt boyut ise şüphecilik olmuştur. Bu bulgu, fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel ve sosyal yönü olan bir duruma eleştirel bir bakış açısıyla yaklaşma konusunda gelişmeye açık olduklarını göstermektedir. Irmak (2020) benzer şekilde katılımcıların en düşük beceri gösterdikleri alt boyutları şüphecilik ve sorgulama olarak belirtirken Ozturk ve Roehrig (2024) sorgulama alt boyutu olarak belirtmiştir.

Bakış açısı edinme, bireylerin bir duruma karşı bilimsel, sosyal, kültürel vb. gibi farklı perspektiflerden yaklaşabilmeleri durumunu anlatır. Fen bilgisi öğretmen adayları, bu becerilerini lisans eğitimleri boyunca tecrübe ettikleri grup çalışmalarından, tartışmalardan ve etkileşimli sınıf içi etkinliklerden edinmişlerdir. Etkileşimli öğrenme ortamları öğrencilere deneyimlerini paylaşma, iletişim kurma ve kendini ifade etme noktalarında kolaylık sağlar (Garip & Göçer, 2023). Böylece öğretmen adayları farklı bakış açılarını tanıyabilme ve sosyal ve bilimsel yönü olan bir duruma uyarlayabilme konusunda kendini geliştirme imkânı bulur. Ayrıca, işbirlikçi öğrenme ortamlarının sosyobilimsel konulara yönelik öğrencilerin tutumlarını olumlu yönde etkilendiği Day ve Bryce (2013) tarafından ortaya konmuştur.

Şüphecilik, bireylerin herhangi bir duruma, bilimsel bilgiye veya inanca karşı geliştirdikleri sorgulama halidir. Şüphecilik beraberinde eleştirel düşünmeyi ve sorgulayıcı bir bakış açısıbı gerektirir. Eleştirel düşünme çevresel faktörler doğrultusunda şekillenen

ve günümüzde eğitim kurumlarının önemli bir etkisi olan bir beceridir (Polat & Kontaş, 2018). Eğitim programlarının yapısının öğrencilerin şüphecilik ve eleştirel düşünme becerilerinin gelişmesinde etkili olduğu söylenebilir. Öğretmen adaylarının eleştirel düşünme becerilerinin gelişmemiş olmasının şüphecilik becerilerine de yansıma ihtimali olduğu söylenebilir. Romine vd. (2017) sosyobilimsel muhakemenin alt boyutlarının hiyerarşik bir şekilde geliştiğini belirtmiştir. Sorgulama ve şüphecilik üst düzey becerilerken bakış açısı edinme ve karmaşıklık becerileri bu üst düzey becerilerin gelişmesinin temelini oluşturmaktadır (Irmak, 2021). Bu araştırmada da fen bilgisi öğretmen adaylarının bakış açısı ve karmaşıklık alt boyutlarında gösterdikleri beceri, sorgulama ve şüphecilik alt boyutlarında göstermiş oldukları beceriden daha yüksektir. Bu bulgu, Romine vd. (2017)'nin belirttiği hiyerarşik gelişme ile uyuşmaktadır.

5.5.3 Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Sistemsel Düşünme Beceri Düzeylerine Yönelik Tartışma ve Yorum

Fen bilgisi öğretmen adaylarının sistemsel düşünme becerileri üzerinde durulan üçüncü alt problemde katılımcıların gelişmekte olan düzeyinde beceriye sahip oldukları bulgusu elde edilmiştir. Hiyerarşik Sistemsel Düşünme Modeli (Assaraf & Orion, 2005) kullanılan bu araştırmada, katılımcıların çoğunluğu sistemin bileşenlerini tanıma (SDB-1) basamağında gelişmiş düzeyde beceri sergilemiştir. Bu durum, öğretmen adaylarının sistemi oluşturan unsurları fark edebildiklerini ve ifade edebildiklerini göstermektedir. Katılımcıların bir kısmının farkındalık gösteremedikleri sistem içindeki dinamik ilişkileri tanıma (SDB-5) ve sisteme dair döngüsel doğayı anlama (SDB-6) basamakları, sistemin dinamizmini anlama, geri besleme mekanizmalarını fark etme ve nedenselliği sorgulama gibi noktalarda gelişmeye açık olduklarını gösterir.

Kompleks yapıya sahip olan gerçek dünya problemlerini doğru bir şekilde algılayabilmek için ana sistem ile alt sistemler arasındaki hiyerarşik düzenin farkında olmak gerekmektedir (Tecim, 2004). Sistemsel düşünme becerisinin nasıl bir yapıda ilerlediğine dair farklı görüşler bulunmaktadır. Maani ve Maharaj (2004) yaptıkları çalışmada sistemsel düşünme becerilerinin hiyerarşik bir yapıda ilerlediği bulgusuna ulaşırken Öztaş (2018) yaptığı çalışmada sistemsel düşünme becerilerinin hiyerarşik olmayan bir yapıda ilerlediğini belirtmiştir. Bu araştırma kapsamında da sistemsel düşünme becerileri hiyerarşik olmayan bir yapıda gelişmiştir. Yani katılımcıların büyük bir kısmı her basamakta beceri gösterememiştir. Sistemsel düşünme becerilerinin hiyerarşik bir yapıda

ilerlememesinin bazı sebepleri olabilir. Bu olası bireysel farklılıklar, sosyobilimsel senaryonun yapısı ve analiz yöntemi olabilir.

Fen bilgisi öğretmen adaylarının her basamakta beceri gösterememelerinin sebeplerinden birisi bireysel farklılıklar olabilir. Bireysel farklılıklar kişilerin toplumsal, kültürel, psikolojik ve bilişsel yönlerden gösterdiği farklılıklar olarak tanımlanabilir (Kuzgun & Deryakulu, 2004). Bu farklılıkların katılımcıların sistemi anlama ve bütüncül bir şekilde yorumlama becerilerini etkileme ihtimali vardır. Sistemsel düşünme becerisi sadece kavramsal bilgiye odaklanan bir beceri değil, aynı zamanda neden-sonuç ilişkileri kurabilmeyi, çok boyutlu düşünebilmeyi ve ön görülerde bulunabilmeyi gerektirir. Yani bu beceri çok boyutlu bir beceridir ve beraberinde farklı beceriler ile birlikte değerlendirilmesi gerekmektedir (Stave & Hopper, 2008). Bu sebeple katılımcıların bireysel farklılıklarından ötürü geliştirdikleri beceriler sistemsel beceri düzeylerini etkileme potansiyeli taşımaktadır.

Fen bilgisi öğretmen adaylarının sistemsel düşünme becerisi basamaklarının her birinde beceri gösterememelerinin sebeplerinden birisi de sosyobilimsel konuları algılama şekilleri ve tutumları ile ilgili olabilir. Bireylerin kültürel geçmişi, sosyal ve bilimsel konuya karşı bilgi düzeyi sosyobilimsel konulara karşı algılarını etkiler. Ayrıca, bireylerin fen öğrenme becerileri arttıkça sosyobilimsel konulara karşı tutumları da artmaktadır (Ural & Yolagiden, 2021). Bu noktada, katılımcıların sistemsel düşünme becerilerinin sosyobilimsel bir senaryo üzerinden analiz edildiği düşünüldüğünde, sosyobilimsel senaryoyu algılayabilme kapasiteleri ve senaryoya karşı tutumları sistemsel düşünme beceri düzeylerini de etkilemiştir.

Fen bilgisi öğretmen adaylarının her bir basamakta beceri gösterememelerinin sebeplerinden bir başkası da verilerin analiz şekli ile ilgili olabilir. Sistemsel düşünme becerisinin ilk altı basamağı kavram haritası ile son üç basamağı ise yarı yapılandırılmış görüşmeler ile analiz edilmiştir. Sistemsel düşünme becerisini ölçmek için farklı yöntemler kullanılmıştır. Bu yöntemlerden birisi de kavram haritası kullanımıdır (Brandstädter, Harms & Großschedl, 2012; Karaarslan Semiz & Teksöz, 2019; Khajeloo & Siegel, 2022; Raved & Yarden, 2014; Tripto, Assaraf & Amit, 2013). Dinamik ilişkileri ve bileşenleri göstermede hiyerarşik olmayan ve döngüsel kavram haritaları etkili araçlardır (Safayani, Derbentsava & Cañas, 2005). Elde edilen verilere göre katılımcılar kavram haritası ile ölçülen basamaklarda, yarı yapılandırılmış görüşme ile ölçülen basamaklara kıyasla daha yüksek beceri sergilemişlerdir. Sistemsel düşünme basamaklarının seviyesinin git gide artmasından ötürü bu sonuç beklenen bir sonuç olsa da bu araştırma bağlamında kavram

haritası yarı yapılandırılmış görüşmelere oranla daha etkili bir ölçme aracı olmuştur. Kavram haritaları bireylerin bilgiyi yapılandırmaları ve bireyin sahip olduğu bilgi ve kavramlar arasındaki ilişkileri yansıtabilmek adına etkili araçlardır (Novak & Cañas, 2008). Bu sebeple katılımcılar sosyobilimsel senaryodaki sisteme dair anlayışlarını kavram haritası aracılığıyla daha net bir şekilde ifade edebilmişlerdir.

Assaraf ve Orion (2005) tarafından önerilen hiyerarşik sistemsel düşünme modelinde iki basamak analiz düzeyinde, dört basamak sentez düzeyinde ve üç basamak ise uygulama düzeyinde yer almaktadır (Orgill, York & MacKellar, 2019). Analiz basamağında sistemin temel işleyişi, sistemi oluşturan bileşenler ve bu bileşenler arasındaki süreçler yani sistemin organizasyonu tanımlanır. Sentez basamağında sisteme dair ilişkiler, sistemdeki döngüsel doğa tanımlanır yani sistemin bir modeli ortayı çıkar. Uygulama basamağında ise sistemin geleceğine dair tahminlerde bulunup sistemdeki gizli yapılar, sistemin geçmişteki ve gelecekteki davranışı ortaya konur. Bu araştırmada katılımcıların sergiledikleri beceri sırasıyla analiz, uygulama ve sentez olarak çoktan aza doğru sıralanabilir. Düsing (2005) tarafından yapılan çalışmadan biyoloji ders kitaplarındaki etkinlikler incelenmiş ve etkinliklerin en çok sistemin organizasyonunu tanımaya, sonrasında sistemin davranışını tanımaya ve en az da sistem modellemeye hitap ettiği belirtilmiştir. Bu doğrultuda katılımcıların en yüksek beceriyi analiz düzeyinde sergilemeleri beklenen bir sonuçtur. Katılımcıların diğer iki kategoriye göre orta düzey beceri gösterdiği sistemin geleceğini, gizli yapılarını ve sistemin davranışını anlama gösteren uygulama düzeyi Hiyerarşik Sistemsel Düşünme Modeli'nin (Assaraf & Orion, 2005) en yüksek beceri gerektiren üç basamağını içermektedir. Diğer iki kategoriye göre daha düşük beceri gösterilen sistemin modelini anlamayı gerektiren sentez düzeyindeki basamaklar birbirleri ile oldukça ilişkili olduğundan bir basamakta gösterilen beceri diğer basamakları da etkileme potansiyeline sahiptir. Bu düzeyi geliştirmek için sistem dinamiğini belirten modellemeler ve simülasyonlar etkili araçlar olarak kabul edilmektedir (Sweeney & Sterman, 2000).

Üç katılımcının kavram haritası aracılığıyla ölçülen 6 beceriden (SDB-1, SDB-2, SDB-3, SDB-4, SDB-5 ve SDB-6) SDB-1 hariç diğer basamaklarda beceri sergileyemedikleri tespit edilmiştir. Bu katılımcılar kavram haritalarını sosyobilimsel senaryodan ziyade daha genel birer konsept bağlamında oluşturmuşlardır. Katılımcıların kavram haritası çizmede bir sorun yaşamadıkları fakat sosyobilimsel senaryoyu kavram haritalarına aktarmada sorunları olduğu belirlenmiştir. Ek olarak, bu katılımcılar yarı yapılandırılmış görüşme ile ölçülen basamaklarda beceri sergileyebilmişlerdir.

5.5.4 Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Sosyobilimsel Muhakeme ve Sistemsel Düşünme Beceri Düzeyleri Arasındaki İlişkiye Yönelik Tartışma ve Yorum

Fen bilgisi öğretmen adaylarının sosyobilimsel muhakeme becerileri ve sistemsel düşünme becerileri arasındaki ilişkinin incelendiği dördüncü alt problemde katılımcıların sistemsel düşünme becerileri ile sosyobilimsel muhakeme becerileri arasında bir parallelik olduğu, sistemsel düşünme becerisi gelişmekte olan düzeyindeyken sosyobilimsel muhakeme becerisinin orta düzeyde olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu eğilim alt boyutlarda da benzer şekilde gözlemlenmiştir.

Katılımcıların kompleks sistemler ve sosyobilimsel konular hakkındaki bilgi düzeyleri muhakeme becerileri üzerinde etkilidir. Sahip olunan içerik bilgisi sosyobilimsel konular hakkında daha tutarlı ve mantıklı bir muhakeme yürütülmesine olanak tanır ve karar vermeyi ve fikirlerin yapılandırılması sürecini kolaylaştırır (Sadler & Zeidler, 2004). Bu durumda, bir katılımcı hariç diğer katılımcıların daha önce sistemsel düşünme becerisi kavramını duymadıkları göz önünde bulundurulduğunda sistemsel düşünme becerilerinin gelişmekte olan düzeyinde olması beklenenen bir sonuçtur.

Katılımcıların lisans eğitimleri boyunca çeşitli disiplinleri kapsayan müfredat dahilinde aldıkları dersler ve bu derslerin yürütülmesi esnasında kullanılan öğretim yöntem ve teknikleri de dolaylı yoldan sistemsel düşünme becerisini ve sosyobilimsel muhakeme becerisini etkileme potansiyeline sahiptir. Yapılan çalışmalar da bunu destekler niteliktedir. Arduç ve Kahraman (2024) sosyobilimsel argümantasyon etkinliklerinin ve Web 2.0 araçlarının kullanımının eleştirel düşünme eğilimini geliştirdiğini ortaya koymuştur. Eleştirel düşünme becerisi de sistemsel düşünme becerisi için temel bir gereksinim olarak görülebilir. Topçu ve Atabey (2017) de sosyobilimsel konuları içeren alan gezilerinin muhakeme kurma üzerinde olumlu yönde etkisi olduğunu belirtmiştir. Kısacası, fen bilgisi öğretmen adaylarının lisans eğitimleri boyunca tecrübe ettikleri eğitim öğretim faaliyetleri sistemsel düşünme ve sosyobilimsel beceri düzeylerini etkilemektedir ve bu iki beceri arasındaki ilişkiyi şekillendirmektedir. Literatür incelendiğinde sosyobilimsel muhakeme ve sistemsel düşünme becerisi arasındaki ilişkiyi direkt olarak inceleyen bir çalışma bulunmamaktadır. Bu sebeple, bu iki beceri arasındaki ilişki, becerilerin ayrı ayrı irdelenmesi ile ele alınabilir ve katılımcıların bu iki beceriyi geliştirebilecekleri öğrenme ortamları göz önünde bulundurularak değerlendirilebilir.

