



**SİSTEM DÜŞÜNCESİ TEMELLİ ÇEVRE
EĞİTİMİNİN ELEŞTİREL DÜŞÜNME,
ÜSTBİLİŞSEL FARKINDALIK VE PROBLEM
ÇÖZME BECERİ ALGILARI ÜZERİNDEKİ
ETKİSİ**

Arzu DERYA TAŞÇI

Doktora Tezi

Eğitim Bilimleri Ana Bilim Dalı

2024

(Her hakkı saklıdır.)

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
EĞİTİM BİLİMLERİ ANA BİLİM DALI
EĞİTİM PROGRAMLARI VE ÖĞRETİM BİLİM DALI

**SİSTEM DÜŞÜNCESİ TEMELLİ ÇEVRE EĞİTİMİNİN ELEŞTİREL DÜŞÜNME,
ÜSTBİLİŞSEL FARKINDALIK VE PROBLEM ÇÖZME BECERİ ALGILARI
ÜZERİNDEKİ ETKİSİ**

(The Effect of Systems Thinking Based Environmental Education on Critical Thinking,
Metacognitive Awareness and Problem Solving Skill Perceptions)

DOKTORA TEZİ

Arzu DERYA TAŞÇI

Danışman: Prof. Dr. Adnan KÜÇÜKOĞLU

Eş Danışman: Prof. Dr. Hasret NUHOĞLU

Erzurum
Haziran, 2024

KABUL VE ONAY TUTANAĞI

Arzu DERYA TAŞÇI tarafından hazırlanan “Sistem Düşüncesi Temelli Çevre Eğitiminin Eleştirel Düşünme, Üstbilişsel Farkındalık ve Problem Çözme Beceri Algıları Üzerindeki Etkisi” başlıklı çalışması 10/01/2024 tarihinde yapılan tez savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak jürimiz tarafından Eğitim Bilimleri Ana Bilim Dalı, Eğitim Programları ve Öğretim Bilim Dalında doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı:	Prof. Dr. Erdoğan KÖSE <i>Akdeniz Üniversitesi</i>	Aslı ıslak imzalıdır
Danışman:	Prof. Dr. Adnan KÜÇÜKOĞLU <i>Atatürk Üniversitesi</i>	Aslı ıslak imzalıdır
Jüri Üyesi:	Prof. Dr. Kerim GÜNDOĞDU <i>Aydın Adnan Menderes Üniversitesi</i>	Aslı ıslak imzalıdır
Jüri Üyesi:	Prof. Dr. Ali Osman ENGİN <i>Atatürk Üniversitesi</i>	Aslı ıslak imzalıdır
Jüri Üyesi:	Doç. Dr. Sinan KOÇYİĞİT <i>Atatürk Üniversitesi</i>	Aslı ıslak imzalıdır
İkinci Tez Danışmanı	Prof. Dr. Hasret NUHOĞLU <i>Maltepe Üniversitesi</i>	Enstitü Yönetim Kurulunun 16/09/2020 tarih ve 56785782- 300-E.2000226304 sayılı kararı.

Bu tezin Atatürk Üniversitesi Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili maddelerinde belirtilen şartları yerine getirdiğini onaylarım.

.... / / 2024

Aslı ıslak imzalıdır

Prof. Dr. Adnan KÜÇÜKOĞLU

Enstitü Müdürü

ETİK VE BİLDİRİM SAYFASI

Doktora Tezi olarak sunduğum “Sistem Düşüncesi Temelli Çevre Eğitiminin Eleştirel Düşünme, Üstbilişsel Farkındalık ve Problem Çözme Beceri Algıları Üzerindeki Etkisi” başlıklı çalışmanın tarafımdan bilimsel etik ilkelere uyularak yazıldığını ve yararlandığım eserleri kaynakçada gösterdiğimi beyan ederim.

10 / 01 / 2024

Aslı ıslak imzalıdır

Arzu DERYA TAŞÇI

☐ Tezle ilgili patent başvurusu yapılması / patent alma sürecinin devam etmesi sebebiyle Enstitü Yönetim Kurulunun/....../.... tarih ve sayılı kararı ile teze erişim 2 (iki) yıl süreyle engellenmiştir.

☐ Enstitü Yönetim Kurulunun/....../.... tarih ve sayılı kararı ile teze erişim 6 (altı) ay süreyle engellenmiştir.

TEŞEKKÜR

Doktora öğrenim sürecim boyunca desteğini ve anlayışını hiç esirgemeyen, karşılaştığım güçlüklerde yoluma devam edebilmem için beni cesaretlendiren değerli danışman hocam Prof. Dr. Adnan KÜÇÜKOĞLU'na teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca tez çalışması sürecimde deneyimlerini benimle paylaşan, önerileri ile yolumu aydınlatan eş danışman hocam Prof. Dr. Hasret NUHOĞLU'na teşekkürlerimi sunuyorum.

Tezimin başlangıç aşamasından itibaren değerli görüş ve önerileri ile beni motive eden, çalışmama yön veren tez izleme komitesindeki saygıdeğer hocalarım Prof. Dr. Ali Osman ENGİN'e ve Doç. Dr. Sinan KOÇYİĞİT'e teşekkürlerimi sunarım.

Tez savunma jürimde bulunan değerli hocalarım, Prof. Dr. Erdoğan KÖSE ve Prof. Dr. Kerim GÜNDOĞDU'na değerli fikirleriyle tezime katkıda bulundukları için teşekkürlerimi sunarım.

Doktora sürecim boyunca yanımdaki varlıkları ile desteklerini her daim hissettiğim, tezimin her aşamasında akademik görüşlerine başvurduğum değerli hocalarım Doç Dr. Şule FIRAT DURDUKOCA'ya ve Doç Dr. Arzu ÖNEL'e teşekkür ederim. Ayrıca tez sürecim boyunca beni motive eden, önerileri ile yol gösteren değerli arkadaşım Dr. Öğr. Üyesi Zehra Sedef KORKMAZ'a teşekkür ederim. Eğitimde Sistem Düşüncesi ailesinin değerli üyeleri Emre GÖKTEPE ve Prof. Dr. Ülkem YARARBAŞ'a etkinlik geliştirme sürecindeki desteklerinden dolayı çok teşekkür ederim.

Bu meşakkatli yolculukta anlayışını ve sabrını benden esirgemeyen, varlığı ile beni cesaretlendiren değerli eşim Adem TAŞÇI'ya, hayattaki en büyük şansım sevgili kızım Aysima TAŞÇI'ya minnettarım.

Arzu DERYA TAŞÇI

DOKTORA TEZİ

SİSTEM DÜŞÜNCESİ TEMELLİ ÇEVRE EĞİTİMİNİN ELEŞTİREL DÜŞÜNME,
ÜSTBİLİŞSEL FARKINDALIK VE PROBLEM ÇÖZME BECERİ ALGILARI
ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

Arzu DERYA TAŞÇI

Haziran 2024, 207 Sayfa

Amaç: Araştırmada, sistem düşüncesi temelli çevre eğitiminin ortaokul öğrencilerinin eleştirel düşünme, üstbilişsel farkındalık ve problem çözme becerilerine yönelik algıları üzerindeki etkisinin ve sürece yönelik öğrenci görüşlerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

Yöntem: Araştırmada nitel ve nicel yöntemlerin birlikte kullanıldığı karma yöntem araştırması kullanılmıştır. Çalışma 2021-2022 eğitim öğretim yılının ikinci döneminde Kars'ta resmî bir ortaokulda gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın çalışma grubu belirlenirken amaçlı örnekleme yöntemlerinden ölçüt örnekleme kullanılmıştır. Bu yöntem kapsamında, ortaokul kademesinde seçmeli çevre eğitimi dersi açılan okullar ve bu okullarda öğrenim gören yedinci sınıf öğrencileri ölçüt olarak belirlenmiştir. Seçmeli çevre eğitimi dersini alan iki yedinci sınıf şubesinden biri deney diğeri kontrol grubu olarak belirlenmiştir. Araştırmanın veri toplama araçlarını eleştirel düşünme becerileri ölçeği, çocuklar için üstbilişsel farkındalık ölçeği, problem çözme becerisi algı ölçeği, yarı yapılandırılmış görüşme formu ve öğrenci günlükleri oluşturmuştur. Araştırmanın nicel veri analizi için bağımlı ve bağımsız gruplar için t testi kullanılmıştır. Nitel verilerin analizi için ise öğrenci görüşmelerinden ve günlüklerinden elde edilen verilere betimsel analiz yapılmıştır.

Bulgular: Araştırmanın nicel veri analizinden deney grubu ve kontrol grubu öğrencileri arasında eleştirel düşünme becerileri açısından anlamlı farklılık olmadığı belirlenmiştir. Ancak deney grubu öğrencilerinin problem çözme becerisine yönelik algı ile üstbilişsel farkındalık son test puanlarının deney grubu lehine anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Nitel veri analiz bulgularında ise; sistem düşüncesi temelli çevre eğitimi etkinliklerinin öğrencilerin eleştirel düşünme, üstbilişsel farkındalık ve problem çözme becerilerine yönelik algılarını geliştirmeye katkısı olduğu belirlenmiştir. Ayrıca deney grubu öğrencilerinin sistem düşüncesi temelli çevre eğitimi uygulamalarına yönelik görüşlerinin olumlu yönde olduğu belirlenmiştir.