5.6 Öneriler

Bu araştırma sonuçları göz önünde bulundurularak gelecekte yapılacak araştırmalar ve eğitimciler için bazı önerilerde bulunulabilir. Bu öneriler aşağıdaki gibidir:

1. Katılımcı seçimi konusunda değişiklikler yapılabilir. Bu araştırmada 16 katılımcı bulunurken gelecek araştırmalarda daha derinlemesine bir yaklaşım ile araştırma yürütülebilir veya genelleme yapabilme adına elde edilen veri sayısı çoğaltılabilir.
2. Bu araştırmada katılımcıların çok büyük çoğunluğu sistemsel düşünme becerisi kavramını daha önceden duymamıştır. Gelecekte yapılacak olan araştırmalarda katılımcıların araştırmaya hakimiyetini arttırmak adına sistemsel düşünme becerisini duymuş bireyler katılımcı olarak seçilebilir veya araştırma öncesinde katılımcılara detaylı bir eğitim sunulabilir.
3. Sistemsel düşünme becerisini öğrencilere kazandırmak ve bu beceriyi geliştirmek adına temel eğitim düzeyinden itibaren müfredat dahilinde ve müfredat dışı aktivitelere yer verilebilir.
4. Lisans ve lisansüstü düzeylerde öğretmen eğitimi programlarında sistemsel düşünme becerisini temel olarak ele alan seçmeli dersler müfredata eklenebilir ve bu becerinin gerektirdiği düşünme stili müfredat kapsamındaki zorunlu derslere entegre edilebilir.
5. PISA ve TIMMS gibi uluslararası değerlendirmelerde yüksek seviyede sistemsel düşünme becerisine sahip olduğu düşünülen öğrencilerin gösterdikleri performans incelenebilir ve bu becerinin fen başarısı ile ilişkisi irdelenebilir.
6. Çok boyutlu ve kompleks yapıya sahip sosyobilimsel konuların derinlemesine analizi için neden-sonuç diyagramları ile ilişkilerin resmedildiği yöntemler seçilebilir.
7. Öğretmen adaylarının sosyobilimsel muhakeme becerilerini geliştirmek adına eğitim programlarına bu beceriyi geliştirmeye yönelik etkinlikler (sosyobilimsel argümantasyon, okul dışı öğrenme ortamlarında gerçekleştirilen etkinlikler vb.) eklenebilir.

KAYNAKLAR

Arduç, M. A., & Kahraman, S. (2024). Web 2.0 destekli sosyobilimsel argümantasyon etkinliklerinin öğrencilerin fen okuryazarlığına, tutumlarına, eleştirel düşünme eğilimlerine ve karar verme becerilerine etkisi. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 37*(2), 604–629. https://doi.org/10.19171/uefad.1412412.

Akcaoglu, M., & Green, L. S. (2018). Teaching systems thinking through game design. *Educational Technology Research and Development, 67*(1), 1–19. https://doi.org/10.1007/s11423-018-9596-8.

Angeles, P. A. (1981). Dictionary of Philosophy. New York: Barnes & Noble.

Arnold, R. D., & Wade, J. P. (2015). A definition of systems thinking: a systems approach. *Procedia Computer Science*, 669–678.

Assaraf, O. B., & Orion, N. (2005). Development of system thinking skills in the context of earth system education. *Journal of Research in Science Teaching, 42*(5), 518–560. https://doi.org/10.1002/tea.20061.

Ben-Horin, H., Kali, Y., & Tal, T. (2023). The fifth dimension in socio-scientificreasoning: promoting decision-making about socio-scientific ıssues in a community. *Sustainability*, *15*(12), 9708. https://doi.org/10.3390/su15129708.

Bertalanffy, L. (1950). An outline of general system theory. *The British Journal for the Philosophy of Science, 1*(2), 134-165. https://doi.org/10.1093/bjps/i.2.134.

Boubonari, T., Papazoglou, D., Mogias, A., & Kevrekidis, T. (2023). Challenging Greek primary students' knowledge of ocean acidification using the carbon cycle context. *International Journal of Science and Mathematics Education*, *22*(6), 1265–1288. https://doi.org/10.1007/s10763-023-10431-5.

Brandstädter, K., Harms, U., & Großschedl, J. (2012). Assessing system thinking through different Concept-Mapping practices. *International Journal of Science Education, 34*(14), 2147–2170. https://doi.org/10.1080/09500693.2012.716549.

Can, H. (2020). *Implementation of systems thinking skills module for the context of energy.* Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.

Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. R. B. (2007). *Research methods in education*. Taylor & Francis US.

Creswell, J. W. (2009). *Research design: qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. SAGE.

Creswell, J. W. (2021). *Karma yöntem araştırmalarına giriş* (İ. H. Acar, M. Sözbilir, S. Çelik & Y. Göktaş, Çev.). Pegem Akademi Yayıncılık.

Çam Tosun, F. (2018). Öğrenci gözüyle geçmişten günümüze Türk eğitim sistemi. *Karadeniz Sosyal Bilimler Dergisi*, *10*(19), 471–484. https://app.trdizin.gov.tr/makale/TXpJM01qZzJOZz09/ogrenci-gozuyle-gecmisten-gunumuze-turk-egitim-sistemi sayfasından erişilmiştir.

Çıldır, S., & Acarlı, D. S. (2024). Perception scale of preservice science teachers' socio-scientific reasoning skills. *Journal of Baltic Science Education, 23*(6), 1152–1163. https://doi.org/10.33225/jbse/24.23.1152.

Day, S. P., & Bryce, T. G. K. (2012). The benefits of cooperative learning to socio-scientific discussion in secondary school science. *International Journal of Science Education, 35*(9), 1533–1560. https://doi.org/10.1080/09500693.2011.642324.

Düsing, K. (2025). A Content Analysis of how Biology Textbook Tasks Address System Thinking Skills in the Context of the Carbon Cycle. *Research in Science Education*. https://doi.org/10.1007/s11165-025-10231-7.

Edwards, R., & Holland, J. (2013). *What is qualitative interviewing?* https://doi.org/10.5040/9781472545244.

Eggert, S., Nitsch, A., Boone, W. J., Nückles, M., & Bögeholz, S. (2016). Supporting students' learning and socioscientific reasoning about climate change—the effect of Computer-Based Concept Mapping Scaffolds. *Research in Science Education, 47*(1), 137–159. https://doi.org/10.1007/s11165-015-9493-7.

Elmas, R., Arslan, H. Ö., Pamuk, S., Peşman, H., & Sözbilir, M. (2021). Systems thinkingapproach in science education. *Journal of the Turkish Chemical Society Section Chemical Education, 6*(1), 107–132. https://doi.org/10.37995/jotcsc.889340.

Evagorou, M., Korfiatis, K., Nicolaou, C., & Constantinou, C. (2008). An ınvestigation of the potential of ınteractive simulations for developing system thinking skills in elementary school: a case study with fifth-graders and sixth-graders. *International Journal of Science Education*, *31*(5), 655–674. https://doi.org/10.1080/09500690701749313.

Fancourt, N., & Guilfoyle, L. (2021). Interdisciplinary perspective-taking within argumentation: students' strategies across science and religious education. *Journal of Religious Education*, *70*(1), 1–23. https://doi.org/10.1007/s40839-021-00143-9

Fraenkel, J., Hyun, H., & Wallen, N. (2011). *How to design and evaluate research in Education*. McGraw-Hill Education.

Garip, S., & Göçer, A. (2023). Development and assesment of speaking skill in interaction classroom environments in Turkish course. *Korkut Ata Türkiyat Araştırmaları Dergisi, 12*, 1249–1268. https://doi.org/10.51531/korkutataturkiyat.1348697

Gibbs, G. R. (2007). *Analyzing qualitative data*. SAGE.

Grotzer, T. A., & Basca, B. B. (2003). How does grasping the underlying causal structures of ecosystems impact students' understanding? *Journal of Biological Education*, *38*(1), 16–29. https://doi.org/10.1080/00219266.2003.9655891.

Herman, B. C., Newton, M. H., & Zeidler, D. L. (2021). Impact of place-based socioscientific issues instruction on students' contextualization of socioscientific orientations. *Science Education, 105*(4), 585–627. https://doi.org/10.1002/sce.21618.

Herrera, A. G., & Turmo, M. P. (2023). Digital cognitive maps for scientific knowledge construction in ınitial teacher education. *RIED Revista Iberoamericana De Educación a Distancia, 26*(2), 89–109. https://doi.org/10.5944/ried.26.2.36067.

Hmelo, C. E., Holton, D. L., & Kolodner, J. L. (2000). Designing to learn about complex systems. *Journal of the Learning Sciences, 9*(3), 247–298. https://doi.org/10.1207/s15327809jls0903_2.

Hung, W. (2008). Enhancing systems-thinking skills with modelling. *British Journal of Educational Technology*, *39*(6), 1099–1120. https://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2007.00791.x.

Irmak, M. (2020). Socioscientific reasoning competencies and nature of science conceptions of undergraduate students from different faculties. *Science Education International*, *31*(1), 65–73. https://doi.org/10.33828/sei.v31.i1.7.

Irmak, M. (2021). Lisans öğrencilerinin sosyobilimsel konularla ilgili muhakeme yeterliklerinin ve tutumlarının geliştirilmesi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 41*(3), 1801-1838.

Jacobson, M. J., & Wilensky, U. (2006). Complex systems in education: scientific and educational importance and implications for the learning sciences. *Journal of the Learning Sciences, 15*(1), 11–34. https://doi.org/10.1207/s15327809jls1501_4.

Jaiswal, A., & Karabiyik, T. (2022). Characterizing undergraduate students' systems-thinking skills through agent-based modeling simulation. *Sustainability*, *14*(19), 12817. https://doi.org/10.3390/su141912817.

Jimenez, P. C., Zwickle, A., & Dauer, J. M. (2023). Defining and describing students' socioscientific issues tradeoffs practices. *International Journal of Science Education Part B*, 1–17. https://doi.org/10.1080/21548455.2023.2263608.

Jun, J. B., Jacobson, S. H., & Swisher, J. R. (1999). Application of discrete-event simulation in health care clinics: a survey. *Journal of the Operational Research Society*, *50*(2), 109–123. https://doi.org/10.1057/palgrave.jors.2600669.

Karaarslan Semiz, G., & Teksöz, G. (2019). Sistemsel düşünme becerilerinin tanımlanması, ölçülmesi ve değerlendirilmesi üzerine bir çalışma: kavram haritaları. *BaşKent University Journal Of Education*, *6*(1), 111-126.

Karahan, E., & Roehrig, G. (2016). Secondary school students' understanding of science and their socioscientific reasoning. *Research in Science Education*, *47*(4), 755–782. https://doi.org/10.1007/s11165-016-9527-9.

Kaya, O. N. (2003). Fen eğitiminde kavram haritaları. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 13*(13), 70-79.

Ke, L., Sadler, T. D., Zangori, L., & Friedrichsen, P. J. (2020). Students' perceptions of socio-scientific issue-based learning and their appropriation of epistemic tools for systems thinking. *International Journal of Science Education, 42*(8), 1339–1361. https://doi.org/10.1080/09500693.2020.1759843.

Khajeloo, M., & Siegel, M. A. (2022). Concept map as a tool to assess and enhance students' system thinking skills. *Instructional Science, 50*(4), 571–597. https://doi.org/10.1007/s11251-022-09586-5.

Klosterman, M. L., & Sadler, T. D. (2009). Multi-level assessment of scientific content knowledge gains associated with socioscientific ıssues-based ınstruction. *International Journal of Science Education*, *32*(8), 1017–1043. https://doi.org/10.1080/09500690902894512.

Kuzgun, Y. & Deryakulu, D. (2006). *Eğitimde bireysel farklılıklar*. Nobel Yayıncılık: Ankara.

Lederman, J. S., Lederman, N. G., Bartos, S. A., Bartels, S. L., Meyer, A. A., & Schwartz, R. S. (2013). 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. https://doi.org/10.1002/tea.21125.

Leung, J. S. C., Cheng, M. M. W., & Chik, P. Y. Y. (2024). Fostering systems thinking about socioscientific issues. *International Journal of Science Education*, 1–19. https://doi.org/10.1080/09500693.2024.2360707.

Lorenzo-Rial, M., Varela-Losada, M., Pérez-Rodríguez, U., & Vega-Marcote, P. (2024). Developing systems thinking to address climate change. *International Journal of Sustainability in Higher Education*. https://doi.org/10.1108/ijshe-12-2022-0404.

Maani, K. E., & Maharaj, V. (2004). Links between systems thinking and complex decision making. *System Dynamics Review, 20*(1), 21–48. https://doi.org/10.1002/sdr.281.

Mambrey, S., Timm, J., Landskron, J. J., & Schmiemann, P. (2020). The impact of system specifics on systems thinking. *Journal of Research in Science Teaching*, *57*(10), 1632–1651. https://doi.org/10.1002/tea.21649.

Marchal, J. H. (1975). On the concept of a system. *Philosophy of Science, 42*(4), 448–468. https://doi.org/10.1086/288663.

Melton, J. W., Saiful, J. A., & Shein, P. P. (2022). Interdisciplinary STEM program on authentic aerosol science research and students' systems thinking approach in problem-solving. International *Journal of Science Education, 44*(9), 1419–1439. https://doi.org/10.1080/09500693.2022.2080886.

Merriam, S. B. (2009). *Qualitative research: a guide to design and implementation*. John Wiley & Sons.

Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *An expanded sourcebook qualitative data analysis*. Sage.

National Research Council (NRC), (2008). *Research on future skills demands: A workshop summary* (M. Hilton, Rapporteur). The National Academies.

National Research Council (NRC), (2010). *Exploring the intersection of science education and 21st century skills: A workshop summary.* Washington, DC: National Academy.