Sonuçlar: Sistem düşüncesi temelli çevre eğitimi etkinliklerinin ortaokul öğrencilerinin eleştirel düşünme becerileri üzerinde etkili olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Ancak bu etkinliklerin öğrencilerin üstbilişsel farkındalık ve problem çözme becerilerine yönelik algıları üzerinde etkili olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. Ayrıca öğrencilerin uygulama sürecine yönelik görüşleri neticesinde, sistem düşüncesinin öğrencilerin eleştirel düşünme, üstbilişsel farkındalık ve problem çözme becerilerinin gelişimine olumlu yönde katkı sağladığı sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: sistem düşüncesi, çevre eğitimi, üst düzey düşünme, ortaokul öğrencileri

ABSTRACT

DOCTORAL DISSERTATION

THE EFFECT OF SYSTEMS THINKING BASED ENVIRONMENTAL EDUCATION ON CRITICAL THINKING, METACOGNITIVE AWARENESS AND PROBLEM SOLVING SKILL PERCEPTIONS

Arzu DERYA TAŞÇI

June 2024, 207 Pages

Purpose: The research aimed to examine the effect of systems thinking-based environmental education on secondary school students' perceptions of critical thinking, metacognitive awareness and problem-solving skills, and student opinions about the process.

Method: Mixed methods research, in which qualitative and quantitative methods were used together, was used in the research. The study was conducted in a public secondary school in Kars in the second semester of the 2021-2022 academic year. Criterion sampling method, one of the purposeful sampling methods, was used when determining the study group of the research. Within the scope of this method, schools offering elective environmental education courses at secondary school level and seventh grade students studying in these schools were determined as criteria. One of the two seventh grade classes taking the elective environmental education course was determined as the experimental group and the other as the control group. The data collection tools of the research were critical thinking skills scale, metacognitive awareness scale for children, problem-solving skill perception scale, semi-structured interview form and student diaries. For the quantitative data analysis of the study, t test for dependent and independent groups was used. For the analysis of qualitative data, descriptive analysis was conducted on the data obtained from student interviews and diaries.

Findings: From the quantitative data analysis of the research, it was determined that there was no significant difference in critical thinking skills between the experimental group and control group students. However, it was determined that the perception of problem solving skills and metacognitive awareness posttest scores of the experimental group students were significantly higher in favor of the experimental group. In the qualitative data analysis findings; It has been determined that systems thinking-based environmental education activities contribute to improving students' perceptions of critical thinking, metacognitive awareness and problem-solving skills. In addition, it was determined that the experimental group students' opinions about systems thinking-based environmental education practices were positive.

Conclusions: It was concluded that systems thinking-based environmental education activities were not effective on the critical thinking skills of secondary school students. However, it was revealed that these activities were effective on students' perceptions of metacognitive awareness and problem-solving skills. In addition, as a result of the students' opinions about the application process, it was concluded that system thinking positively contributed to the development of students' critical thinking, metacognitive awareness and problem-solving skills.

Keywords: systems thinking, environmental education, higher order thinking, secondary school students

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY TUTANAĞI.....	i
ETİK VE BİLDİRİM SAYFASI.....	ii
TEŞEKKÜR	iii
ÖZ.....	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
TABLolar DİZİNİ.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
KISALTMALAR VE SİMGELER DİZİNİ	xii
BİRİNCİ BÖLÜM.....	13
Giriş	13
Araştırmanın Amacı	16
Araştırmanın Önemi ve Gerekçesi	16
Varsayımlar	19
Araştırmanın Sınırlılıkları	19
Tanımlar	19
İKİNCİ BÖLÜM	21
Kuramsal Çerçeve ve İlgili Araştırmalar	21
Sistem Düşüncesinin Tanımı.....	21
Sistem Düşüncesi Becerileri	23
Sistem Düşünürü Alışkanlıkları	28
Sistem Düşüncesinin Felsefi Altyapısı	31
Sistem Düşüncesinin Eğitim Alanında Kullanımı	34
Sistem Düşüncesi ve Sistem Dinamiği Arasındaki İlişki.....	39
Sistem Düşüncesi Araçları	40
Zaman Boyunca Davranış Grafikleri	43
Stok-Akış Diyagramları	43
Nedensel Döngü Diyagramları.....	44
Sistem Düşüncesi Araçlarının Sınıf Ortamında Uygulanışı.....	45
Sistem Düşüncesi ve Çevre Eğitimi Arasındaki İlişki	47
Sistem Düşüncesi ile Üst Düzey Düşünme Becerileri Arasındaki İlişki	49
İlgili Araştırmalar.....	51
Sistem Düşüncesi ile İlgili Yapılan Deneysel Çalışmalar	68

Sistem Düşüncesi ile İlgili Eğitim Alanında Yapılan Literatür Derleme Çalışmaları	69
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM.....	73
Yöntem	73
Araştırmanın Yöntemi.....	73
Araştırmanın Deseni.....	74
Çalışma Grubu	78
Veri Toplama Araçları	79
Nicel Veri Toplama Araçları.....	79
Nitel Veri Toplama Araçları	81
Araştırma Süreci.....	82
Hazırlık Süreci	84
Pilot Uygulama Süreci	84
Deneysel İşlemler.....	86
Verilerin Toplanması	87
Verilerin Analizi.....	89
Nicel Verilerin Analizi	89
Nitel Verilerin Analizi.....	89
Araştırmacının Rolü	90
Geçerlik ve Güvenirlik.....	91
DÖRDÜNCÜ BÖLÜM	93
Bulgular	93
Birinci Araştırma Sorusuna İlişkin Bulgular.....	93
İkinci Araştırma Sorusuna İlişkin Bulgular	94
Üçüncü Araştırma Sorusuna İlişkin Bulgular	95
Dördüncü Araştırma Sorusuna İlişkin Bulgular.....	96
Öğrenciler ile Gerçekleştirilen Görüşmelerden Elde Edilen Bulgular.....	96
Öğrenci Günlüklerinden Elde Edilen Bulgular	108
BEŞİNCİ BÖLÜM	124
Sonuç ve Tartışma	124
Eleştirel Düşünme Becerisine İlişkin Sonuç ve Tartışma	124
Problem Çözme Becerisine Yönelik Algıya İlişkin Sonuç ve Tartışma	126
Üstbilişsel Farkındalığa İlişkin Sonuç ve Tartışma	129
Araştırmanın Uygulama Sürecine İlişkin Ulaşılan Sonuçları	131
Öneriler.....	133
Uygulama Sürecine Yönelik Öneriler.....	133

Araştırmacılara Yönelik Öneriler.....	133
KAYNAKÇA	134
EKLER	151
EK-1. Cornell Eleştirel Düşünme Testi Akademik Kullanım İzni ve Soru Örnekleri..	151
EK-2. Çocuklar İçin Üstbilişsel Farkındalık Ölçeği ve Kullanım İzni	154
EK-3. Problem Çözme Becerilerine Yönelik Algı Ölçeği ve Kullanım izni	156
EK-4. Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu	158
EK-5. Öğrenci Günlüğü Soruları	159
EK-6. Uygulama İzni	160
EK-7. Kontrol Grubu Ders Planları	161
EK-8. Deney Grubu Etkinlik Planları	174
EK-9. Kullanılan İstatistiksel Analiz Tekniklerine Yönelik Varsayımlar	188
EK-10. Eğitimde Sistem Düşüncesi Uygulayıcı Eğitimi Katılım Belgesi.....	191
EK-11. Uygulama Süreci İlişkin Örnekler	192
EK-12. Uygulama Sürecine Yönelik Fotoğraflar.....	199
EK- 13. Etik Bildirim Belgesi	203
ÖZGEÇMİŞ.....	204

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1. <i>Sistem Düşüncesi Becerilerini Geliştirilmeye Yönelik Araştırmaların Örneklem, Konu Alanı, Amaçlarına Göre Dağılımı</i>	53
Tablo 2. <i>Araştırmanın Yarı Deneysel Araştırma Süreci</i>	77
Tablo 3. <i>Deney ve Kontrol Gruplarına İlişkin Demografik Bilgiler</i>	78
Tablo 4. <i>Deney ve Kontrol Gruplarının Eleştirel Düşünme, Problem Çözme Becerisine Yönelik Algı, Üstbilişsel Farkındalık Ölçeği Ön Test Puanlarına İlişkin Sonuçlar</i>	79
Tablo 5. <i>Pilot Uygulama Sürecine Dair Bulgular</i>	85
Tablo 6. <i>Deneysel İşlemlere Yönelik İş-Zaman Takvimi</i>	87
Tablo 7. <i>Etkinliklerin Gerçekleştirildiği Haftalara Göre Öğrencilerin Günlük Yazma Durumları</i>	88
Tablo 8. <i>İç Geçerliği Sağlamak Amacıyla Yapılan Çalışmalar</i>	91
Tablo 9. <i>Dış Geçerliği Sağlamak Amacıyla Yapılan Çalışmalar</i>	92
Tablo 10. <i>Araştırmanın Nitel Boyutuna Yönelik Geçerlik ve Güvenirlikle İlgili Alınan Önlemler</i>	92
Tablo 11. <i>Deney ve Kontrol Grubunun Eleştirel Düşünme Becerileri, Üstbilişsel Farkındalık ve Problem Çözme Becerilerine Yönelik Algı Ölçeği Son Test Sonuçlarına İlişkin Bulgular</i>	93
Tablo 12. <i>Deney Grubunun Eleştirel Düşünme Becerileri, Üstbilişsel Farkındalık ve Problem Çözme Becerilerine Yönelik Algı Ölçeği Ön Test ve Son Test Sonuçlarına İlişkin Bulgular</i>	94
Tablo 13. <i>Kontrol Grubunun Eleştirel Düşünme Becerileri, Üstbilişsel Farkındalık ve Problem Çözme Becerilerine Yönelik Algı Ölçeği Ön Test ve Son Test Sonuçlarına İlişkin Bulgular</i>	95
Tablo 14. <i>Öğrencilerin Çevre Eğitimi Dersi Süresince Kendilerini Nasıl Hissettiğine Dair Bulgular</i>	97
Tablo 15. <i>Öğrencilerin Sistem Düşüncesi Temelli Çevre Eğitimi Dersinin Akademik, Sosyal, Duygusal Açından Katkılarına Yönelik Görüşlerine İlişkin Bulgular</i>	98
Tablo 16. <i>Sistem Düşüncesi Yaklaşımının Diğer Yöntemlere Benzeyen Yönlerine İlişkin Bulgular</i>	100
Tablo 17. <i>Sistem Düşüncesi Temelli Dersi Diğer Derslerden Ayıran Yönlerine İlişkin Bulgular</i>	100
Tablo 18. <i>Öğrencilerin En Sevdikleri Sistem Düşüncesi Temelli Etkinliklere İlişkin Bulgular</i>	103