Nguyen, H., & Santagata, R. (2020). Impact of computer modeling on learning and teaching systems thinking. *Journal of Research in Science Teaching, 58*(5), 661–688. https://doi.org/10.1002/tea.21674.

Novak, J.D. & Cañas, A.J. (2008) *The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct and Use Them. Technical Report IHMC CmapTools*. Florida Institute for Human and Machine Cognition, Pensacola.

Orgill, M., York, S., & MacKellar, J. (2019). Introduction to systems thinking for the chemistry education community. *Journal of Chemical Education*, *96*(12), 2720–2729. https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.9b00169.

Ozturk, N., & Roehrig, G. H. (2024). Effects of an integrated stem unit designed around socioscientific issues on middle school students' socioscientific reasoning. *International Journal of Science and Mathematics Education*. https://doi.org/10.1007/s10763-024-10517-8.

Özdemir, M. (2023). *7. sınıf öğrencilerinin su okuryazarlığının geliştirilmesinde sürdürülebilir kalkınma için eğitim bağlamında sistem düşüncesi becerilerinin kullanımı.* Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.

Öztaş, M. (2018). Assessing pre-service science teachers' systemsthinking skills using real life scenarios. Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.

Polat, M., & Kontaş, H. (2018). Sınıf öğretmenlerinin eleştirel düşünme eğilimlerinin incelenmesi. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi,* https://doi.org./10.17755/esoder.310731

Popham, W. J. (1997). What's wrong—and what's right—with rubrics. *Educational Leadership, 55*(2), 72–75.

Rachmatullah, A., & Wiebe, E. N. (2021). Building a computational model of food webs: Impacts on middle school students' computational and systems thinking skills. *Journal of Research in Science Teaching, 59*(4), 585–618. https://doi.org/10.1002/tea.21738.

Raved, L., & Yarden, A. (2014). Developing seventh grade student's systems thinking skills in the context of the human circulatory system. *Frontiers in Public Health.* https://doi.org/10.3389/fpubh.2014.00260.

Richmond, B. (1993). Systems thinking: critical thinking skills for the 1990s and beyond. *System Dynamics Review, 9*(2), 113-133.

Richmond, B. (1994). *Systems dynamics/systems thinking: let's just get on with it*. International Systems Dynamics Conference. Sterling, İskoçya.

Romine, W. L., Sadler, T. D., & Kinslow, A. T. (2016). Assessment of scientific literacy: development and validation of the quantitative assessment of socio-scientific reasoning (QuASSR). *Journal of Research in Science Teaching*, *54*(2), 274–295. https://doi.org/10.1002/tea.21368.

Rosenkränzer, F., Hörsch, C., Schuler, S., & Riess, W. (2017). Student teachers' pedagogical content knowledge for teaching systems thinking: effects of different interventions. *International Journal of Science Education*, *39*(14), 1932–1951. https://doi.org/10.1080/09500693.2017.1362603.

Saavedra, A. R., & Opfer, V. D. (2012). Learning 21st-century skills requires 21st-century teaching. *Phi Delta Kappan*, *94*(2), 8–13. https://doi.org/10.1177/003172171209400203.

Sadler, T. D. (2004). Informal reasoning regarding socioscientific issues: A critical review of research. *Journal of Research in Science Teaching*, *41*(5), 513–536. https://doi.org/10.1002/tea.20009.

Sadler, T. D. (2008). Socioscientific issues in science education: labels, reasoning, and transfer. *Cultural Studies of Science Education, 4*(3), 697–703. https://doi.org/10.1007/s11422-008-9133-x.

Sadler, T. D., & Zeidler, D. L. (2004). The significance of content knowledge for informal reasoning regarding socioscientific issues: Applying genetics knowledge to genetic engineering issues. *Science Education*, *89*(1), 71–93. https://doi.org/10.1002/sce.20023.

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.

Safayeni, F., Derbentseva, N., & Cañas, A. J. (2005). A theoretical note on concepts and the need for Cyclic Concept Maps. *Journal of Research in Science Teaching*, *42*(7), 741–766. https://doi.org/10.1002/tea.20074.

Salsabila, M. S., Sanjaya, Y., Eliyawati, E., & Suttiwan, W. (2024). Enhancing junior high school students' system thinking competency through water treatment with plant modification: a focus on environmental pollution. *Journal of Science Learning, 7*(1), 17–24. https://doi.org/10.17509/jsl.v7i1.61674.

Shofatun, A., Herniani, E., & Mardiani, D. (2024). STEM learning design to train student's system thinking skills on climate change. *JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)*, *10*(1), 234–242. https://doi.org/10.22219/jpbi.v10i1.29699.

Simpson, J. J., & Simpson, M. J. (2003). *5.2.4 Systems and objects*. INCOSE International Symposium, 13(1), 324–332. https://doi.org/10.1002/j.2334-5837.2003.tb02620.x.

Stave, K. A., & Hopper, M. (2007). *What constitutes systems thinking? a proposed taxonomy.* 25th International Conference of the System Dynamics Society, Boston, MA, United States. https://systemdynamics.org/wp-content/uploads/assets/proceedings/2007/2007proceed.html sayfasından erişilmiştir.

Sullivan, F. R. (2008). Robotics and science literacy: Thinking skills, science process skills and systems understanding. *Journal of Research in Science Teaching, 45*(3), 373–394. https://doi.org/10.1002/tea.20238.

Sweeney, L. B., & Sterman, J. D. (2000). Bathtub dynamics: initial results of a systems thinking inventory. *System Dynamics Review*, *16*(4), 249–286. https://doi.org/10.1002/sdr.198.

system. (2024). Merriam-Webster Dictionary. https://www.merriam webster.com/dictionary/system sayfasından erişilmiştir.

Şenel, E. A. (2018). Eğitimin temel kavramları. M. Gültekin (Ed). *Eğitim bilimine giriş* içinde. (s. 4). Anadolu Üniversitesi.

Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2013). *Using multivariate statistics*. Boston, MA: Pearson.

Tashakkori, A., & Teddlie, C. (2010). *Handbook of mixed methods in social & behavioral research*. Sage.

Taşdelen, Ö., & Güven, T. (2021). Pre-service biology teachers' perceptions of the concepts of 'system' and 'biological system.' *Journal of Biological Education*, *57*(3), 495–516. https://doi.org/10.1080/00219266.2021.1933129.

Taylor, S., Calvo-Amodio, J., & Well, J. (2020). A method for measuring systems thinking learning. *Systems*, *8*(2), 11. https://doi.org/10.3390/systems8020011.

Tecim, V. (2004). Sistem yaklaşımı ve soft sistem düşüncesi. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, *19*(2), 75–100. https://iibfdergi.deu.edu.tr/index.php/cilt1-sayi1/article/download/169/pdf_153 sayfasından erişilmiştir.

Trilling, B., & Fadel, C. (2009). *21st century skills: learning for life in our times*.Jossey-Bass.

Topçu, M. S., & Atabey, N. (2017). Sosyobilimsel konu içerikli alan gezilerinin ilköğretim öğrencilerinin argümantasyon nitelikleri üzerine etkisi. *Bartın University Journal of Faculty of Education, 6*(1), 68. https://doi.org/10.14686/buefad.263541.

Tripto, J., Assaraf, O. B., & Amit, M. (2013). Mapping what they know: concept maps as an effective tool for assessing students' systems thinking. *American Journal of Operations Research, 3*(01), 245–258. https://doi.org/10.4236/ajor.2013.31a022.

Tüzüngüç, B., Doğan, O., & Han Tosunoğlu, Ç. (2021). Adaptation of socio-scientific reasoning scale to turkish: a validity and reliability study. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi, 20*(79), 1060–1078. https://doi.org/10.17755/esosder.763534.

Ural, E., & YolagiDen, C. (2021). Öğretmen adaylarının fen öğrenme becerisi, fen okuryazarlığı ve sosyobilimsel konulara yönelik tutumları arasındaki ilişkinin araştırılması. *Uluslararası Anadolu Sosyal Bilimler Dergisi*, *5*(2), 557–577. https://doi.org/10.47525/ulasbid.875555.

Van Teijlingen, E., & Hundley, V. (2002). The importance of pilot studies. *Nursing Standard*, *16*(40), 33–36. https://doi.org/10.7748/ns2002.06.16.40.33.c3214.

Verhoeff, R. P., Waarlo, A. J., & Boersma, K. T. (2008). Systems modelling and the development of coherent understanding of cell biology. *International Journal of Science Education*, *30*(4), 543–568. https://doi.org/10.1080/09500690701237780.

Villarín, L. J. R., & Fowler, S. R. (2019). Socioscientific ıssues to promote content knowledge & socioscientific reasoning in puerto rican high school students. *The American Biology Teacher*, *81*(5), 328–332. https://doi.org/10.1525/abt.2019.81.5.328.

Yıldırım, A. & Şimşek, H. (2021). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Seçkin Yayınları.

Yılmaz, A., & Salman, M. (2022). Investigation of the relationship between pre-service teachers' critical thinking dispositions and attitudes towards socioscientific issues. *e-International Journal of Educational Research*. https://doi.org/10.19160/e-ijer.1054393.

Yurdugül, H. (2005). Ölçek geliştirme çalışmalarında kapsam geçerliği için kapsam geçerlik indekslerinin kullanılması. *XIV. Ulusal Eğitim Bilimleri Kongresi Bildirileri*, Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi, Denizli.

Zeidler, D. L., Sadler, T. D., Simmons, M. L., & Howes, E. V. (2005). Beyond STS: A research-based framework for socioscientific issues education. *Science Education*, *89*(3), 357–377. https://doi.org/10.1002/sce.20048.

Zeidler, D. L., Sadler, T. D., Applebaum, S., & Callahan, B. E. (2008). Advancing reflective judgment through Socioscientific Issues. *Journal of Research in Science Teaching*, *46*(1), 74–101. https://doi.org/10.1002/tea.20281.

Zeidler, D. L., & Nichols, B. H. (2009). Socioscientific issues: Theory and practice. *Journal of Elementary Science Education*, *21*(2), 49–58. https://doi.org/10.1007/bf03173684.

Zoller, U. (2012). Science education for global sustainability: What is necessary for teaching, learning, and assessment strategies? *Journal of Chemical Education*, *89*(3), 297–300. https://doi.org/10.1021/ed300047v.

EKLER

EK 1. Kişisel Bilgi Formu

Kişisel Bilgi Formu

Değerli Katılımcı,

Bu çalışma, fen bilgisi öğretmen adaylarının sistemsel düşünme beceri düzeylerini sosyobilimsel bir senaryo üzerinden analiz etmeyi amaçlamaktadır. Bu form aracılığıyla size ait kişisel bilgiler, kimliğiniz gizli tutularak elde edilecektir. Bu bilgiler sadece bilimsel amaçlar için kullanılacak olup başka kişiler ile paylaşılmayacaktır.

Lütfen aşağıda yer alan soruları cevaplandırınız. Katılım gönüllülük esasına dayanmaktadır. Detaylı bilgi için araştırmacı ile iletişime geçebilirsiniz.

Vakit ayırdığınız için teşekkürler.

Ece YILMAZ

1. **Cinsiyet**

   Kadın ☐ Erkek ☐

   Diğer ☐ Belirtmek İstemiyorum ☐

2. **Yaş:**

3. **Sınıf Seviyesi**

   1 ☐ 3 ☐

   2 ☐ 4 ☐

4. **Yaşadığınız Yer**

   Köy ☐ İlçe ☐

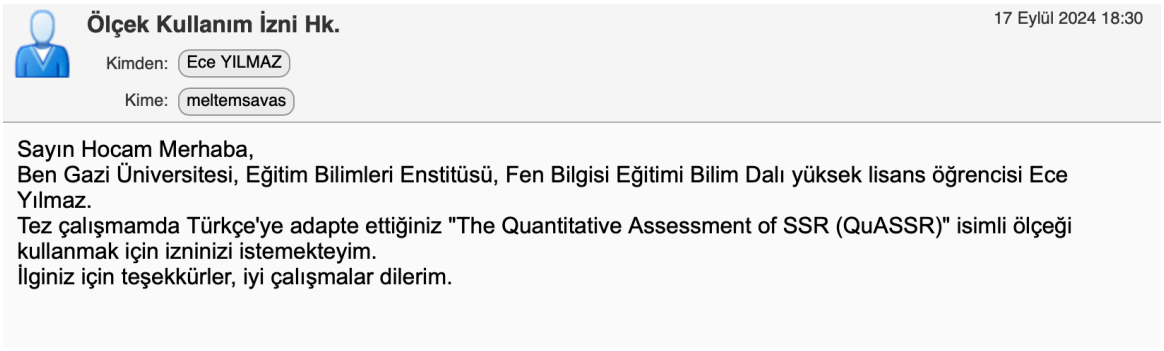
   İl ☐ Büyükşehir ☐

5. **Sistemsel düşünme becerisini daha önce duydunuz mu?**

   Hayır ☐

   Evet ☐ ise tanımlayınız:

Ek-2 Ölçek Kullanım İzni



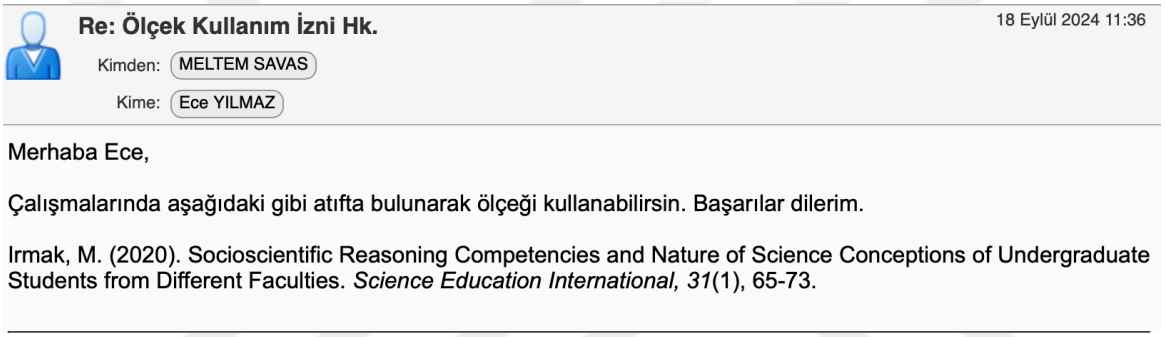
Ölçek Kullanım İzni Hk.

17 Eylül 2024 18:30

Kimden: Ece YILMAZ

Kime: meltemsavas

Sayın Hocam Merhaba,
Ben Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalı yüksek lisans öğrencisi Ece Yılmaz.
Tez çalışmamda Türkçe'ye adapte ettiğiniz "The Quantitative Assessment of SSR (QuASSR)" isimli ölçeği kullanmak için izninizi istemekteyim.
İlginiz için teşekkürler, iyi çalışmalar dilerim.