Tablo 19. <i>Öğrencilerin Sevdiği Etkinliği Diğerlerinden Ayıran Özelliklerine İlişkin Bulgular</i>	104
Tablo 20. <i>Öğrencilerin Keyif Almadığı Etkinlik Olup Olmadığına Dair Bulgular</i>	105
Tablo 21. <i>Öğrencilerin Sistem Düşüncesinin Uygulanmasını İstediği Derslere Yönelik Bulgular</i>	105
Tablo 22. <i>Öğrencilerin Sistem Düşüncesinin Farklı Derslerde Uygulanmasını İsteme Sebeplerine İlişkin Bulgular</i>	106
Tablo 23. <i>Öğrencilerin Sistem Düşüncesi Temelli Çevre Eğitiminden Öğrendiklerini Günlük Hayatta Uygulanmasına İlişkin Bulgular</i>	107
Tablo 24. <i>Öğrencilerin Derste Neler Öğrendiğine İlişkin Kodlar</i>	108
Tablo 25. <i>Etkinliklerin Gerçekleştirildiği Haftalara Göre Öğrencilerin Derste Ne Hissettiğine İlişkin Bulgular</i>	113
Tablo 26. <i>Etkinliklerin Gerçekleştirildiği Haftalara Göre Öğrencilerin Derse Yönelik Olumlu Düşüncelerine İlişkin Bulgular</i>	116
Tablo 27. <i>Öğrencilerin Derste Öğrendiklerini Günlük Hayatta Kullanma Şekillerine Yönelik Bulgular</i>	119

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Barry Richmond'ın Sistem Düşüncesi Beceri Listeleri.....	23
Şekil 2. Sistem Düşüncesi Becerileri İlişki Diyagramı (Göktepe, 2020)	27
Şekil 3. Sistem Düşünürü Alışkanlıkları (Eğitimde Sistem Düşüncesi Derneği, 2021)	29
Şekil 4. Buz Dağı Modeli (Eğitimde Sistem Düşüncesi Derneği, 2021)	41
Şekil 5. Sistem Düşüncesi Araçları (Eğitimde Sistem Düşüncesi Derneği, 2021).....	42
Şekil 6. Zaman Boyunca Davranış Grafiği (Eğitimde Sistem Düşüncesi Derneği, 2021).....	43
Şekil 7. Stok-Akış Diyagramı ve Küvet Örneği (Eğitimde Sistem Düşüncesi Derneği, 2021).44	
Şekil 8. Pekiştirici Döngü Örneği (Nuhoğlu, 2008).....	45
Şekil 9. Dengeleyici Döngü Örneği (Nuhoğlu, 2008)	45
Şekil 10. Sistem Düşüncesi ile İlgili Yayın Kategorileri	51
Şekil 11. Araştırmanın Deseni	75
Şekil 12. İç İç Karma Desenin Aşamaları	76
Şekil 13. Nitel Veri Toplama Araçlarının Geliştirilme Basamakları.....	81
Şekil 14. Araştırma Süreci	83
Şekil 15. Betimsel Analizin Aşamaları	90

KISALTMALAR VE SİMGELER DİZİNİ

CEDTD-X	: Cornell Eleştirel Düşünme Testi Düzey X
CLE	: Creative Learning Exchange
Llab	: Learning Laboratories
MIT	: Massachusetts Teknoloji Enstitüsü
NGSS	: Next Generation Science Standards
NRC	: National Research Council
OU	: Open University
STELLA	: System Thinking Educational Learning Laboratory
STH	: Sistem Düşüncesi Hiyerarşisi
UNESCO	: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
WoS	: Web of Science

BİRİNCİ BÖLÜM

Giriş

Dünya toplumsal, ekonomik ve çevresel alanda yoksulluk, iklim değişikliği, çevre kirliliği gibi pek çok dinamik ve karmaşık sorunları barındırmaktadır. Üstelik küreselleşme, teknoloji ve iletişimdeki gelişmelerin gün geçtikçe artması bu karmaşıklığın boyutlarını da gözler önüne sermektedir. Yirmi birinci yüzyılın bu karmaşık sorunlarına karşı sürdürülebilir çözümler üretebilmek için sorunları ortaya çıkaran öğeleri ve bu öğeler arasındaki ilişkiler ağını iyi anlamak gerekir. Bu noktada sistem düşüncesi hem bilim insanları hem toplum için ekonomik, toplumsal ve çevresel sorunların çözümünde gerekli yeni bir düşünme biçimi olarak değerlendirilmektedir (Capra & Luisi, 2014; Clancy vd., 2008; Hmelo vd., 2000; Lyneis & Fox-Melanson, 2001; Maani & Maharaj, 2004; Meadows, 2008; National Research Council [NRC], 2010; Ormancı vd., 2018; Plate, 2010; Rodriguez vd., 2015; Schoen & Fusarelli, 2008; Senge, 1993).

Sistem düşüncesi araştırmacılar tarafından farklı şekillerde tanımlanan, oldukça geniş bir kavramdır. Arnold ve Wade (2015) alan yazınındaki sistem düşüncesi tanımlarını inceleyerek “sistem düşüncesi, sistemleri tanımlama, sistem davranışlarını tahmin etme ve istenen etkileri üretmek için sistemlerde değişiklikler tasarlamayı sağlayan bir dizi analitik beceridir” (s. 7) şeklinde bir tanımlama yapmışlardır. Bu yeni düşünme şeklini tanımlamak için birçok çalışma, bakış açısı ve eser kaleme alınmış olsa da sistem düşüncesi her şeyden önce bilimsel bir paradigma olarak kabul edilmektedir (Hossain vd., 2020).

Sistem düşüncesi yaklaşımının bilim tarihinde hangi bilimsel düşüncenin evrimi sonucu ortaya çıktığını bilmek, sistem düşüncesi felsefesinin ve bakış açısının daha iyi anlaşılmasına yardımcı olacaktır. Öncelikle, eski çağlardan 1500’lü yıllara kadar bilimin felsefik bir uğraş olduğu görülmektedir. 1500-1700 yılları arasında ise bir sistemi onu oluşturan parçalara ayırarak ayrı ayrı analiz eden, mekanik veya indirgemeci bakış açısı olarak nitelendirilen bilimsel bir paradigmanın hüküm sürdüğünden bahsedilmektedir. Ancak, zaman ilerledikçe bu paradigmanın modern dünyanın yarattığı pek çok karmaşık sorunu anlamakta yetersiz kaldığı kabul edilmiştir (Sayılı, 1999). 19. ve 20. yüzyıllara gelindiğinde ise özellikle biyoloji alanında ortaya çıkan organizmik düşünce ve kaos teorisi çalışmaları, mekanik veya indirgemeci paradigmanın yavaş yavaş etsini yitirmesine, 1940 sonrasında ise sistem düşüncesi dönemi

olarak kabul edilen yeni bir dönemin başlamasına olanak sunmuştur (Erkenekli, 2011; Tecim, 2004). 1990 yılında sistem bilimci Peter Senge'nin bir milyondan fazla satış yapan "The Fifth Discipline: The Art and Practice of the Learning Organization" isimli kitabı ile sistem düşüncesi kavramının çok daha geniş kitleler tarafından fark edilmesini sağlamıştır. Sistem düşüncesi zamanla sistem mühendisliği, işletme, ekonomi, çevre bilimi, politika, yönetim, sağlık ve eğitim gibi farklı alanlardaki uygulayıcıların ve araştırmacıların dikkatini ve ilgisini çeken, üzerinde çok çeşitli uygulamaların yapıldığı bir çalışma alanı hâline gelmiştir (Hossain vd., 2020). Bu gelişmeleri sağlayan nedenlerden biri sistem düşüncesinin sosyal ve çevresel gerçekliğe geçmiş yıllardan daha uygun olduğu, bir diğeri ise geleceğe dair olası sistem davranışlarının tahmin edilmesini sağlayan analitik araçlara sahip olduğu biçiminde yorumlanmaktadır (Hogan, 2000).

Sistem düşüncesi son yıllarda özellikle eğitim sistemlerini geliştirme çabalarına da adapte edildiği ve bu alandaki bilimsel çalışmaların sayısının da gün geçtikçe arttığı görülmüştür (Benson, 2007). Bilim insanı Senge (1993) sistem düşüncesinin eğitim alanındaki önemi vurgularken; mevcut eğitim sistemlerinin erken yaşlardan itibaren öğrencilere karmaşık problemleri anlamak için dünyayı küçük parçalara ayırmaları gerektiğini öğrettiği yönünde eleştirmektedir. Bilim insanı ayrıca bu durumun bireylerin eylemlerinin sonuçlarını görememesine, daha büyük bir bütünle olan içsel bağlantı duygusunun kaybedilmesine sebep olduğunu da vurgulamaktadır. Alan yazınındaki birçok çalışma öğrencilerin sistem düşüncesi ile meşgul olmadıklarında, karşılaştıkları bir sorunu doğrusal, tek yönlü ve sadece görünür değişkenler arasındaki doğrusal ilişkiler açısından düşünme eğilimi sergilediklerini, bu tek yönlü nedensel düşünme biçiminin de karmaşıklıkla baş etmedeki zorluğunu ortaya çıkarmıştır (Covitt vd, 2009; Goldstone & Wilensky, 2008; Hmelo-Silver vd., 2017; Hogan, 2000; Jacobson & Wilensky, 2006; Jordan vd., 2013; Reiner & Eilam, 2001; Shepardson vd., 2014; Sommer & Lücken, 2012; Sweeney & Serman, 2007; Yoon, 2008).