Re: Ölçek Kullanım İzni Hk.

18 Eylül 2024 11:36

Kimden: MELTEM SAVAS

Kime: Ece YILMAZ

Merhaba Ece,

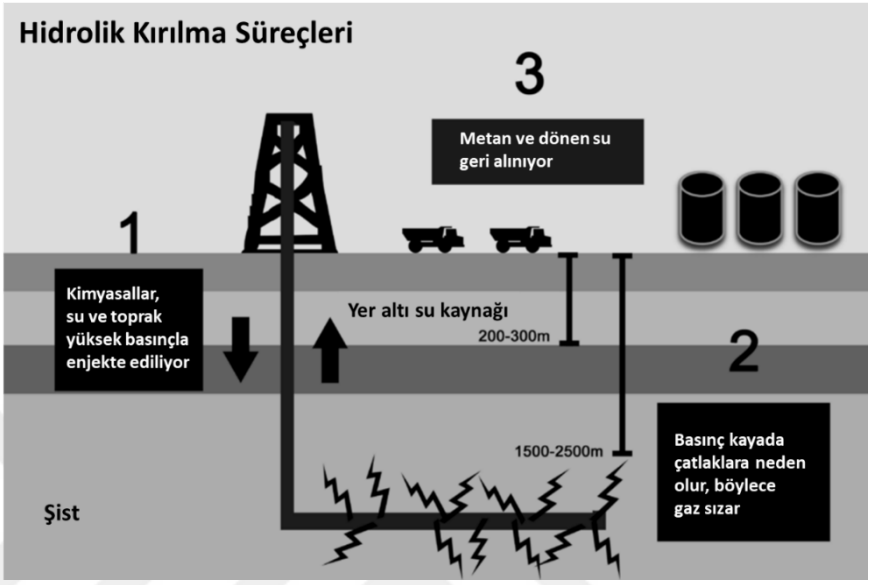
Çalışmalarında aşağıdaki gibi atıfta bulunarak ölçeği kullanabilirsin. Başarılar dilerim.

Irmak, M. (2020). Socioscientific Reasoning Competencies and Nature of Science Conceptions of Undergraduate Students from Different Faculties. *Science Education International, 31*(1), 65-73.

Ek-3 Sosyobilimsel Muhakemenin Nicel Değerlendirilmesi Ölçeği (QuASSR)

Pavilion Wyoming'teki Hidrolik Kırılma

Pavilion, Amerika'nın Wyoming eyaletinin orta batı kesiminde yer alan bir kasabadır. Pavilion 240 kişinin yaşadığı bir yer olup, hidrolik kırılma (fracking) yöntemiyle doğal gaz sondajının yapıldığı bölgenin yakınında bulunmaktadır.



Hidrolik kırılma yönteminde, kimyasallar ve kum gibi parçacıklarla karıştırılmış basınçlı su, şist (bir kitaptaki sayfalar gibi birbiri üstüne dizilmiş sert çamur tabakalarından oluşan kaya) tabakalarının arasına gönderilip yapay çatlaklar açılarak çok miktarda doğal gaz çıkışı sağlanmaktadır. Kayaları kırdıktan sonra, sıvı kapalı bir kap veya havuzda saklanmak üzere yüzeye geri döner, kum ise çatlakları açık tutmak için çatlakların içinde kalır. Hidrolik kırılmanın savunucuları bu yöntemi enerji endüstrisinde bir dönüm noktası olarak nitelendirmektedirler. Hidrolik kırılma geleneksel doğal gaz çıkarma yöntemlerine göre çok daha fazla miktarda doğal gaz çıkarılmasına olanak sağlamakta ve daha önce ulaşılması imkânsız olan rezervlere erişimi mümkün kılmaktadır. Petrol ve gaz endüstrisi Wyoming'in ekonomisinde önemli bir yere sahiptir ve eyalete milyarlarca dolar kazandırmaktadır. Ancak, son zamanlarda, Pavilion halkının suyunu elde ettiği yeraltı su tabakasının yüksek oranda metan, etan ve propan gibi çözünmüş organik gazlarla kirlendiği ve bu durumun suyun güvenliğini olumsuz etkilediği bulunmuştur. Bölge halkı, Çevre Koruma Ajansı (Environmental Protection Agency-EPA) ve Birleşik Devletler Jeoloji Kurumu'ndan (BMJK- United States Geology Survey) veri toplayan bilim insanları bu duruma muhtemelen bölgedeki hidrolik kırılma çalışmalarının neden olduğunu ifade etmektedirler. Bu bilim insanlarının bulduğu veriler, yer altına su, kum ve kimyasallar enjekte etmenin daha önce hiç yeraltı sularının kirlenmesine sebep olmadığını savunan sondaj endüstrisinin argümanlarıyla ters düşmektedir. Şirket, yeraltı su tabakasındaki

kirliliğin kendi faaliyetleriyle ilgili olduğunu reddetmektedir. Bu amaçla şirket, Pennsylvania'nın Marcellus Shale bölgesinde tespit edilen benzer bir su kirliliğinin bölge sakinlerinin su kuyusunun yakınındaki gaz rezervinden kaynaklandığının, hidrolik kırılma aktivitelerinden kaynaklanmadığının bulunduğunu vurgulamaktadır. Bu durum hakkında ne yapılmalıdır?

1. Hidrolik kırılma problemi karmaşık bir problem midir?

   a. Hayır b. Evet

HAYIR: Aşağıdaki yanıtlardan, hidrolik kırılma probleminin oldukça basit bir problem olduğunu en iyi açıklayan nedeni seçiniz.

   a. Dünyanın enerjiye ihtiyacı vardır ve hidrolik kırılma nispeten temiz enerjinin yeni kaynaklarına erişimi sağlar. Bu yüzden, hidrolik kırılma toplum için olumlu bir gelişmedir.
   b. Hidrolik kırılma temiz su kaynaklarını zehirli kimyasallarla kirletmektedir. Bu yüzden, hidrolik kırılma doğal gaz çıkarmak için kullanılmamalıdır.
   c. Hidrolik kırılma anlaşmazlıklara yol açmaktadır, fakat bu potansiyel problemlerin üstesinden gelmek için bilim ve teknoloji kullanılabilir.

EVET: Aşağıdaki yanıtlardan, hidrolik kırılma probleminin karmaşık olduğunu en iyi açıklayan nedeni seçiniz.

   a. Hidrolik kırılma problemi karmaşıktır, çünkü jeoloji ve ekonominin karmaşık boyutlarıyla ilgilenir.
   b. Hidrolik kırılma problemi karmaşıktır, çünkü enerji kaynağı ve çevre ile ilgili çok yönlü uzlaşma gerektirmektedir.
   c. Hidrolik kırılma problem karmaşıktır, çünkü sürecin tüm sonuçlarını (pozitif ve/veya negatif) bilemeyiz.

2. Pavilion'daki hidrolik kırılma durumu çözülmesi kolay bir durum mudur?

   a. Hayır b. Evet

HAYIR: Pavilion'daki hidrolik kırılma durumu neden çözülmesi **zor** bir durumdur?

   a. Çünkü çevresel kaygıların, enerji ihtiyaçlarının ve ekonominin dengelenmesini içermektedir.
   b. Çünkü çevre, enerjinin ulaşılabilirliği ve ekonomi gibi konular karmaşık konulardır.
   c. Çünkü durumun açıklaması bize sınırlı bilgi vermektedir. Daha fazla detaya ulaşılabilseydi, problemin çözümü daha kolay olabilirdi.

EVET: Pavilion'daki hidrolik kırılma durumu neden çözülmesi **kolay** bir durumdur?

a. Hidrolik kırılmanın enerjiye ulaşmayı sağlayacağı ve yerel ekonomi açısından faydalı olacağı açıktır; bu yüzden, hidrolik kırılmanın Pavilion'da kullanımına devam edilmelidir.

b. Hidrolik kırılmanın çevresel problemlere yol açacağı açıktır; bu yüzden, hidrolik kırılmanın Pavilion'da kullanımına devam edilmemelidir.

c. Bilim insanları bütün durumu analiz edebildiğinde, tüm ilgili taraflar için adil bir çözüm üretebileceklerdir.

3. Pavilion halkı ile gaz şirketi temsilcilerinin Pavilion'daki hidrolik kırılma durumunda aynı çözümü kabul etme ihtimali nedir?

a. Pavilion halkı ile gaz şirketi temsilcilerinin Pavilion'daki hidrolik kırılma durumunda aynı çözümü kabul etme ihtimali **oldukça yüksektir.**

b. Pavilion halkı ile gaz şirketi temsilcilerinin Pavilion'daki hidrolik kırılma durumunda aynı çözümü kabul etme ihtimali **düşüktür.**

Neden Pavilion halkı ile gaz şirketi temsilcilerinin Pavilion'daki hidrolik kırılma durumunda aynı çözümü kabul etme ihtimali **oldukça yüksektir**?

a. İki grup muhtemelen iş birliği yapacak ve ortak çözüme ulaşacaktır.

b. Eğer iki grup bir çözüm için çalışırsa aynı temel plana ulaşacaklardır.

c. Tüm ilgili tarafların ihtiyaçlarını karşılayabilecek bir çözüm geliştirmek için bağımsız bir uzman heyeti çağrılabilir.

Neden Pavilion halkı ile gaz şirketi temsilcilerinin Pavilion'daki hidrolik kırılma durumunda aynı çözümü kabul etme ihtimali **düşüktür**?

a. Gaz şirketi temsilcileriyle Pavilion halkı farklı önceliklere sahiplerdir.

b. Gaz şirketi temsilcileriyle Pavilion halkı farklı bilgi parçalarına erişmektedirler.

c. Gaz şirketi temsilcileriyle Pavilion halkının fikir birliğine ulaşmak için yeterli zamanı olmamıştır.

4. Çevre savunucuları grubu ile gaz şirketi temsilcilerinin Pavilion'daki hidrolik kırılma durumunda aynı çözümü kabul etme ihtimali nedir?

a. Çevre savunucuları grubu ile gaz şirketi temsilcilerinin Pavilion'daki hidrolik kırılma durumunda aynı çözümü kabul etme ihtimali **oldukça yüksektir**.

b. Çevre savunucuları grubu ile gaz şirketi temsilcilerinin Pavilion'daki hidrolik kırılma durumunda aynı çözümü kabul etme ihtimali **düşüktür**.

Neden çevre savunucuları grubuyla gaz şirketi temsilcilerinin aynı çözümü kabul etmesi ihtimali **oldukça yüksektir**?

a. İki grup muhtemelen iş birliği yapacak ve ortak çözüme ulaşacaktır.

b. Eğer iki grup bir çözüm için çalışırsa aynı temel plana ulaşacaklardır.

c. Tüm ilgili tarafların ihtiyaçlarını karşılayabilecek bir çözüm geliştirmek için bağımsız bir uzman heyeti çağrılabilir.

Neden çevre savunucuları grubuyla gaz şirketi temsilcilerinin aynı çözümü kabul etmesi ihtimali **düşüktür**?

a. Gaz şirketi temsilcileriyle çevre savunucuları grubu farklı önceliklere sahiplerdir.

b. Gaz şirketi temsilcileriyle çevre savunucuları grubu farklı bilgi parçalarına erişmektedirler.

c. Gaz şirketi temsilcileriyle çevre savunucuları grubunun fikir birliğine ulaşmak için yeterli zamanı olmamıştır.

5. Eğer Pavilion'daki hidrolik kırılma aktivitelerinin durdurulması ya da devam ettirilmesi ile ilgili bir karar vermeniz istenseydi, karar verebilmek için yeterli bilgiye sahip olduğunuzu düşünür müsünüz?

a. Hidrolik kırılma aktivitelerinin durdurulması ya da devam ettirilmesi ile ilgili bir karar vermek için **yeterli bilgiye sahip olduğumu düşünürüm**.

b. Hidrolik kırılma aktivitelerinin durdurulması ya da devam ettirilmesi ile ilgili bir karar vermek için **yeterli bilgiye sahip olduğumu düşünmem**.

Neden hidrolik kırılma aktivitelerinin durdurulması ya da devam ettirilmesi ile ilgili bir karar vermek için **yeterli bilgi bulunmaktadır**?

a. Hidrolik kırılmanın faydaları risklerinden fazladır. Hidrolik kırılma yerel ekonomiye para sağlamaktadır ve ucuz enerji getirmektedir. Her ikisi de konforlu bir yaşam için önemlidir.

b. Hidrolik kırılmanın riskleri potansiyel faydalarından fazladır. Hidrolik kırılma Pavilion'da kirliliğe sebep olmaktadır. Bu Pavilion halkının yaşamın kalitesini negatif etkileyecektir.

c. Çevre Koruma Ajansı ve Birleşmiş Milletler Jeoloji Kurumu'nun araştırmaları birbirinden bağımsız gerçekleştirildiği için hidrolik kırılmanın etkileri açıktır.

Neden hidrolik kırılma aktivitelerinin durdurulması ya da devam ettirilmesi ile ilgili bir karar vermek için **yeterli bilgi bulunmamaktadır**?

a. Herkes farklı veriye sahiptir. Eğer gaz şirketi, Pavilion halkı, Çevre Koruma Ajansı ve Birleşmiş Milletler Jeoloji Kurumu uygun verinin üzerinde anlaşırlarsa ve bu veriyi tarafsız bir yolla toplarlarsa, o zaman bir karara varmak için yeterli bilgi bulunur.

b. Hidrolik kırılmanın arkasında yatan ekonomik ve bilimsel detaylardan emin değilim, bu yüzden bir karar verebilmem için daha çok okuma yapmalıyım.

c. Hidrolik kırılmanın uzun süreli riskleri ve faydaları açık değildir, bir karar verilebilmesi için daha fazla çalışma yapılmasına ihtiyaç vardır.

d. Pavilion'daki su kirliliğine hidrolik kırılmanın neden olup olmadığı hala açık değildir. Bir karar verebilmek için önce bunun doğrulanması gerekmektedir.

6. Eğer bu makaledeki bilgilere dayanarak hidrolik kırılmanın durdurulması ya da devam ettirilmesi hakkında bir karar vermek zorunda kalsaydın, kararın ne olurdu?

   a. Hidrolik kırılmayı durdurmak

   b. Hidrolik kırılmayı devam ettirmek

7. Pavilion halkı, gaz şirketi, Birleşmiş Milletler Jeoloji Kurumu (BMJK) ve yerel bir çevre koruma grubunun senin kararına katılacağını düşünüyor musun?

   a. Tüm tarafların benim kararıma **katılacağını** düşünüyorum.

   b. Bir veya daha fazla tarafın benim kararıma **katılmayacağını** düşünüyorum.

Neden tüm tarafların senin kararına **katılacağını** düşünüyorsun?

a. Eğer tüm taraflar probleme önyargısız bakarsa, hidrolik kırılmanın yarardan çok zarara yol açtığını açıkça göreceklerdir.

b. Eğer tüm taraflar probleme önyargısız bakarsa, hidrolik kırılmanın avantajlarının potansiyel zararlarından fazla olduğunu açıkça göreceklerdir.

Neden bir veya birden fazla tarafın senin kararına **katılmayabileceğini** düşünüyorsun?

a. Bazı taraflar katılmayacaktır, çünkü onlar hidrolik kırılmanın risklerini ve faydalarını uygun bir şekilde anlamamışlardır.

b. Tüm tarafların benim kararıma katılmaları olası değildir, çünkü katılıp katılmamaları hidrolik kırılmadan faydalanıp faydalanmamalarına bağlıdır.

c. Tüm tarafların ilk etapta benim kararıma katılmaları olası değildir. Ancak eninde sonunda uygulanabilecek en iyi eylem planı üzerinde ortak bir karara varacaklardır.

8. Eğer senin hidrolik kırılma faaliyetlerinin durdurulması ya da devam ettirilmesi hakkındaki kararın uygulamaya konulsaydı, hidrolik kırılmanın Pavilion'un su kaynaklarına etkisi hakkında çalışmaların devam etmesi için bütçe ve kaynak kullanılmasını önerir miydin?

    a. Hidrolik kırılmanın Pavilion'un su kaynaklarına etkisinin çalışılmaya devam edilmesini **önermezdim.**

    b. Hidrolik kırılmanın Pavilion'un su kaynaklarına etkisinin çalışılmaya devam edilmesini **önerirdim.**

Neden hidrolik kırılmanın Pavilion'un su kaynaklarına etkisinin çalışılmaya devam edilmesini **önermezdin**?

a. Bu konudaki karar zaten verildiği için, veri toplamaya devam etmeye gerek yoktur.

b. Bu konuda zaten karara varılmış olması, karara varabilmek için yeterli bilginin olduğunu gösterir. Bu yüzden daha fazla çalışmaya ihtiyaç yoktur.

Neden hidrolik kırılmanın Pavilion'un su kaynaklarına etkisinin çalışılmaya devam edilmesini **önerirdin**?

a. İlave veri toplamak benim kararıma katılmayan grupların eleştirilerini karşılayabilmeye yardımcı olacaktır.

b. İlave veri toplamak ortak bir karara varmaya yol açacaktır.

c. İlave veri toplamak insanların benim kararımı tartışmaya ve yeniden değerlendirmeye devam etmesine yardım edecektir.

9. Bir şehir toplantısında, gaz şirketinde çalışan bir grup bilim insanı ve Birleşmiş Milletler Jeoloji Kurumu'nda (BMJK) çalışan bir grup bilim insanı hidrolik kırılma konusunda uzman görüşlerini sunmaktadırlar. Görüşlerinin benzer olmasını bekler misin?

    a. BMJK ve gaz şirketinde çalışan bilim insanları tarafından sunulan görüşler muhtemelen **benzer olacaktır**.

    b. BMJK ve gaz şirketinde çalışan bilim insanları tarafından sunulan görüşler muhtemelen **benzer olmayacaktır**.

Neden iki grup bilim insanının görüşleri **benzer olacaktır**?

a. Bilim veriye dayanan nesnel bir süreçtir, bu yüzden her iki grup bilim insanının görüşü aynı olmalıdır.

b. Başta bu iki grup bilim insanının görüşleri farklı olmasına rağmen, birbirleriyle verilerini paylaştıktan sonra bir uzlaşmaya varacaklardır.

c. Bilim insanları genellikle öznel görüşlere aldırmazlar, gerçek bulgulara dayanarak bir sonuca varmakla ilgilenirler. Bu yüzden iki grubun görüşleri benzer olacaktır.

Neden iki grubun görüşleri **benzer olmayacaktır**?

a. Hidrolik kırılma konusu hakkındaki detaylar çok yönlü ve anlaşılması zordur, bu yüzden bilim insanları konu hakkında muhtemelen farklı görüşlere sahip olacaklardır.

b. Başta bu iki grup bilim insanının görüşleri farklı olmasına rağmen, birbirleriyle verilerini paylaştıktan sonra bir uzlaşmaya varacaklardır.

c. Gaz şirketi ve BMJK kendi amaçlarıyla örtüşen görüşlere sahip bilim insanlarını çalıştırmaktadırlar, bu yüzden farklı bilim insanları farklı görüşler sunacaklardır.

10. Hidrolik kırılmanın Pavilion'un su kaynağına tartışmalı etkisi hakkındaki eleştirilere cevaben gaz şirketi karının bir kısmını bölgedeki su kalitesi hakkında veri toplayıp yerel halka düzenli raporlar sunacak bir grup bilim insanı çalıştırmak için kullanmayı önermiştir. Pavilion halkı da kendileri su kalitesini izleyecek farklı bir grup insanı çalıştırmaya karar vermiştir. Bu iki grup bilim insanının bulgularının aynı mı farklı mı olmasını beklersin?

a. Bu iki grup bilim insanının bulgularının **aynı olmasını beklerim**.

b. Bu iki grup bilim insanının bulgularının **farklı olmasını beklerim**.

Neden bu iki grup bilim insanının bulgularının **aynı olmasını beklersin**?

a. Eğer bilim doğru bir şekilde yapılırsa bulgular aynı olur, çünkü bilim nesnel bir süreçtir.

b. Bilim insanları başlangıçta farklı bulgulara sahip olabilir, ancak üzerinde konuşunca eninde sonunda uzlaşmaya varacaklardır.

c. Her iki grup da aynı kirli su kaynağı üzerinde çalışacaklar, bu yüzden benzer sonuçlar bulmalılar.

Neden bu iki grup bilim insanının bulgularının **farklı olmasını beklersin**?

a. Bu iki grup bilim insanı farklı bakış açılarını desteklemek için veri toplayacaklar, dolayısıyla sonuçlar farklı olacaktır.

b. Gaz şirketinin parası olduğu için daha iyi bilim insanlarını çalıştırabilecektir, bu yüzden onların verileri daha güvenilir olacaktır.

c. Bulgular farklı olacaktır, çünkü bilim insanı grupları farklı metotlar kullanabilir.

11. Prestijli bir üniversitedeki bir jeolog birinci sınıf dergilerden birinde Pavilion'un su kaynağını kirleten kimyasalların pek çoğunun yakınlardaki hidrolik kırılma

operasyonunda kullanılan kimyasallarla aynı olduğunu doğrulayan bir makale yayınlamıştır. Sence bu makale hidrolik kırılma hakkındaki tartışmayı değiştirecek midir?

a. Bu yeni bulguların hidrolik kırılma hakkındaki tartışmayı **değiştirmesini beklerim.**

b. Bu yeni bulguların hidrolik kırılma hakkındaki tartışmayı **değiştirmesini beklemem**.

Neden bu yeni bulguların hidrolik kırılma hakkındaki tartışmayı **değiştirmesini beklersin**?

a. Bu yeni bulguları göz önünde bulundurduklarında iki taraf da Pavilion'daki su kirliliğinin nedeninin hidrolik kırılma olduğuna katılacak ve durumu düzeltmek için harekete geçeceklerdir.

b. Hidrolik kırılmaya karşı çıkan taraflar bu bulguları kendi iddialarını güçlendirmek ve problem hakkındaki genel görüşü etkilemek için kullanacaklardır.

c. Karşıt taraflar muhtemelen raporu problem çözümde ulaştıracak şekilde farklı yorumlayacaklardır.

Neden bu yeni bulguların hidrolik kırılma hakkındaki tartışmayı **değiştirmesini beklemezsin**?

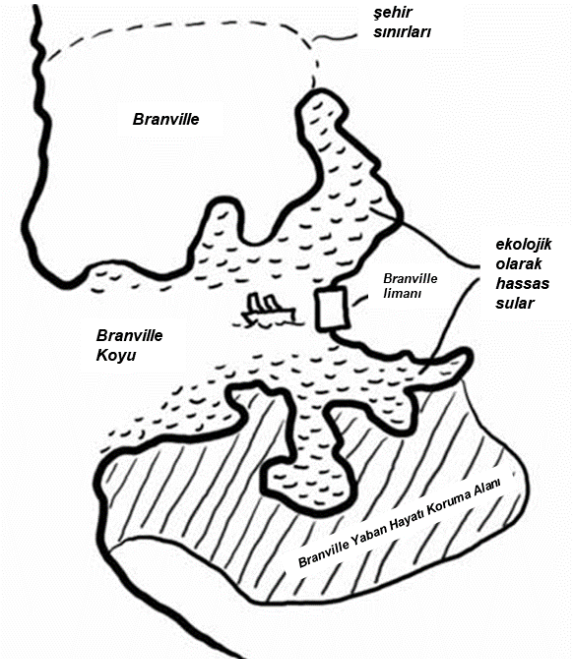
a. Bu çalışma gereksizdir çünkü bu bulgular zaten BMJK ve Çevre Koruma Ajansı tarafından onaylanmıştır.

b. Karşıt görüşlü grupların zaten bir inançları var, muhtemelen görüşlerini değiştirecek ek verileri göz önünde bulundurmayacaklardır.

c. Bu makaleyi yayınlayan jeolog problemle doğrudan ilişkisi olmayan dışarıdan biridir, bu yüzden taraflar bulguları muhtemelen göz önünde bulundurmayacaklardır.

BRANVILLE KOYU

Branville Koyu Meksika Körfezi'nde yer alır. Branville şehri, koyun kuzey kıyısı boyunca kurulmuştur ve güney kıyısı vahşi yaşam koruma bölgesi olarak belirlenmiştir. Branville bölgesi pek çok Yerli Amerikan kabilesinin atalarından beri evidir. Şimdilerde, Branville ana sevkiyat limanı olmuştur. Dünyanın her yerinden gemiler Branville limanına yanaşıp petrol, kıyafet, oyuncak ve meyve gibi ürünlerin teslimatını yapmaktadırlar. Bu ürünler daha sonra Amerika'nın her yerine dağıtılmaktadır. Amerika'daki iş adamları da limanı dünyanın çeşitli yerlerine göndermek için kullanmaktadırlar. Bu ürünler daha sonra Amerika'nın her yerine dağıtılmaktadır. Amerika'daki iş adamları da limanı dünyanın çeşitli yerlerine göndermek için kullanmaktadırlar. Pek çok balık, kuş ve diğer vahşi yaşam için üreme bölgesi olması sebebiyle Branville Koyu hassas bir ekolojik bölgedir. Koyun en hassas bölgesinde yapılan balıkçılık için katı kanunlar bulunmaktadır. Ancak, bu kanunlar bölgede hala yaşayan Yerli Amerikalılar için uygulanmamaktadır, çünkü bölgedeki atalarından kalan balıkçılık haklarını istemişlerdir. Branville Yaban Hayatını Koruma Vakfı'nın yöneticileri balık sayıları, kuş sayıları ve su kalitesi değerlerinde düşüş olduğunu rapor etmeye başlamışlardır. Bu yöneticiler Branville limanındaki yoğun gemi trafiğin Branville Koyu'ndaki ekosisteme zarar verdiği sonucuna varmışlardır. Liman yetkilileri gemilerinin derin su kanallarında kaldıklarını ve koyun en hassas sularına girmediklerini iddia etmektedirler. Yerli Amerikalı balıkçıların büyük bir olasılıkla bu durumdan suçluları olduğunu savunmaktadırlar, çünkü botları kullanmakta ve koyun en hassas sularında balıkçılık yapmaktadırlar. Yerel liderler ne yapacaklarına karar vermeye çalışmaktadırlar.



1. Branville Koyu'ndaki ekosistemdeki düşüş problemi karmaşık bir problem midir?

   a. Hayır b. Evet

HAYIR: Aşağıdaki yanıtlardan, Branville Koyu'ndaki ekosistemin azalması probleminin neden oldukça basit bir problem olduğunu en iyi açıklayanı seçiniz.

a. Branville Koyu kıyafet, oyuncak, petrol, ve meyve gibi ürünlerin teslimatının yapıldığı ekonomik bir merkezdir, bu ekonomi için önemlidir, bu yüzden gemi trafiğinin devam etmesiyle ilgili çözüm açıktır.
b. Yerli Amerikanlar ezilmektedir, balıkçılık hakkını hak etmektedirler.
c. Banville Koyu'nu korumak için tüm balıkçılık ve gemi aktivitelerinin durdurulması gerektiği açıktır.
d. Başta anlaşmazlık olabilir fakat tüm taraflar en iyi çözüm için uzlaşacaklardır.

EVET: Aşağıdaki yanıtlardan, Branville Koyu'ndaki ekosistemin azalması probleminin neden karmaşık olduğunu en iyi açıklayanı seçiniz.

a. Branville Koyu problem karmaşıktır, çünkü insanların ihtiyaçlarını karşılamak ve sağlıklı bir ekosistem sürdürmek arasındaki anlaşılması zor karmaşık ilişkiyle ilgilenir.
b. Branville Koyu problemi karmaşıktır, çünkü insanların araziyi kullanması ve çevreyi olumsuz etkilemesi arasındaki çok yönlü uzlaşmayı içermektedir.
c. Branville Koyu problemi karmaşıktır, çünkü sürecin tüm sonuçlarını (olumlu ve/veya olumsuz) bilmiyoruz.

2. Branville Koyu'nda ne yapılacağı probleminin kolay çözüleceğini düşünüyor musun?
   a. Hayır b. Evet

HAYIR: Branville Koyu durumunun çözümü neden **zordur?**

a. Çünkü bu durum çevresel kaygıların, ekonominin ve Yerli Amerikalıların kabileye ait haklarının dengelenmesini içerir.
b. Çünkü çevre, ürünlerin sevkiyatı ve Yerli Amerikalıların yasal hakları gibi konular karmaşık konulardır.
c. Çünkü durumun açıklaması sınırlı bilgi vermektedir. Eğer daha fazla detaya ulaşılırsa problem çözmek daha kolay olabilir.