Sistem düşüncesi ise öğrencilerin bütünü (sorun, sistem, olay veya varlık) çoklu perspektiflerden görmelerini, bileşenler arasındaki etkileşimleri, kalıpları ve karşılıklı ilişkileri tanımlarını, bileşenlerin neden-sonuç ilişkilerini zamansal ve mekânsal boyutlar açısından görmelerini sağlamaktadır (Sweeney, 2000; Sweeney & Serman, 2007). Bunların yanı sıra alan yazını sistem düşüncesi öğrencilerin eleştirel düşünme, karar verme ve problem çözme (Hammond, 2003; Lyneis & Fox-Melanson, 2001; Mandinach & Cline, 1994; Senge, 1993; Senge vd., 2014; Waddock, 2006) ile üstbilişsel farkındalık becerileri (Schaffernicht & Groesser, 2016; Schoenfeld, 2016) gibi üst düzey düşünme becerilerini de geliştirdiğini vurgulamaktadır.

Öğrenmeyi analitik veya doğrusal olandan (problemleri parçalara ayırma) bütünsel ve sezgisel olana (karmaşık bütünle başlama) dönüştürmek için öğrencilerin sistem düşüncesi becerilerinin geliştirilmesi gerekmektedir. Sistem düşüncesi diğer düşünme yöntemleri ile karşılaştırıldığında, doğası gereği sezgisel veya doğuştan gelen bir düşünme yaklaşımı olarak kabul edilmemektedir. Yani, bireyler bir konuyu ele alırken o konunun tüm bileşenlerini ve bunların birbirleriyle olan ilişkilerini düşünemeyebilirler (Hiller vd., 2012). Bu durum, öğretmenlerin eğitim ortamlarında öğrencilerinin sistem düşüncesi becerilerini geliştirmek için çaba sarf etmelerini gerektirmektedir (Hung, 2008; Monat & Gannon 2015).

Sistem düşüncesi çalışmaları eğitimin tüm alanları ile ilişkilendirilebilir. Gittikçe karmaşık hâle gelen dünya sorunlarında, belki de en önemli çalışma alanlardan biri olarak çevre eğitimi görülebilir. Çünkü çevre bilimi doğası gereği bir sistem bilimidir ve birçok karmaşık olaydan (örneğin ekosistemler, doğal döngüler, kaynakların birikimi ve yönetimi ve enerji transferi) oluşmaktadır. Çevre bilimindeki sistemlerin karmaşıklığı, sistemlerin hareketleri ve bu hareketliliğin doğurabileceği sonuçların tahmin edilmesinin güçlüğü değerlendirildiğinde, sistem düşüncesinin çevre eğitimi açısından ne kadar değerli olduğu aşikârdır (Grant, 1998).

Çevre eğitiminde dinamik ilişkileri anlamak çok önemlidir. Çevresel sorunları anlamak için sistemler içinde ve arasında yaygın olan etkileşimlere dair bir anlayışa sahip olmak gerekmektedir. Bu aynı zamanda farklı zamansal ve mekânsal ölçekler arasındaki, insanlar ve çevreleri arasındaki, sistemler ve alt sistemler arasındaki etkileşimleri de kapsamaktadır. Bu etkileşimler genellikle doğrusal tek boyutlu değil, çok yönlü pekiştirici ve dengeleyici döngüleri içermektedir (Rempfler & Uphues, 2012). Sistem düşüncesi sahip olduğu görsel araçları, büyük resmi görmeyi sağlayan senaryoları ve modellemeleri aracılığıyla öğrencilere çevresel sistemlerin görünmeyen yönlerini keşfetme fırsatı sağlamaktadır. Böyle bir yaklaşım, çevresel sistem içindeki sürdürülebilirliğe veya çöküşe yol açması muhtemel değişkenlerin ve ilişkilerin belirlenmesine yardımcı olmaktadır. Böylelikle çevre eğitimi öğrencilerin sistem düşüncesi becerilerinin geliştirilmesine imkân sağlamaktadır (Lezak & Thibodeau, 2016; Onat vd., 2017).

Sistem düşüncesinin eğitim alanındaki ve özellikle çevre eğitimi açısından katkıları değerlendirildiğinde öğretmenlerin her geçen gün sistem düşüncesini derslerine uyarlamaya çalıştığı; aynı zamanda eğitim araştırmacılarının da sistem düşüncesinin öğrencilerin düşünme becerileri üzerindeki etkisini incelemeye devam ettikleri görülmektedir. Bu çabalara rağmen, güncel alan yazınında sistem düşüncesinin öğrencilerin öğrenme süreçleri üzerindeki yararları veya sonuçları hakkında çok az sayıda deneysel araştırma olduğu vurgulanmaktadır (Hopper & Stave, 2008).

Bu noktadan hareketle gerçekleştirilen çalışmanın problem cümlesi “Sistem düşüncesi temelli çevre eğitiminin ortaokul öğrencilerinin eleştirel düşünme, üstbilişsel farkındalık ve problem çözme beceri algıları üzerindeki etkisi ve sürece ilişkin öğrenci görüşleri nelerdir?” şeklinde belirlenmiştir.

Araştırmanın Amacı

Araştırmanın amacı, sistem düşüncesi temelli çevre eğitiminin ortaokul öğrencilerinin eleştirel düşünme, üstbilişsel farkındalık ve problem çözme beceri algıları üzerindeki etkisinin ve sürece yönelik öğrenci görüşlerinin incelenmesidir.

Araştırma Soruları

Yukarıda verilen genel amaç doğrultusunda aşağıdaki alt sorular çalışmaya ışık tutmuştur:

1. Uygulama sonrası deney ve kontrol grubu öğrencilerinin;
 - a. Eleştirel düşünme becerileri,
 - b. Üstbilişsel farkındalık,
 - c. Problem çözme becerilerine yönelik algıları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
2. Deney grubu öğrencilerinin uygulama öncesi ve sonrası;
 - a. Eleştirel düşünme becerileri,
 - b. Üstbilişsel farkındalık,
 - c. Problem çözme becerilerine yönelik algıları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
3. Kontrol grubu öğrencilerinin uygulama öncesi ve sonrası;
 - a. Eleştirel düşünme becerileri,
 - b. Üstbilişsel farkındalık,
 - c. Problem çözme becerilerine yönelik algıları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
4. Deney grubu öğrencilerinin sistem düşüncesi temelli çevre eğitimi dersi uygulama sürecine yönelik görüşleri nelerdir?

Araştırmanın Önemi ve Gerekçesi

Sistem düşüncesinin sürekli değişim ve gelişim hâlinde olan dünyada yeni bir öğrenme yolu sunduğu kabul edilen bir gerçekliktir. Benzer şekilde pek çok araştırmacı ve sistem bilimi uzmanı da önümüzdeki yüzyılın karmaşıklığıyla başa çıkmada sistem düşüncesinin rolünün önemli olduğu konusunda hemfikirdir (Arnold & Wade, 2015; Boardman & Sauser, 2008; Nuhoğlu, 2014). Bu yeni öğrenme yolu, bireylerin farklı bilim dalları arasında bağlantılar kurabilmelerine, bilimsel gelişmelerin temelinde yatan evrensel yasaları kavrayabilmelerine,

doğanın ve toplumun nasıl değiştiğine dair anlayış geliştirmelerine imkân sağlamaktadır (Sarybekov vd., 2008).

Sistem düşüncesi, karmaşık sistemlerin daha algılanabilir olmasını, olayların nedenlerinin tek bir kaynaktan beslenmediğini, sebep ve sonucun birbirini tetiklediğini, karmaşık ilişki ağlarının istenmedik veya amaçlanmayan sistem davranışlarına yol açtığını anlamayı sağlamaktadır. Böylelikle, sistem düşüncesini tanıyan ve uygulayan birey, karmaşık sistemlerle ilgili gerçekleştireceği müdahalelerde mümkün olduğunca bütünü dikkate alacak ve sınırlı çözümler olmaması için gayret gösterecektir (Nuhoğlu, 2008). Bu sayede, birey nerede çalışırsa çalışsın veya ne yaparsa yapsın her zaman bir sistemin (akademik, ekonomik, sosyal, çevresel vb.) bileşeni olduğunun farkında olacak; kendi faaliyet ve kararlarının verimliliğinin bu sistemin yapısını ve mantığını ne kadar iyi anladığına bağlı olduğunu bilecektir (Pushkar & Potrashkova, 2008, Akt., Abdyrov vd., 2016).

Sistem düşüncesini bilen bireylerin yetiştirilmesi hiç şüphesiz eğitim alanında bu konuda gerçekleştirilen faaliyetler ile mümkün olacaktır. Alan yazını incelendiğinde öğrencilerin karmaşık sistemleri anlama becerilerini geliştirme ihtiyacının 1950'li yılların başlarında ortaya çıktığı görülmektedir (Arnold & Wade, 2015). Sistem düşüncesi aynı zamanda bu karmaşık sistemleri anlamak, tüm sistemleri ve bir sistemdeki ögeler arasındaki birbirine bağıllığı analiz etmek için kullanılan bir öğrenme ve öğretme stratejisidir. Çoğu zaman bu karmaşıklık, iklim değişikliği gibi çevre bilimleri ve sosyal bilimler arasındaki çoklu mekânsal ve zaman ölçeğindeki etkileşimle ilgili sorunları içermektedir (Cox vd., 2019).

Reshetova (2002), öğrenme sürecinde sistem düşüncesinin ilkeleri ile ifade edilen bilimsel genellemelerin öğrencilerin düşünme becerilerinin şekillenmesinde önemli rolü olduğunu vurgulamaktadır. Yazar ayrıca sistem düşüncesinin öğretim sürecinde bir yöntem olarak kullanılması gerektiğini, böylelikle bir yandan öğrenciler sistem düşüncesi becerilerini kazanırken, diğer yandan da bu becerilerini uygulama fırsatına sahip olabileceklerini belirtmektedir. Bu süreç, öğrencilerin öğrenilen konuyla ilgili kendilerini daha bilgili, eleştirel ve güçlü hissetmelerini sağlayacaktır (Thornton vd., 2004).

Sistem düşüncesinin öğrenme öğretme sürecine dâhil edilmesi ile elde edilen çıktılar incelendiğinde; sistem düşüncesinin öğrencilerin akademik başarı puanlarını artırdığı (Riess & Mischo, 2010), eleştirel düşünme becerisini geliştirdiği (Karlsson vd., 2000), daha derin öğrenme fırsatları sağladığı (Forrester, 2016; Liu vd., 2005; Wylie vd., 1998) yönünde bulgulara rastlamak mümkündür. Ayrıca çok uzun süredir Waters Vakfı (2012) tarafından öğretmenlerden okul bölgelerine kadar farklı ölçeklerdeki çalışma gruplarının sistem düşüncesiyle elde ettikleri kazanımları açığa çıkarmak için çalışmalar yürütülmektedir. Vakıf,

eğitimcilere ve politika yapıcılara yönelik sistem düşüncesinin öğrenme ortamlarındaki yararlarına ilişkin kanıt oluşturmak amacıyla elde ettiği çalışma sonuçlarını bir araya getirmiştir. Çok çeşitli demografik özelliklere sahip öğrencilerin yer aldığı çalışmalar neticesinde, sistem düşüncesinin yararlarına ilişkin şu bulgular belirtilmiştir:

- ✓ Düşünceyi görünür hâle getirmesi: Öğrenciler karmaşık sistemlere ilişkin anlayışlarını açığa çıkarmak ve onları görsel olarak resmetmek için sistem düşüncesi araçlarını kullanırlar. Bu görsel yaklaşım, öğrencilerin düşüncelerle, algılarla ve zihinsel modellerle hassas ve net bir şekilde etkileşime girmesine ve bunları keşfetmesine olanak tanımaktadır.
- ✓ Bağlantı kurması: Sistem düşüncesi araçları, öğrencilerin öğretim deneyimleri ile yaşam deneyimleri arasında bağlantı kurmalarına yardımcı olmaktadır.
- ✓ Problem çözme becerisi: Her yaştan öğrenci sistem düşüncesi problem çözme stratejilerini öğrenir ve bağımsız olarak kullanır.
- ✓ Okuyucu ve yazar geliştirmesi: Sistem düşüncesi kavramları ve araçları, öğrencilerin okuyucu ve yazar olarak gelişmelerine yardımcı olur.
- ✓ Katılımı artırması: Sistem düşüncesi kavramlarını ve araçlarını kullanan birçok öğrencinin sınıf içindeki motivasyonu, derse katılımı ve özgüveni artmaktadır.

Waters Vakfı, eğitiminde sistem düşüncesinin yaygınlığını artırmak, öğrencilere ve öğretmenlere akademik ve yaşam boyu fayda sağlamak, sistem düşüncesi düzeyinde problem çözme teşvik etmek amacıyla 1980'lerden bu yana öğretmenler, okullar ve okul bölgeleriyle birlikte çalışmalarını yürütmektedir. Fakat, her geçen gün eğitim araştırmacıları ve politika yapıcıları arasında sistem düşüncesine yönelik ilgi artıyor olsa da (Jacobson & Wilensky, 2006; NRC, 2010; Verhoeff vd., 2018), eğitim ortamlarında sistem düşüncesinin tutarlı bir kavramsallaştırma sorunu bulunduğu açıktır (Verhoeff vd., 2008).

Eğitimin diğer tüm alanlarında olduğu gibi özellikle çevre eğitimi alanında da sistem düşüncesini temele alan yeterli eğitim materyalleri ve değerlendirme araçlarının olmadığına dikkat çekilmekte; sistem düşüncesi aracılığıyla öğrenmenin yararları veya sonuçları hakkında çok az deneysel araştırma olduğu vurgulanmaktadır (Mandinach & Cline, 1994; Nuhoğlu, 2008; Sweeney & Serman, 2007; Zaraza & Fisher, 1999). Üstelik alan yazınında sistem düşüncesi ile ilgili elde edilen öğrenme çıktılarının çoğunun gözlemlenen öğretmenlerin görüşlerinden oluştuğu belirtilmektedir (LaVigne, 2009). Diğer yandan ise uluslararası alan yazınında sistem düşüncesine yönelik yapılan eğitim ile ilgili çalışmalar belli bir ivme kazanmışken, ülkemizde ise bu konuda çok daha eksiklikler olduğu (Ormancı vd., 2018) açıktır.

Alan yazınında sistem düşüncesinin teorik, uygulamadaki, eğitim ve öğrencilere sunduğu katkılardan yola çıkıldığında; yapılan çalışmanın, sistem düşüncesinin kavramsallaştırılması, çevre eğitime farklı bir bakış açısı sağlaması, sistem düşüncesi ile ilgili eğitim materyallerinin geliştirilmesi, sistem düşüncesini dersleriyle bütünleştirmek isteyen öğretmenlere rehber olması, sistem düşüncesi uygulamalarının farklı değişkenler açısından etkililiğinin belirlenmesi bakımından hem ulusal hem de uluslararası alan yazınında kendine bir yer bulacağı düşüncesi ile değerli görülebilir.

Varsayımlar

1. Araştırma süreci boyunca araştırmaya dâhil olan çalışma gruplarının uygulanan ölçme araçlarına samimi ve objektif olarak yanıt verdikleri varsayılmaktadır.
2. Ortaokul yedinci sınıf öğrencilerinin araştırma süreci boyunca deneyimledikleri etkinlikleri dikkatli bir biçimde ve amacı doğrultusunda gerçekleştirdikleri kabul edilmektedir.

Araştırmanın Sınırlılıkları

1. Araştırma 2021-2022 eğitim-öğretim yılında öğrenim gören ortaokul yedinci sınıf öğrencileri ile sınırlıdır.
2. Araştırma toplam 13 haftalık süre ile sınırlıdır.
3. Araştırma, araştırmacı tarafından geliştirilen sistem düşüncesi temelli çevre eğitimi etkinlikleri ile sınırlıdır.
4. Araştırma, araştırma sürecinde yararlanılan veri toplama araçları ile sınırlıdır.

Tanımlar

Sistem dinamiği: Bir sistemin içindeki stokları, akışları, geri bildirim döngülerini, sistemin zaman içindeki davranışını anlamaya yönelik geliştirilmiş bir yöntemdir. Sistem dinamiği, matematik, fizik ve mühendislik gibi alanlarda kullanımının yanı sıra, insan davranışları da dâhil olmak üzere, bilişsel ve sosyal psikoloji, ekonomi veya diğer sosyal bilimlerde de kullanılmaktadır (Stermann, 2000).

Stok-akış diyagramları: Stok akış diyagramları bir sistemde zamanla hangi faktörlerin veya stokların arttığını ve / veya azaldığını göstermektedir. Stok, sistemin hâlihazırdaki durumunu gösteren değişkenler için kullanılan bir kavramdır ve sistem içindeki temel birikim olarak kabul edilmektedir (Barlas, 2005; Martin, 1997; Stermann, 2000).

Nedensel döngü: Nedensel döngü, dinamik bir sistem içindeki etkileşimleri, hangi etmenin diğerinde değişime neden olduğunu, sistem bileşenlerinin karşılıklı bağlantılarını ifade etmektedir (Senge vd., 2014).



İKİNCİ BÖLÜM

Kuramsal Çerçeve ve İlgili Araştırmalar

Bu bölümde, sistem düşüncesinin tanımına, felsefi alt yapısına, sistem düşüncesinin eğitim alanında kullanımına, sistem düşüncesi ile çevre eğitimi arasındaki ilişkiye, sistem düşüncesi ile üst düzey düşünme becerileri arasındaki ilişkiye, sistem düşüncesi becerilerine, sistem düşünürü alışkanlıklarına, sistem düşüncesi araçlarına ve alan yazını taraması yapılarak oluşturulan ilgili araştırmalara yer verilmiştir.

Sistem Düşüncesinin Tanımı

Sistem düşüncesinin alan yazınında yer alan tanımları incelendiğinde ‘büyük resim düşüncesi’, ‘bütünsel düşünme’, ‘çok boyutlu düşünme’, ‘sistemsal düşünme’, ‘sistematik düşünme’ ve ‘sistem dinamikleri’ gibi farklı kavramlarla ifade edildiği görülmüştür (Elmas vd., 2021; Hossain vd., 2020). ‘Systems thinking’ kavramı ilk olarak Barry Richmond tarafından 1987 yılında bir paradigma ve dünya görüşü olarak kullanılmıştır. Richmond (1994) sistem düşüncesini, “bir sistemin altındaki yapıyla ilgili derin bir anlayış geliştirerek, sistemin davranışları hakkında güvenilir çıkarımlar elde etme sanatı ve bilimi” (s. 13) biçiminde tanımlamaktadır. Bilim insanı, sistem düşüncesini benimseyen insanların kendilerini hem ormanı hem de ağaçları görebilecekleri şekilde konumlandıklarını vurgulamaktadır.