EVET: Neden Branville Koyu durumunu çözmek **kolaydır?**

a. Deniz taşımacılığına devam etmenin ekonomi için faydalı olacağı ve Yerli Amerikalıları incitmediği açıktır, bu yüzden Branville Koyu'nda deniz taşımacılığı devam etmelidir.
b. Deniz taşımacılığı ürünlerinin çevresel problemlere yol açtığı açıktır, bu yüzden Branville Koyu'ndaki deniz taşımacılığına devam edilmemelidir.
c. Yüksek ihtimalle probleme Yerli Amerikalıların balıkçılığı neden olmaktadır çünkü

gemiler sahilin yakınına gelmemektedirler, bu yüzden balıkçılık diğer alanlara taşınmalıdır.

d. Bilim insanları tüm durumu analiz edebildiklerinde tüm taraflar için adil olacak bir çözüm üretebileceklerdir.

3. Yerli Amerikalılar ve deniz taşımacılığı şirketinin aynı çözümü desteklemesi ne kadar muhtemeldir?

a. Yerli Amerikalılar ve deniz taşımacılığı şirketinin aynı çözümü desteklemesi **ihtimali oldukça yüksektir.**

b. Yerli Amerikalılar ve deniz taşımacılığı şirketinin aynı çözümü desteklemesi **ihtimali düşüktür.**

Neden Yerli Amerikalılar ve deniz taşımacılığı şirketinin aynı çözümü desteklemesi **ihtimali oldukça yüksektir**?

a. İki grup muhtemelen iş birliği yapacak ve ortak bir çözüme ulaşacaklardır.

b. Başlangıçta görüş ayrılığı olacaktır, ancak eğer her iki grup da bir çözüme doğru çalışırlarsa aynı temel plana ulaşacaklardır.

c. Tüm ilgili tarafların ihtiyaçlarını karşılayacak bir çözüm geliştirmek üzere bağımsız bir uzman heyeti çağrılabilir.

Neden Yerli Amerikalılar ve deniz taşımacılığı şirketinin aynı çözümü desteklemesi **ihtimali düşüktür**?

a. Yerli Amerikalı kabilesi ve deniz taşımacılığı şirketinin farklı öncelikleri vardır.

b. Yerli Amerikalı kabilesi ve deniz taşımacılığı şirketi farklı bilgi parçalarına ulaşmaktadır.

c. Yerli Amerikalı kabilesi ve deniz taşımacılığı şirketinin uzlaşmaya varmak için yeterli zamanı olmamıştır.

4. Çevre savunucuları ve Yerli Amerikalıların Branville durumu hakkında aynı çözümü desteklemesi ne kadar muhtemeldir?

a. Çevre savunucularıyla Yerli Amerikalıların aynı çözümü desteklemesi **ihtimali oldukça yüksektir**.

b. Çevre savunucularıyla Yerli Amerikalıların aynı çözümü desteklemesi **ihtimali düşüktür**.

Neden çevre savunucularıyla Yerli Amerikalıların aynı çözümü desteklemesi **ihtimali oldukça yüksektir**?

a. Her iki grup da doğa için endişelenmektedir, bu yüzden muhtemelen iş birliği

yapacak ve ortak bir çözüme ulaşacaklardır.

b. Eğer iki grup da bir çözüm için çalışırsa aynı temel plana ulaşacaklardır.

c. Tüm ilgili tarafların ihtiyaçlarını karşılayan bir çözüm geliştirmek için bağımsız bir uzman heyeti çağrılabilir.

Neden çevre savunucularıyla Yerli Amerikalıların aynı çözümü desteklemesi **ihtimali düşüktür**?

a. Çevre savunucuları ve Yerli Amerikalılar farklı önceliklere sahiptir.

b. Yerli Amerikalı kabilesi ve çevre savunucuları farklı bilgi parçalarına ulaşmaktadırlar.

c. Yerli Amerikalı kabilesi ve çevre savunucularının uzlaşmaya varmak için yeterli zamanı olmamıştır.

5. Eğer Branville Koyu'nda gemi taşımacılığının devam ettirilmesi ya da durdurulması hakkında bir karar vermen istenseydi, karar vermek için yeterli bilgiye sahip olduğunu düşünür müsünüz?

a. Gemi taşımacılığının durdurulması ya da devam ettirilmesi hakkında bir karar vermek için **yeterli bilgiye sahip olduğumu düşünürüm**.

b. Gemi taşımacılığının durdurulması ya da devam ettirilmesi hakkında bir karar vermek için **yeterli bilgiye sahip olduğumu düşünmem**.

Neden gemi taşımacılığının durdurulması ya da devam ettirilmesi hakkında bir karar vermek için **yeterli bilgi bulunmaktadır**?

a. Gemi taşımacılığının faydaları risklerinden fazladır. Gemi taşımacılığı yerel ekonomiye para kazandırmakta ve malların taşınmasına imkân sağlamaktadır ki ikisi de konforlu bir yaşam için önemlidir.

b. Gemi taşımacılığının riskleri potansiyel faydalarından fazladır. Gemi taşımacılığı kirliliğe neden olmakta ve Yerli Amerikalıların hayat kalitesini olumsuz etkilemektedir.

c. Branville Yaban Hayatı Koruma Vakfı'nın yöneticileri ekosistemde bir düşüş olduğunu belirtmektedirler, ne yapılacağıyla ilgili karar açıktır.

Neden gemi taşımacılığının durdurulması ya da devam ettirilmesi hakkında bir karar vermek için **yeterli bilgi bulunmamaktadır**?

a. Herkes farklı verilere sahiptir. Eğer gemi taşımacılığı şirketi, Yerli Amerikalılar ve Yaban Hayatı Koruma Vakfı yöneticileri uygun bir veri üzerinde uzlaşır ve tarafsız bir şekilde toplarsa, o zaman karar vermek için yeterli bilgi olur.

b. Branvile Koyu'ndaki gemi taşımacılığının arkasındaki ekonomik ve bilimsel detaylar hakkında emin değilim, bu yüzden karar vermeden önce daha fazla okuma yapmam gerekir.

c. Branville Koyu'na gemiyle mal taşımanın devam ettirilmesinin uzun vadeli riskleri ve faydaları açık değildir, bir karara varılabilmesi için daha çok çalışma yapılmasına ihtiyaç vardır.

d. Gemiyle mal taşımanın Branville Koyu'ndaki ekosistemdeki azalmaya neden olup olmadığı açık değildir. Bir karar varılmadan önce bunun onaylanması gerekmektedir.

6. Eğer bu makaledeki bilgilere dayanarak Branville Koyu'ndaki gemi trafiğinin durdurulması ya da devam ettirilmesi hakkında bir karar vermek zorunda kalsaydın, kararın ne olurdu?

a. Gemi trafiğinin durdurulması

b. Gemi trafiğinin devam ettirilmesi

7. Yerli Amerikalılar, gemi taşımacılığı şirketi ve Yaban Hayatı Koruma Vakfı yöneticilerinin senin kararına katılacağını düşünüyor musun?

a. Tüm tarafların benim kararıma **katılacağını** düşünüyorum.

b. Bir veya daha azla tarafın benim kararıma **katılmayacağını** düşünüyorum.

Neden tüm taraflar senin kararına **katılırlar?**

a. Eğer tüm taraflar probleme önyargısız bakarsa Branville Koyu'na gemiyle mal taşınmasının faydadan çok zararı olduğu açık bir şekilde görülür.

b. Eğer tüm taraflar probleme önyargısız bakarsa, Branville Koyu'na gemiyle mal taşımanın yararlarının potansiyel zararlı etkilerinden çok olduğu açıkça görülür.

Neden bir veya daha fazla tarafın senin kararına **katılmazlar?**

a. Bazı taraflar katılmayacaktır, çünkü onlar gemi taşımacılığının faydalarını ve risklerini uygun bir şekilde anlamamışlardır.

b. Tüm tarafların benim kararıma katılmaları olası değildir, çünkü katılıp katılmamaları gemi taşımacılığından faydalanıp faydalanmamalarına bağlıdır.

c. Tüm tarafların farklı bakış açıları olduğu için ilk etapta benim kararıma katılmaları olası değildir. Ancak tüm taraflar bir anlaşmaya varacaklardır.

8. Eğer gemi trafiğinin durdurulması ya da devam ettirilmesi hakkındaki kararın uygulamaya koyulsaydı, gemi trafiğinin Branville Koyu'nun ekolojik sağlığına etkisi

hakkında çalışmaların devam etmesi için bütçe ve kaynak kullanılmasını önerir miydin?

a. Branville Koyu'nun ekolojik sağlığı hakkında çalışmalara devam edilmesini **önermezdim**.

b. Branville Koyu'nun ekolojik sağlığı hakkında çalışmalara devam edilmesini **önerirdim**.

Neden Branville Koyu'nun ekolojik sağlığı hakkında çalışmalara devam edilmesini **önermezdin**?

a. Bu konudaki karar zaten verildiği için, veri toplamaya devam etmeye gerek yoktur.

b. Bu konuda zaten karara varılmış olması, karara varabilmek için yeterli bilginin olduğunu gösterir. Bu yüzden daha fazla çalışmaya ihtiyaç yoktur.

Neden Branville Koyu'nun ekolojik sağlığı hakkında çalışmalara devam edilmesini **önerirdin**?

a. İlave veri toplamak benim kararıma katılmayan grupların eleştirilerini karşılayabilmeye yardımcı olacaktır.

b. İlave veri toplamak ortak bir karara varmaya yol açacaktır.

c. İlave veri toplamak insanların benim kararımı tartışmaya ve yeniden değerlendirmeye devam etmesine yardım edecektir.

9. Bir şehir toplantısında, gemi taşımacılığı şirketinde çalışan bir grup bilim insanı ve Branville Yaban Hayatı Koruma Vakfı'nda çalışan bir grup bilim insanı gemiyle mal taşınması konusunda uzman görüşlerini sunmaktadırlar. Görüşlerinin benzer olmasını bekler misin?

a. Branville Yaban Hayatı Koruma Vakfı'nda ve gemi taşımacılığı şirketinde çalışan bilim insanlarının görüşleri muhtemelen **benzer olacaktır**.

b. Branville Yaban Hayatı Koruma Vakfı'nda ve gemi taşımacılığı şirketinde çalışan bilim insanlarının görüşleri muhtemelen **benzer olmayacaktır**.

Neden bu iki grup bilim insanının görüşleri **benzer olacaktır**?

a. Bilim veriye dayanan nesnel bir süreçtir, bu yüzden her iki grup bilim insanının görüşü aynı olmalıdır.

b. Başta bu iki grup bilim insanının görüşleri farklı olmasına rağmen, birbirleriyle verilerini paylaştıktan sonra bir uzlaşmaya varacaklardır.

c. Bilim insanları genellikle öznel görüşlere aldırmazlar, gerçek bulgulara dayanarak bir sonuca varmakla ilgilenirler. Bu yüzden iki grubun görüşleri benzer olacaktır.

Neden bu iki grup bilim insanının görüşleri **benzer olmayacaktır**?

a. Gemi taşımacılığının ekosistemin sağlığına etkisi hakkındaki detaylar çok yönlü ve anlaşılması zordur, bu yüzden bilim insanları konu hakkında muhtemelen farklı görüşlere sahip olacaklardır.
b. Başta bu iki grup bilim insanının verileri farklı olmasına rağmen, birbirleriyle verilerini paylaştıktan sonra bir uzlaşmaya varacaklardır.
c. Gemi taşımacılığı şirketi ve Branville Yaban Hayatını Koruma Vakfı kendi amaçlarıyla örtüşen görüşlere sahip bilim insanlarını çalıştıracaklardır, bu yüzden farklı bilim insanları farklı görüşler sunacaklardır.

10. Branville Koyu'ndaki gemi trafiğinin tartışmalı etkileri hakkındaki eleştirilere cevaben gemi taşımacılığı şirketi karının bir kısmını bölgedeki su kalitesi hakkında veri toplayıp yerel halka düzenli raporlar sunacak bir grup bilim insanı çalıştırmak için kullanmayı önermiştir. Yerli Amerikan kabilesi de kendileri su kalitesini izleyecek farklı bir grup bilim insanı çalıştırmaya karar vermiştir. Bu iki grup bilim insanının bulgularının aynı mı farklı mı olmasını beklersin?

a. Bu iki grup bilim insanının bulgularının **aynı olmasını beklerim**.
b. Bu iki grup bilim insanının bulgularının **farklı olmasını beklerim**.

Neden bu iki grup bilim insanının bulgularının **aynı** olmasını beklersin?

a. Eğer bilim doğru bir şekilde yapılırsa bulgular aynı olur, çünkü bilim nesnel bir süreçtir.
b. Bilim insanları başlangıçta farklı bulgulara sahip olabilir, ancak üzerinde konuşunca eninde sonunda uzlaşmaya varacaklardır.
c. Her iki grup da aynı kirli su kaynağı üzerinde çalışacaklar, bu yüzden benzer sonuçlar bulmalılar.

Neden bu iki grup bilim insanının bulgularının **farklı** olmasını beklersin?

a. Bu iki grup bilim insanı farklı bakış açılarını desteklemek için veri toplayacaklar, dolayısıyla sonuçlar farklı olacaktır.
b. Gaz şirketinin parası olduğu için daha iyi bilim insanlarını çalıştırabilecektir, bu yüzden onların verileri daha güvenilir olacaktır.
c. Bulgular farklı olacaktır, çünkü bilim insanı grupları farklı metotlar kullanabilir.

11. Prestijli bir üniversitedeki bir deniz ekolojisti birinci sınıf dergilerden birinde Branville Koyu'nun su kaynağını kirleten kimyasalların pek çoğunun gemi trafiğiyle ilişkili olan kimyasallar olduğunu doğrulayan bir makale yayınlamıştır. Sence bu makale hidrolik tartışmayı değiştirecek midir?

a. Bu yeni bulguların tartışmayı değiştirmesini **beklerim**.

b. Bu yeni bulguların tartışmayı değiştirmesini **beklemem**.

Neden bu yeni bulguların tartışmayı değiştirmesini **beklersin**?

a. Bu yeni bulguları göz önünde bulundurduklarında iki taraf da Branville Koyu'ndaki su kirliliğinin nedeninin gemi trafiği olduğuna katılacak ve durumu düzeltmek için harekete geçeceklerdir.
b. Gemi trafiğine karşı çıkan taraflar bu bulguları kendi iddialarını güçlendirmek ve problem hakkındaki genel görüşü etkilemek için kullanacaklardır.
c. Karşıt taraflar muhtemelen raporu problemin çözümünde ulaştıracak şekilde farklı yorumlayacaklardır.