Peter Senge ise 1990 yılında bir milyondan fazla satış yapan “The Fifth Discipline: The Art and Practice of the Learning Organization” isimli kitabı aracılığı ile sistem düşüncesi kavramının çok daha geniş kitleler tarafından fark edilmesini sağlamıştır. Senge, sistem düşüncesi kavramını tanımlarken ‘kişisel ustalık’, ‘zihinsel model’, ‘paylaşılan vizyon’ ve ‘takım hâlinde öğrenme’ şeklindeki dört disiplini bir arada tutan beşinci bir disiplin olarak nitelendirmiştir. Yazar ayrıca sistem düşüncesini, bütünün görülmesini sağlayan bir disiplin; şeylerden daha çok karşılıklı ilişkileri; durağan anlık görüntülerden ziyade değişim kalıplarını görmeyi sağlayan bir çerçeve olarak tanımlamaktadır (Senge, 2014).

Sistem düşüncesi alanındaki diğer önemli araştırmacılardan Sweeney ve Sterman (2000) ise benzer biçimde sistem düşüncesini bir sanat olarak nitelendirerek; dinamik karmaşıklığı hem kavramsal hem de grafiksel olarak (örneğin, bir sistemin etkenlerinin zaman içinde etkileşiminden ortaya çıkan davranışlar) gösterme ve değerlendirme yeteneği şeklinde tanımlamışlardır. O’Connor ve McDermott (2008) ise sistem düşüncesini olayların

gözlemlenen düzenlerinin veya kalıplarının anlamını ve iç mantığının görülmesine ve anlaşılmasına yardımcı olan bir yaklaşım şeklinde tanımlamaktadır. Böylelikle kendimizi geleceğe hazırlayabileceğimizi ve onu belirli bir dereceye kadar etkileyebileceğimizi, bunun da bir anlamda durumu kontrol altında tutabileceğimiz anlamına geldiğini vurgulamışlardır (O'Connor & McDermott, 2008).

Squires vd. (2011, s. 4) ise sistem düşüncesini sistem üzerindeki değişimin etkisini güvenilir bir biçimde tahmin etmeye yardımcı olan düşünme yeteneği olarak tanımlamışlardır. Araştırmacılar ayrıca sistem düşüncesi ile ilgili özellikleri şu şekilde listelemişler:

- ✓ Çoklu bakış açılarının birleştirmek,
- ✓ Bir sistemin sınırları veya boyutunun net olmadığı bir alanda çalışmak,
- ✓ Bir sistemin çeşitli işlevsel durumlarını fark etmek,
- ✓ Sistemin içindeki ilişkileri ve karşılıklı bağımlılıkları tespit etmek,
- ✓ Karmaşık sistemlerin davranışları hakkında fikir yürütmek,
- ✓ Herhangi bir değişimin sistemi nasıl etkilediğine dair güvenilir tahminlerde bulunmak.

Mehren vd. (2018, s. 701) tarafından ise karmaşık sistemleri anlamak için önemli ortak sistem ilkelerini şu şekilde sıralanmıştır:

- ✓ Sistemler, karmaşık gerçekliklerin modelleridir,
- ✓ Yapısal ve davranışsal karmaşıklık gösterirler, ortaya çıkan etkilerin yanı sıra doğrusal ve doğrusal olmayan etkileşimleri de ortaya koyarlar,
- ✓ Açıkırlar ve çevreleriyle etkileşime girerler,
- ✓ Kalıpları kendi kendini organize etmektedir, yani sistem modellerinin açıkça bir hedef durum için çabalamadan oluştuğu anlamına gelmektedir.

Yukarıda görüldüğü gibi araştırmacılar tarafından sistem düşüncesinin tam olarak neyi ifade ettiği konusunda bazı farklılıklar olsa da (Buckle & Chen, 2012; Fanta vd., 2019; Grohs vd., 2018) sistem düşüncesinin çoğunluk tarafından kabul edilen birkaç temel ilkesi bulunmaktadır. Bunlar şu şekilde belirtilebilir (Checkland, 1999; Richmond, 1993; Sweeney & Sterman, 2007):

- ✓ İndirgemeciliğin aksine bütüncüllüğe vurgu,
- ✓ Genişletilmiş bir nedensellik kavramı (karmaşık sistemlerdeki belirli sonuçlardan genellikle çok sayıda etkileşimli değişkenin sorumlu olduğu gerçeği)
- ✓ Sistemlerin sürekli olarak öngörülebilir ve öngörülemeyen şekillerde değiştiğinin fark edilmesidir.

Sistem Düşüncesi Becerileri

Sistem düşüncesi de diğer üst düzey düşünme becerileri gibi, karmaşıklığa karşı çok yönlü açıklamalar yapma yeteneğine sahip olmayı, muhakeme ve belirsizlik içeren durumlarda öz-düzenleme yeteneğini kullanmayı, düzensizlik içinde yapıyı bulmayı ve üretken olmayı gerektirmektedir (Resnick, 1987). Tam da bu noktada sistem düşüncesi becerileri, karmaşık sistemlerin işlev ve davranışlarının yanı sıra karmaşık olguları (örneğin, ekosistemler, ayın evresi oluşumu, su döngüsü, karbon döngüsü ve enerji transferi) öğretmek için gerekli olan eğitimin temel bir bileşeni olarak karşımıza çıkmaktadır (Evagorou vd., 2009). Bu nedenle araştırmacılar ve eğitimciler özellikle ekoloji, yer bilimleri, coğrafya ve çevre öğretimi alanlarında bilime dayalı bir dünya görüşü ile sosyal ve çevresel süreçlere aktif katılımlarını sağlamak için öğrencilere sistem düşüncesi becerilerini edinme fırsatı sağlamalıdır (Hogan & Thomas, 2001; Klopfer & Squire, 2008; Stieff & Wilensky, 2003; Wilensky & Reisman, 2006).

Sistem düşüncesi alanı öncülerinden Richmond (1990/2000) tarafından yapılan sistem düşüncesi beceri listesi incelendiğinde bilim insanının zamanla bu listede bazı değişiklikler yaptığı görülmüştür.

Şekil 1. Barry Richmond'ın Sistem Düşüncesi Beceri Listeleri

1990	2000
Dinamik düşünce	Dinamik düşünce
Bilimsel düşünce	Bilimsel düşünce
Genelleyici düşünce	Orman düşüncesi
İşlemsel düşünce	İşlemsel düşünce
	Nicel düşünce
Yapısal düşünce	Neden olarak sistem düşüncesi
	Kapalı döngü düşüncesi

Şekil 1 incelendiğinde yazarın beceri listesinde ‘dinamik düşünce’ ve ‘bilimsel düşünce’ boyutunda bir değişiklik olmadığı, ‘genelleyici düşünce’ kavramının ‘orman düşüncesi’ olarak değiştirildiği görülmektedir. Ayrıca ‘işlemsel düşünce’ ve ‘yapısal düşünce’ de ‘nicel düşünce’, ‘neden olarak-sistem’ ve ‘kapalı-döngü düşüncesi’ şeklinde ayrı ayrı beceriler şeklinde sıralanmaktadır. Richmond yaptığı bu düzenleme ile içeriği değiştirilmekten ziyade yeniden düzenleyerek daha önemli olduğunu düşündüğü becerileri ön plana çıkartmıştır (Göktepe, 2022).

Sweeney ve Stermann (2000) sistem düşüncesini kavramını açıklarken, bir sistem içindeki öğeleri ve bağlantıları tanımlamanın yanı sıra dinamik karmaşıklık kavramını da eklemişlerdir. Araştırmacılar, sistem düşüncesinin bir yönünün de kelimeleri ve grafikleri kullanarak, bir sistemdeki dinamik karmaşıklığın görüntüsünden ve değerlendirilmesinden bahsetmek olduğunu vurgulamışlardır. Bu tanımdan yola çıkarak sistem düşüncesi becerilerini şu şekilde ifade etmişlerdir:

- ✓ Stok ve akış ilişkilerini belirlemek,
- ✓ Gecikmeleri belirleme ve sistem üzerindeki olası etkilerini tahmin etmek,
- ✓ Bir sistemin gözlenen davranışları için geri besleme döngülerini belirlemek,
- ✓ Doğrusal olmayan ilişkileri belirlemek,
- ✓ Hem zihinsel hem de biçimsel modellerin sınırlarını tanımlamak,
- ✓ Dinamik karmaşıklığın farklı yönlerinin etkileşimleri nedeniyle bir sistemin belirli davranış kalıplarını düşünmek.

Alan yazınında sistem düşüncesi üzerine birçok çalışmaları bulunan Ben-Zvi-Assaraf ve Orion (2005) ise sistem düşüncesi becerilerini tanımlamak için ‘Hiyerarşik Sistem Düşüncesi Modeli’ adını verdikleri bir model geliştirmişlerdir. Araştırmacılar geliştirdikleri bu model aracılığıyla sistem düşüncesi becerisi içeren sekiz özellik belirlemişlerdir. Bunlar; sistemin sahip olduğu bileşenleri ve sistemi içeren süreçleri tanıma becerisi, sistemin içerdiği bileşenler arasındaki bağlantıları tanımlama becerisi, bağlantılar arasındaki süreci ve sistemin içerdiği bileşenleri örgütlenme becerisi, sisteme ilişkin genelleme yapabilme becerisi, sistemin sahip olduğu dinamik bağlantıları tanıma becerisi, sistemin görünmeyen boyutlarını fark etme, sistemdeki döngüsel doğayı kavrama becerisi, zamana dair düşünme, geçmişten yola çıkarak geleceğe dair tahminde bulunma becerisi şeklindedir.

Hopper ve Stave (2008) ise sistem düşüncesinin eğitim alanındaki etkisini değerlendirebilmek ve ölçmek amacıyla sistem düşüncesi taksonomisi oluşturmuşlardır. Taksonomi oluşturulurken sistem dinamiği alanındaki çalışmalardan ve sistem düşüncesi eğitmenleri ile yapılan görüşmelerden elde edilen verilerden yararlanılmıştır. Yazarlar öncelikle sistem düşünürünü betimleyen özellikleri belirlemeye ve bir kişinin sistem düşüncesi beceri seviyesini ölçmek için bir yöntem tanımlamaya odaklanmışlardır. Sistem düşüncesiyle ilgili bir konferansta yaklaşık 75 kişiden oluşan K-12 sistem düşüncesi eğitmeni ile anket ve görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Yapılan çalışma neticesinde sistem düşüncesinin yedi seviye bileşeni etrafında fikir birliği oluşmuştur. Ayrıca yazarlar öğrencilerin bir seviyeyi tamamladıklarında göstermeleri gereken beceriler ile bu becerilerin nasıl ölçülebileceğini de

belirtilmişlerdir. Hopper ve Stave (2008) tarafından oluşturulan sistem düşüncesi bileşenleri ve bu bileşenlerin özellikleri şu şekildedir:

1. Bağlantıların fark edilmesi: Sistemin bütün olarak görülmesini, sistem içindeki karşılıklı bağlantıların fark edilmesini ve sistem parçalarının bütünle nasıl ilişkili olduğunun anlaşılmasını içerir.
2. Geri bildirimin tanımlanması: Sistemi oluşturan parçalar arasındaki sebep-sonuç ilişkilerinin tanımlanmasını, nedensel ilişki döngülerinin açıklanmasını, geri bildirim sebepleri olan kapalı nedensel döngülerin fark edilmesini içerir.
3. Dinamik davranışın anlaşılması: Sistemin ürettiği davranış kalıplarını oluşturan geri bildirim yapılarını anlamayı içerir.
4. Stok ve akıştaki farklılaşmasının anlaşılması: Bir sistem içindeki farklı değişkenlerin nasıl çalıştığının anlaşılmasını içerir.
5. Kavramsal model hazırlayabilme: Sistem davranışlarını nedensellik, geri bildirim ve değişken kavramları ile açıklayabilmeyi gerektirir.
6. Simülasyon yardımıyla model oluşturabilme: Sistem bağlantılarını matematiksel terimler yardımıyla hazırlayarak simülasyon modelleri oluşturma becerisini içerir.
7. Politikaların test edilmesi: Sistem davranışının anlaşılmasında simülasyon modellerinin kullanılmasını, değer ve yapı parametrelerinde oluşan değişikliklerin sistemsal etkilerinin test edilmesini içerir.

Vachliotis vd. (2014) ise sistem düşüncesinin bir sistemin temel bileşenlerini analiz etme, bu bileşenleri anlamlı bir bütün hâlinde sentezleme ve sistemi organize etme becerileri ile ilgili olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılar sistem düşüncesini açıklarken aşağıda belirtilen üç aşamadan yararlanmışlardır:

1. Aşama: Birbiri ile ilgisi olmayan kavramların veya bağlantıların tanımlanmış bir kavramsal sistem aracılığı ile açıklığa kavuşturulmasıdır.
2. Aşama: Etkileşime sahip olduğu düşünülen iki veya daha fazla bileşenin, bütün sistemin parçası olan daha geniş bir kavramsal alt sistem olarak formüle edilmesidir.
3. Aşama: Bütün kavramsal sistemin tanımlanması yani anlamlı bir bütün içeren alt sistemlerin ve bütün karşılıklı ilişkilerin fark edilmesidir.

Karaarslan (2016) ise sistem düşüncesini sürdürülebilir kalkınma çerçevesinde değerlendirerek on iki tane sistem düşüncesi becerisi tanımlamıştır. Bunlar; sürdürülebilirliğin kapsamının belirlenmesi, doğanın bir sistem olarak görülmesi, bir sistemin bileşenlerinin belirlenebilmesi, sürdürülebilirliğin alt boyutları arasındaki ilişkilerin analiz edilebilmesi, gizli bileşenlerin fark edilebilmesi, sistem içinde kendi sorumluluğunun farkında olunması, geçmiş,

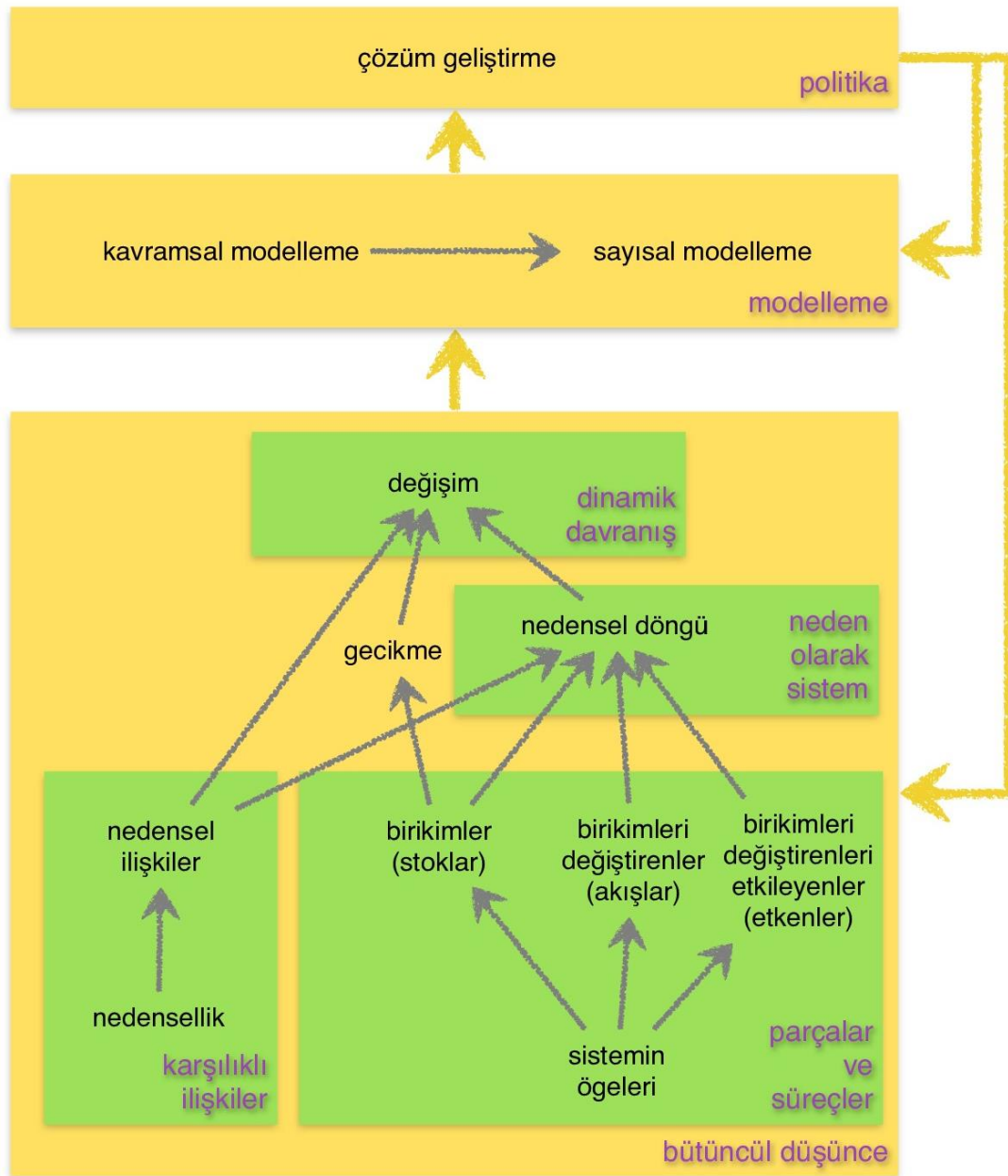
gelecek ve günümüz arasındaki ilişkinin fark edilmesi, bir sistemin döngüsel doğasının fark edilmesi, çevresindeki diğer kişilerle empati kurabilmesi, çevresindeki diğer canlılarla empati kurabilmesi, mekan algısının gelişmesi, bireyin sistem düşüncesi bakış açısını yaşamına uyarlayabilmesi şeklinde belirtilmiştir.

Alan yazınında sistem düşüncesi becerileri ile ilgili birçok fikir olmasına rağmen, üç temel beceri ile ilgili fikir birliği olduğu gözlenmektedir. Bunlar; sistem organizasyonunu belirlemek, sistem davranışını analiz etmek ve sistemi modellemektir:

1. Sistem organizasyonunu belirlemek: Karmaşık sistemleri anlamak için öğrencilerin bir sistem olarak organizasyonu açısından karmaşık bir gerçeklik alanını tanımlamaları ve ilgili bileşenleri ve kalıpları tanımlayabilmeleri gerektiği gerçeğine hitap etmektedir (Ben-Zvi-Assaraf & Orion, 2005; Sweeney & Serman, 2007; Mehren vd., 2018; Snapir vd., 2017; Tripto vd., 2017).
2. Sistem davranışını analiz etmek: Sistemin özelliklerini, işlevlerini ve davranışlarını tanımlayarak sistem davranışını analiz etmektir. Bu, sistem geliştirme ve işlevsel süreçlerin analizini ve ayrıca sistemin tanımlanmış unsurları arasındaki hem doğrudan hem de dolaylı neden-sonuç ilişkilerinin analizini içermektedir (Hokayem & Gotwals, 2016; Mehren vd., 2018; Sommer & Lücken, 2010).
3. Sistemi modellemek: Sistemin varsayılan hedef durumlarını modellemek için gereken becerileri tanımlamaktadır (Eilam & Reisfeld, 2017; Mehren vd., 2018; Snapir vd., 2017; Tripto vd., 2017).