Neden bu yeni bulguların tartışmayı değiştirmesini **beklemezsin?**

a. Bu çalışma gereksizdir çünkü bu bulgular zaten Branville Yaban Hayatını Koruma Vakfı'nın yöneticileri tarafından onaylanmıştır.
b. Karşıt görüşlü grupların zaten bir inançları var, muhtemelen görüşlerini değiştirecek ek verileri göz önünde bulundurmayacaklardır.
c. Bu makaleyi yayınlayan bilim insanı problemle doğrudan ilişkisi olmayan dışarıdan biridir, bu yüzden taraflar bulguları muhtemelen göz önünde bulundurmayacaklardır

Ek-4 Kavram Haritası Çizim Kâğıdı
Pavilion Wyoming'teki Hidrolik Kırılma Senaryosu Kavram Haritası

Okuduğunuz senaryo ile ilgili aşağıdaki boşluğa bir kavram haritası çiziniz.

Kâğıdı istediğiniz doğrultuda kullanabilirsiniz.

Ek-5 Yarı-Yapılandırılmış Görüşme Soruları

Bu görüşme, doldurduğunuz ölçekteki Pavilion Wyoming'teki Hidrolik Kırılma sosyobilimsel senaryosu hakkında çizilen kavram haritasının ve sistemsel düşünme becerisinin daha yüksek basamaklarının detaylı analizi için yapılacaktır. Görüşme kayıt altına alınacaktır. Bu kayıtlar sadece araştırmanın amacı doğrultusunda kullanılacaktır. Görüşmenin herhangi bir anında rahatsızlık duymanız durumunda görüşmeyi sonlandırabilirsiniz.

1. Bu kavram haritasını nasıl oluşturdunuz?
2. Sizce sistem nedir, sistem deyince aklınıza ne geliyor?
3. Burada sizce bir sistem var mı, varsa nasıl bir sistem var?
4. Çizdiğiniz kavram haritasındaki bileşenler ve süreçler nelerdir?
5. Bu bileşenler ve süreçler arasındaki basit ilişkiler nelerdir? Bileşenler birbirleri ile nasıl etkileşimler kurmaktadır?
6. Bu bileşenler ve süreçlerin bir organizasyon içinde olduğunu düşünüyor musunuz? Eğer düşünüyorsanız bu organizasyonu biraz açıklar mısınız?
7. İncelediğiniz senaryoda dinamik bir yapı olduğunu düşünüyor musunuz?
8. İncelediğiniz senaryoda döngüsel bir süreç olduğunu düşünüyor musunuz?
9. Sadece bu senaryo özelinde düşünmediğinizde, daha geniş çevreler için benzer durumlarda genellemeler yapılabilir mi? Cevabınızı açıklayınız.
10. Çizdiğiniz harita üzerinde ilk bakışta göremediğiniz fakat derinlemesine düşündüğünüzde gizli boyutlar (ekonomik, kültürel, siyasi vb.) olduğunu düşünüyor musunuz? Eğer varsa, bunlar nelerdir ve senaryo üzerindeki etkisi nedir?
11. Bu senaryodaki şu andaki durumun gelecekte olası bir etkisi olabileceğini düşünüyor musunuz? Eğer düşünüyorsanız nasıl bir etkisi olabilir?

Ek-6 Gönüllü Olur Formu

T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
ETİK KOMİSYONU

KATILIMCILAR İÇİN BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU

Sizi, **Gazi Üniversitesi Etik Komisyonu'**ndan 22.10.2024 tarih / 17 sayı ile izin alınan* ve Prof. Dr. Mahmut SELVİ danışmanlığında Ece YILMAZ tarafından yürütülen "Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Sistemsel Düşünme Becerilerinin Sosyobilimsel Vakalar Üzerinden Analizi" başlıklı araştırmaya davet ediyoruz. Bu çalışmaya katılmak tamamen gönüllülük esasına dayanmaktadır. Çalışmaya katılmama veya katıldıktan sonra herhangi bir anda çalışmadan çıkma hakkına sahipsiniz. Bu çalışmaya katılmanız için sizden herhangi bir ücret istenmeyecektir. Çalışmaya katıldığınız için size bir ödeme yapılmayacaktır. Çalışmadan elde edilecek bilgiler tamamen araştırma amacı ile kullanılacak olup kişisel bilgileriniz gizli tutulacaktır.

*Gazi Üniversitesi Etik Komisyon izini alındıktan sonra doldurularak kullanılacaktır.

Araştırmanın Amacı	Bu çalışma, fen bilgisi öğretmen adaylarının sistemsel düşünme beceri düzeylerini sosyobilimsel vakalar üzerinden analiz etmeyi amaçlamaktadır.
Araştırmanın Yöntemi	Nicel ve nitel yöntemin bir arada kullanıldığı karma yöntem kullanılacaktır. Katılımcıların Sosyobilimsel Muhakemenin Nicel Değerlendirilmesi ölçeğini doldurup bu ölçekteki vakalar ile ilgili kavram haritası çizmeleri beklenmektedir. Çizilen haritalar rubrik yardımıyla analiz edilecektir. Ardından katılımcılar ile sistemsel düşünme becerisi ile ilgili yarı yapılandırılmış görüşme yapılacaktır.
Araştırmanın Öngörülen Süresi (Başlama ve Bitiş Tarihi Başvurudaki Başlangıç ve Bitiş Tarihi ile Uyumlu Olmalıdır.)	18.11.2024 18.11.2025
Araştırmaya Katılması Beklenen Katılımcı/Gönüllü Sayısı	20
Araştırmanın Yapılacağı Yerler	Gazi Üniversitesi
Görüntü ve/veya ses kaydı alınacak mı?	Evet ☒ Hayır ☐

Tablo katılımcıların anlayabileceği biçimde, akademik dil kullanılmadan yazılacaktır.

KATILIMCI BEYANI

Yukarıda amacı ve içeriği belirtilen bu araştırma ile ilgili bilgiler tarafıma aktarıldı. Bu bilgilerden sonra araştırmaya katılımcı olarak davet edildim. Bu çalışmaya katılmayı kabul ettiğim takdirde gerek araştırma yürütülürken gerekse yayımlandığında kimliğimin gizli tutulacağı konusunda güvence aldım. Bana ait verilerin kullanımına izin veriyorum. Araştırma sonuçlarının eğitim ve bilimsel amaçlarla kullanımı sırasında kişisel bilgilerimin dikkatle korunacağı konusunda bana yeterli güven verildi. Araştırmanın yürütülmesi sırasında herhangi bir sebep göstermeden çekilebilirim. Araştırma için yapılacak harcamalarla ilgili herhangi bir parasal sorumluluk altına girmiyorum. Bana herhangi bir ödeme yapılamayacaktır. Araştırma ile ilgili bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Bu çalışmaya hiçbir baskı altında kalmadan kendi bireysel onayım ile katılıyorum. İmzalı bu form kağıdının bir kopyası bana verilecektir.

Araştırma yürütücüsü(Tez çalışmalarında Danışman tarafından imzalanacaktır.)

Adı ve Soyadı		Tarih ve İmza
Adres ve telefonu		

Katılımcı

Adı ve Soyadı		Tarih ve İmza
Adres ve telefonu		

Ek-7 Etik Kurul İzni

Evrak Tarih ve Sayısı: 28.10.2024-E.1077527

T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Etik Komisyonu

Sayı : E-77082166-302.08.01-1077527 28.10.2024
Konu : Bilimsel ve Eğitim Amaçlı

DAĞITIM YERLERİNE

Üniversitemiz Eğitim Bilimleri Enstitüsü Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı **Yüksek Lisans Öğrencisi Ece YILMAZ'ın, Prof. Dr. Mahmut SELVİ'nin** danışmanlığında yürüttüğü ***"Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Sistemsel Düşünme Becerilerinin Sosyobilimsel Vakalar Üzerinden Analizi"*** adlı tez çalışması ile ilgili konu Komisyonumuzun **22.10.2024** tarih ve **17** 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: 2024 - 1613

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.
Belge Doğrulama Kodu :BSD1S39L32 Belge Takip Adresi : https://www.turkiye.gov.tr/gazi-universitesi-ebys

Emniyet Mahallesi Bandırma Caddesi No :6/1 06560 Yenimahalle/ANKARA
Tel:0 (312) 202 20 57 - 0 (312) 2... Faks:0 (312) 202 38 76
İnternet Adresi :http://etikkomisyon.gazi.edu.tr/
Kep Adresi: gaziuniversitesi@hs01.kep.tr
Bilgi için :Nursel Güner
Genel Evrak Sorumlusu
Telefon No:202 20 57

Bu belge,güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Ek-8 Katılımcılar için Tez Yönergesi

Katılımcılar İçin Yönerge

Değerli Katılımcı,

Bu çalışmanın amacı, fen bilgisi öğretmen adaylarının sistemsel düşünme becerilerini sosyobilimsel bir senaryo üzerinden analiz etmektir. Çalışmada aşağıdaki adımlar izlenecektir:

1- Katılımcı öncelikle Sosyobilimsel Muhakemenin Nicel Değerlendirilmesi ölçeğini dolduracaktır.
2- Ardından bu ölçekte yer alan Pavilion Wyoming'deki Hidrolik Kırılma senaryosu ile ilgili kavram haritası (kavram haritası çizimi ilerleyen aşamalarda anlatılacaktır) çizecektir.
3- Son olarak çizilen kavram haritasının derinlemesine analizi için yarı yapılandırılmış bir görüşme gerçekleştirilecektir.

Birinci adımdaki amaç sosyobilimsel muhakemeyi ölçmektir. İkinci ve üçüncü adımda ise sistemsel düşünme becerisinin (sistemsel düşünme becerisinin basamakları ilerleyen aşamalarda anlatılacaktır) ölçülmesi amaçlanmaktadır.

a. Sosyobilimsel Konu ve Sosyobilimsel Muhakeme

Hem sosyal hem de bilimsel yönü olan, bilgi ve sosyal değerlerle etkileşim içinde bulunan, etik, çevresel veya teknolojik konular hakkında tartışmalara açık olan durumlara sosyobilimsel konu denir. (Sadler, 2004). Bireylerin toplum ve bilim arasındaki karmaşık ilişkileri, eleştirel düşünme ve karar verme becerileri ile anlamasını sağlar (Zeidler, Sadler, Simmons & Howes, 2005). Sosyobilimsel sorunları çözmek için gereken, sorunun iç yapısındaki karmaşıklığı tanımayı, birden fazla bakış açısıyla analiz etmeyi, sorgulama ihtiyacını ve şüpheciliği gerektiren uygulamaları tanımlamaya sosyobilimsel muhakeme denir (Ben-Horin, Kali & Tal, 2023).

b. Sistemsel Düşünme Becerisi ve Hiyerarşik Sistemsel Düşünme Modeli

Bir sistemi oluşturan parçaların arasındaki etkileşimleri tanıyabilme ve bütüncül bir görüş sentezleyebilme becerisine ise sistemsel düşünme becerisi denir (Assaraf & Orion, 2005). Bu çalışma kapsamında Assaraf ve Orion (2005) tarafından önerilen sekiz basamaklı Hiyerarşik Sistemsel Düşünme Modeli kullanılacaktır. Bu model, sistemsel düşünme becerisi için basamaklı bir yöntem sunar ve her bir basamak, sistemin farklı yönlerini anlamaya ve değerlendirmeye yönelik adımlar içerir. Bu basamakların açıklamaları aşağıda verilmiştir (Assaraf & Orion, 2005).

SDB-1: Sistemin bileşenlerini ve süreçlerini tanıma

Bu basamakta, sistemin temel bileşenleri incelenir. Sistemin hangi unsurlardan oluştuğu üzerinde durulur.

SDB-2: Sistem içindeki süreçleri tanıma

Bu basamakta, sistem içindeki işleyiş süreçleri incelenir. Bileşenler arasındaki süreçlere değinilir.

SDB-3: Sistemin bileşenleri arasındaki ilişkileri tanıma

Bu basamakta, bileşenler arasındaki basit ilişkiler belirlenir. Bileşenlerin birbirleri üzerindeki etkileri veya birlikte nasıl işlev gördükleri üzerinde durulur.

SDB-4: Sistemin bileşenlerini ve süreçlerini ilişkiler çerçevesinde organize etme

Bu basamakta, bileşenler ve süreçler daha organize bir şekilde ifade edilir. Sistemin işleyişi hakkında daha derin bir anlayış geliştirilir.

SDB-5: Sistem içindeki dinamik ilişkileri tanıma

Bu basamak, sistemin farklı bileşenleri arasındaki etkileşimleri ve bunların zaman içinde nasıl birbirlerini etkilediğini anlamakla ilgilidir. Dinamik ilişkiler zaman içinde değişebilir, statik yani sabit veya değişmez değildir.

SDB-6: Sistemin döngüsel doğasını anlama

Bu basamak, sistem içerisindeki geri bildirim mekanizmasını (pozitif, negatif) anlayarak döngüsel doğayı anlayabilmek ile ilgilidir. Sistem lineer değil, döngüsel ilerler.

SDB-7: Genelleme yapma

Bu basamak, sistem içerisindeki ilişkiler veya süreçlere dayanarak genellemeler yapabilmek ile ilgilidir. Gelecekte benzer koşullarda oluşabilecekleri tahmin etmeye yardımcı olur.

SDB-8: Sistemin gizli boyutlarını anlama

Bu basamak, açık bir şekilde görünür olmayan fakat sistemi etkileyen faktörleri anlayabilmek ile ilgilidir.

SDB-9: Zamansal düşünme: geçmiş ve gelecek

Bu basamak, sistemin geçmişini ve potansiyel geleceğini göz önünde bulundurabilmek ile ilgilidir. Geçmişi anlamak ve değerlendirmek, bugünkü durumu fark edebilmek ve geleceği öngörebilmekle ilgilidir. Aşağıdaki tabloda Assaraf ve Orion (2005) tarafından su döngüsü sistemi bağlamında sistemsel düşünme becerisi basamaklarının bileşenleri verilmiştir.

Tablo 46

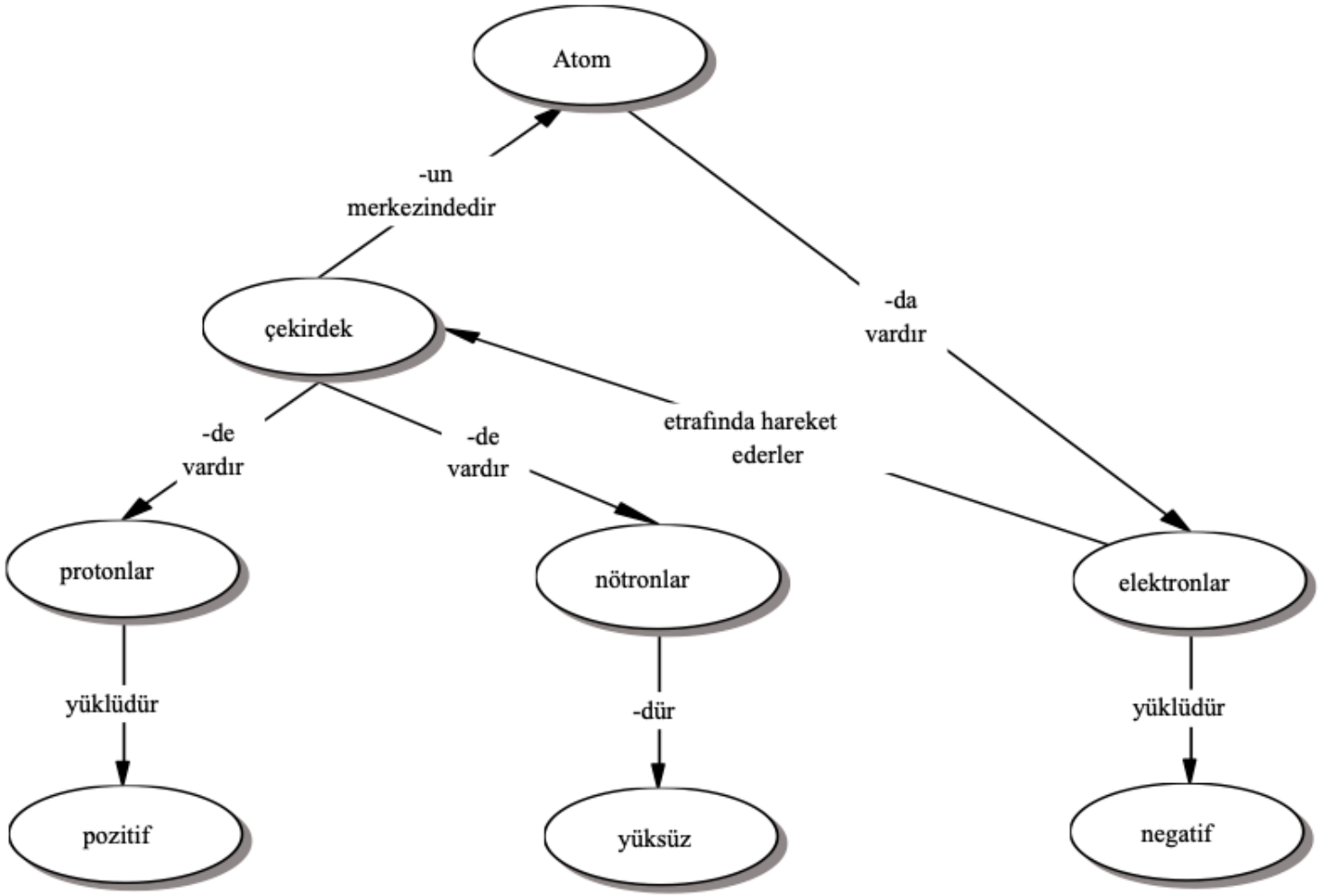
Su Döngüsü için Sistemsel Düşünme Becerisi Basamakları

SDB Basamağı	Su Döngüsü Sistemi Örneği
SDB-1 Bileşenler	Okyanuslar Nehirler Göller Buzullar Buz tabakaları Yağmur Bulutlar
SDB-2 Süreçler	Buharlaşma Yoğunlaşma Yağış Sızma Yeraltı ve Yüzey Akışları Erime Donma Çözünme
SDB-3 Basit ilişkiler	Su ve kayalar arasındaki bağlantı Kirli nehirlerin suyu etkilemesi
SDB-4 Organizasyon	Bileşenlerin, süreçlerin, döngüselliğin bir bütün içerisinde aktarılması
SDB-5 Dinamik ilişkiler	Gübre ve tarım ilaçlarının sebep olduğu kirlilik ve yeraltı suyuna etkisi Suyun kumlu kayalardan sızması Suyun kayalardaki mineralleri çözmesi
SDB-6 Döngüsel doğa	Buharlaşma ve okyanuslar ve karalar üzerinde yağış yoluyla ilişki Yağış ve karalardan denizlere nehirler yoluyla ilişki Bitkilerin terleme yoluyla ve yeraltı suları gibi çeşitli alt döngülerden oluşan hidrolojik döngü sistemi
SDB-7 Genelleme	Su döngüsünün dinamik ve döngüsel olduğu anlayışı
SDB-8 Gizli boyutlar	Yer altı suları
SDB-9 Zamansal düşünme	Belirli bir bölgedeki içme suyunun kalitesinin, suyun tarih boyunca geçirdiği olaylar ve süreçlere bağlı olması Endüstriyel bir alanın veya bir kara yolunun inşaatı sırasında belirli bölgelerdeki suyu nasıl etkileyeceğine dair tahminde bulunulması

c. Kavram Haritası ve Kavram Haritası Çizimi

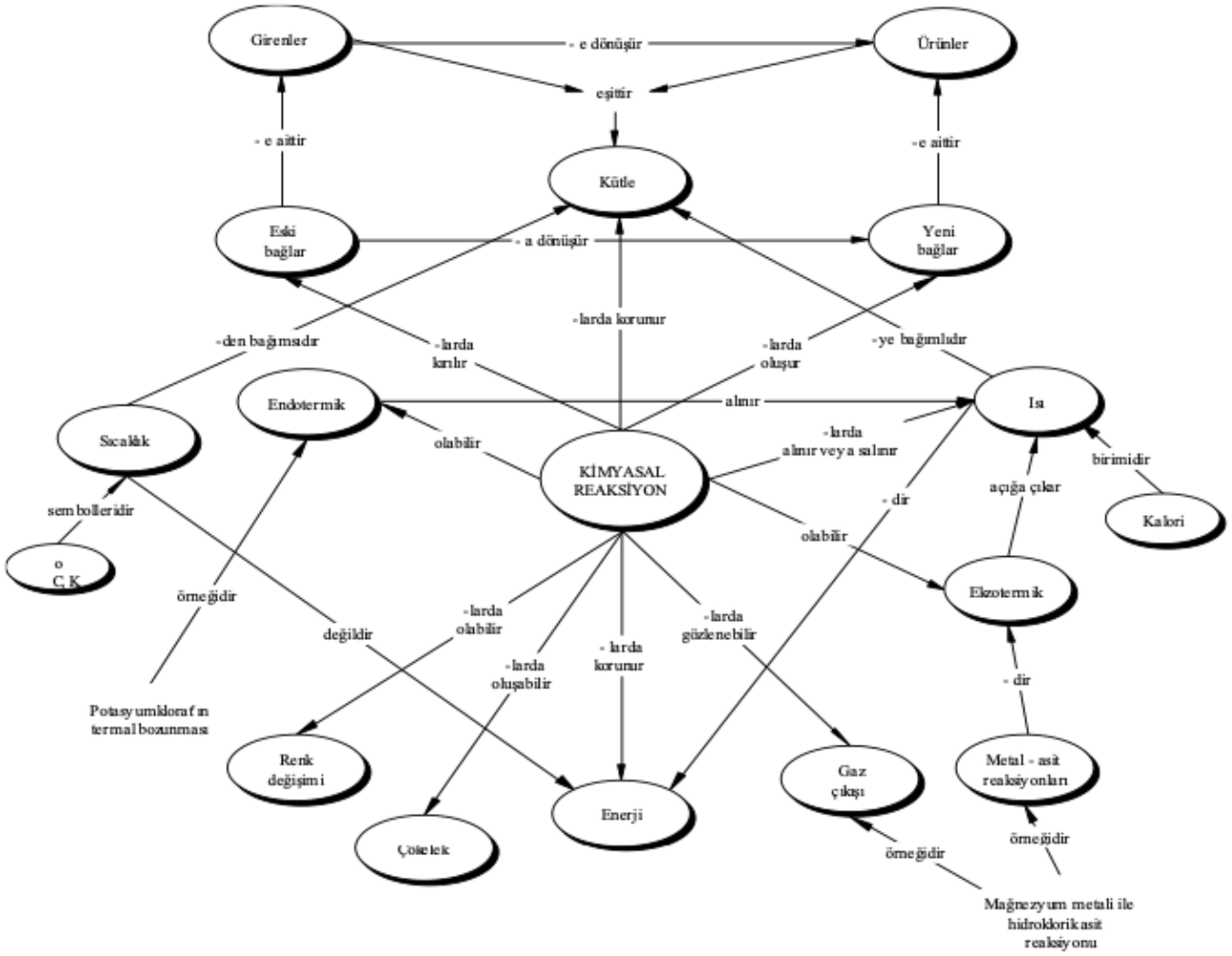
Kavram haritaları bir bilgi alanındaki temel kavramları ve aralarındaki ilişkileri gösteren, bilgiyi organize eden görsel bir şemadır. Kavramlar dörtgen veya çember içerisinde yazılır ve kavramlar arasındaki bağlantılar ve ilişkiler oklar ile kurulur. Bu okların üzerine de bağlantı sözcükleri veya bağlantı cümleleri yazılır. Çapraz bağlantılar kullanılır. Kavram haritasının farklı kısımlarındaki kavramlar arasındaki bağıntılar bu şekilde kurulur (Novak&Canas, 2006).

Hiyerarşik bir kavram haritası örneği verilmiştir. Bu haritada en genel ve kapsayıcı kavram başa yazılmıştır ve kavram haritası okunurken önce okun çıktığı kutucuk ardından okun ucundaki kutucuk ve son olarak da aradaki bağlantı okunur. Örneğin; çekirdek atomun merkezindedir.



Şekil 21. Hiyerarşik kavram haritası örneği (Kaya, 2003)

Hiyerarşik olmayan bir kavram haritası örneği verilmiştir. Bu haritada en genel ve kapsayıcı kavram ortaya yazılmıştır ve çeşitli çapraz ilişkiler kurulmuştur.



Şekil 22. Hiyerarşik olmayan kavram haritası örneği (Kaya, 2003)

Ek-9 Kavram Haritası Değerlendirme Rubriği

SDB Basamağı	Gelişmiş (3)	Gelişmekte Olan (2)	Yeni Ortaya Çıkan (1)	Farkındalık Yok (0)
SDB-1 Sistemin bileşenleri tanıma	"Toplum" ve "Çevre" temalarına ait bileşenlerden her ikisine de yer verilmiştir.	"Toplum" veya "Çevre" temalarına ait bileşenlerden yalnızca birine yer verilmiştir.	"Toplum" veya "Çevre" temalarına ait bileşenler dışında bir bileşene yer verilmiştir.	Sistemin herhangi bir bileşenine yer verilmemiştir.
SDB-2 Sistem içindeki süreçleri tanıma	Sistem içerisindeki "çevresel", "toplumsal" ve "bilimsel" süreçlere yer verilmiştir.	Sistem içerisindeki "çevresel", "toplumsal" ve "bilimsel" süreçlerin yalnızca ikisine yer verilmiştir.	Sistem içerisindeki "çevresel", "toplumsal" ve "bilimsel" süreçlerin yalnızca birine yer verilmiştir.	Sistemin herhangi bir sürecine yer verilmemiştir.
SDB-3 Sistemin bileşenleri arasındaki ilişkileri tanıma	Sistem bileşenleri arasındaki basit ilişkilerin dördüne de yer verilmiştir.	Sistem bileşenleri arasındaki basit ilişkilerin ikisine veya üçüne yer verilmiştir.	Sistem bileşenleri arasındaki basit ilişkilerin yalnızca birine yer verilmiştir.	Sistem bileşenleri arasındaki herhangi bir basit ilişkiye yer verilmemiştir.
SDB-4 Sistemin bileşenlerini ve süreçlerini ilişkiler çerçevesinde organize etme	Sistem bileşenlerinin ve süreçlerinin üç organizasyonuna da yer verilmiştir.	Sistem bileşenlerinin ve süreçlerinin iki organizasyonuna yer verilmiştir.	Sistem bileşenlerinin ve süreçlerinin yalnızca bir organizasyonuna yer verilmiştir.	Sistem bileşenlerine ve süreçlerine dair bir organizasyona yer verilmemiştir.
SDB-5 Sistem içindeki dinamik ilişkileri tanıma	Sistem içindeki dinamik ilişkilerin üçüne de yer verilmiştir.	Sistem içindeki dinamik ilişkilerin ikisine yer verilmiştir.	Sistem içindeki dinamik ilişkilerin yalnızca birine yer verilmiştir.	Sistem içindeki herhangi bir dinamik ilişkiye yer verilmemiştir.
SDB-6 Sistemin döngüsel doğasını anlama	Sistemin döngüsel doğasına dair üç ilişkiye de yer verilmiştir.	Sistemin döngüsel doğasına dair iki ilişkiye yer verilmiştir.	Sistemin döngüsel doğasına dair yalnızca bir ilişkiye yer verilmiştir	Sistemin döngüsel doğasına dair herhangi bir ilişkiye yer verilmemiştir.

Ek-10 Yarı Yapılandırılmış Görüşme Soruları Değerlendirme Rubriği

SDB Basamağı	Gelişmiş (3)	Gelişmekte Olan (2)	Yeni Ortaya Çıkan (1)	Farkındalık Yok (0)
SDB-7 Genellemeler yapma	Sisteme dair dört ya da beş genelleme yapılmıştır.	Sisteme dair iki ya da üç genelleme yapılmıştır.	Sisteme dair yalnızca 1 veya geniş çaplı bir genelleme yapılmıştır.	Sisteme dair herhangi bir genelleme yapılmamıştır.
SDB-8 Sistemin gizli boyutlarını anlama	Sisteme dair dört gizli boyuta da yer verilmiştir.	Sisteme dair iki ya da üç gizli boyuta yer verilmiştir.	Sisteme dair yalnızca bir gizli boyuta yer verilmiştir.	Sisteme dair herhangi bir gizli boyuta yer verilmemiştir.
SDB-9 Zamansal düşünme	Sistemin geleceğine dair dört olası ihtimale de yer verilmiştir.	Sistemin geleceğine dair iki ya da üç olası ihtimale yer verilmiştir.	Sistemin geleceğine dair yalnızca bir olası ihtimale yer verilmiştir.	Sistemin geleceğine dair olası herhangi bir ihtimale yer verilmemiştir.



GAZİLİ OLMAK AYRICALIKTIR…