Göktepe (2020) ise sistem düşüncesi becerileri ile ilgili gerçekleştirilen bilimsel çalışmaları belirli özellikleri açısından inceleyerek sistem düşüncesi beceri çerçevesi oluşturmuştur. Sistem düşüncesi beceri çerçevesinin nedensel ilişkiler, sistemin öğeleri, nedensel döngüler, zaman boyunca değişim, kavramsal modelleme, sayısal modelleme ve sürdürülebilir çözüm öğelerinden oluştuğu görülmektedir. Göktepe (2020) tarafından oluşturulan sistem düşüncesi becerilerinin ilişki diyagramı Şekil 2’de yer almaktadır.

Şekil 2. *Sistem Düşüncesi Becerileri İlişki Diyagramı (Göktepe, 2020)*



Şekil 2 incelendiğinde, Göktepe (2020) sistem düşüncesi beceri çerçevesini tanımlarken, tüm öğelerin nedensel ilişkilerin kavranması üzerine kurulu olduğunu vurgulamaktadır. Yazar, nedenselliğin anlaşılmadan, diğer hiçbir ögenin gelişmeyeceğine hatta var olmasının bile beklenemeyeceğine dikkati çekmektedir. Ancak nedensel ilişkilerden sonra sistem öğelerinin anlaşılması; stok, akış, etken gibi öge türlerinin fark edilmesi gerekmektedir. Böylelikle bir sistemin anlaşılmasını sağlayan iki becerinin kazanılmış olduğunu vurgulamaktadır. Sonraki aşamada ise nedensel döngü oluşturan/oluşturmayan bu nedensel ilişkilerin zaman boyunca değişime sebep olduğu anlaşılmalıdır. Aşağıda Göktepe (2020)

tarafından yapılan araştırma sonucunda sistem düşüncesi ile ilgili belirlediği yedi temel beceriye yer verilmiştir:

1. Nedensel ilişkileri kurabilme: Sistemi meydana getiren ögelerin arasındaki nedensel ilişkilerin keşfedilmesi,
2. Sistem ögelerini açıklayabilme: Sistemi meydana getiren ögelerin; stok, akış ve etken olarak tespit edilmesi,
3. Nedensel döngüleri keşfetme: Sistem içindeki nedensel döngülerin keşfedilmesi,
4. Zaman boyunca değişimi fark etme: Belirli bir zaman boyunca sistemde oluşan değişimi, bu değişimin altındaki neden-sonuç ilişkilerini, döngüleri ve gecikmeleri açıklayabilmesi,
5. Kavramsal modelleme oluşturabilme: Bir sisteminin bütünü görmeyi sağlayan kavramsal modelinin oluşturulması,
6. Sayısal modelleme hazırlayabilme: Kavramsal bir modelin denklemler aracılığı ile ögeleri arasındaki ilişkilerin açıklanması ve amaca uygun şekilde sayısal bir modele dönüştürülmesi,
7. Sürdürülebilir çözüm üretme: Kavramsal veya sayısal modellemeler yardımıyla herhangi bir soruna yönelik sürdürülebilir çözüm önerileri geliştirilmesi.

Sistem Düşünürü Alışkanlıkları

Öğretmenler sınıflarında öğrencilerinin sistem düşüncesi becerilerini geliştirmeye çalışırken, sistem düşüncesinin yol gösterici ilkelerini kapsayan bir dizi düşünme alışkanlığını da pekiştirmektedirler. Sistem düşünürleri, sorunları ve/veya olguları karmaşık, doğrusal olmayan bir perspektiften görmek ve bir sistemin birbirine bağlı bileşenleri arasındaki kalıpları ve ilişkileri belirlemeye çalışmaktadırlar (Leischow & Milstein, 2006). Üstelik Waters Center for Systems Thinking tarafından bir sistem düşünürünün sahip olması beklenen ve ‘sistem düşünürü alışkanlıkları’ şeklinde ifade edilen toplam 14 alışkanlık belirlenmiştir. Sistem düşünürü alışkanlıkları Eğitimde Sistem Düşüncesi Derneği (2021) tarafından Şekil 3’te ki gibi görselleştirilmiş ve açıklanmıştır.

Şekil 3. Sistem Düşünürü Alışkanlıkları (Eğitimde Sistem Düşüncesi Derneği, 2021)

1.Büyük Resim 	<i>“Büyük resmi anlamaya çalışır”</i> Sistem düşünürü “geriye çekilerek” sistemin dinamiklerini ve parçaları arasındaki karşılıklı ilişkileri inceler. Böylelikle bir ağacın ayrıntılarından ziyade, ormanı görür.	
2.Zaman Boyunca Değişim 	<i>“Sistem öğelerinin zaman içinde değişerek nasıl örüntüler ve eğilimler oluşturduğunu gözlemler.”</i> Sistem düşünürü, zaman boyunca değişim grafiği gibi araçlardan yararlanarak örüntü ve eğilimleri kaydeder ve gözlemler. Bu grafikler sayesinde sistemin yapısını ve öğelerin birbirine bağımlılığını görmesi kolaylaşır.	
3.Sistemin Yapısı 	<i>“Sistem davranışının sistemin yapısından kaynaklandığını bilir.”</i> Sistem düşünürü, karmaşık sistemlerde sürdürülebilir değişim yaratabilmek için sistemin yapısının bilinmesi gerektiğinin farkındadır.	
4. Karşılıklı Bağımlılıklar 	<i>“Karmaşık neden sonuç ilişkilerinin döngüsel yapısını tanımlar”</i> Sistem düşünürü, dinamik sistemlerdeki neden-sonuç ilişkilerinin doğrusal olmaktan ziyade döngüsel biçimde olduğunu bilir.	
5. Bağlantılar 	<i>“Sistemlerin içinde ve aralarında anlamlı bağlantılar kurar.”</i> Sistem düşünürü sistemlerin içindeki ilişkileri daha iyi anlamak için yeni bilginin eski bilgiye, ekleme, değiştirme, dönüştürme ve birleştirme yolu ile nasıl bağlandığını dikkate alarak anlam yaratır.	
6. Farklı Bakış Açıları 	<i>“Daha iyi anlamak için farklı bakış açıları kullanır.”</i> Sistem düşünürü, dinamik bir sistemin nasıl çalıştığını anlayabilmek için, çevresindeki insanlarla işbirliği yaparak sisteme farklı açılardan bakar.	

Şekil 3. (Devamı)

7. Varsayımlar 	<i>“Varsayımları ortaya çıkarır ve test eder.”</i> Sistem düşünürü sistemle ilgili içgörü geliştirmek amacı ile tüm varsayımlarını titizlikle inceler.	
8. Kapsamlı Düşünme 	<i>“Konuyu kapsamlı şekilde düşünür ve hemen sonuca varma isteğine direnir.”</i> Sistem düşünürü sabırla herhangi bir eyleme geçmeden önce sistemin yapısını ve davranışlarını anlamak için yeteri kadar zaman ayırır. Çözümün hemen bulunamamasının gerginlik yaratacağının farkındadır ve sistem ile ilgili daha derin bir anlayış oluşuncaya kadar bu gerginliğe dayanabilir.	
9. Zihinsel Modeller 	<i>“Zihinsel modellerin mevcut gerçekliği ve geleceği nasıl etkilediğini düşünür.”</i> Herhangi bir durum içinde birey, olayları algılar, yorumlar ve böylece dünya ile ilgili bir resim, bir zihinsel model oluşturur. Zihinsel modeller, bazen yaşam boyu süren varsayımlar, inançlar, değerlerden oluşur. Sistem düşünürü zihinsel modellerin bakış açılarını ve bunun sonucunda eylemleri etkilediğinin farkındadır.	
10. Kaldıraç 	<i>“Olası kaldıraç noktaları bulmak için sistemin yapısını anlar”</i> Sistem düşünürü, sistemin yapısı, karşılıklı bağımlılıkları ve geri beslemelerini dikkate alarak istenen sonuçları ortaya çıkaracak en olası kaldıraç eylemi gerçekleştirir.	
11. Kısa ve Uzun Vadeli Sonuçlar 	<i>“Eylemlerin kısa erimli, uzun erimli ve amaçlanmamış sonuçlarını düşünür.”</i> Sistem düşünürü dinamik bir sistemi değiştirmeye yönelik herhangi bir eylemde bulunmadan önce, eylemin kısa ve uzun vadeli ve amaçlanmamış olası sonuçlarını değerlendirir.	
12. Birikme 	<i>“Birikmelere ve değişim hızlarına dikkat eder.”</i> Sistem düşünürü sistemin içindeki birikmeleri ve karşılıklı bağımlılıkları belirlemek için stok ve akış diyagramı veya sistem dinamikleri modeli gibi araçlar kullanabilir.	

Şekil 3. (Devamı)

13. Gecikmeler 	<i>“Neden sonuç ilişkilerini araştırırken gecikmeleri dikkate alır.”</i> Sistem düşünürü, karmaşık, dinamik bir sistemde herhangi bir eylem gerçekleştirildiğinde, sonucun bir süre sonra görüleceğini bilir. Sistem düşünürü bu gecikmelerin olası etkilerini dikkate alır.	
14. Giderek Yaklaşma 	<i>“Sonuçları kontrol eder ve gerekiyorsa eylemlerini değiştirir.”</i> Sistem düşünürü, sistemin istenen sonuçları üretmeyi sürdürmesi için, sistemin davranışlarını sürekli izler, değerlendirir ve gerektiğinde önlem alır.	

Sistem düşünürü alışkanlıkları; üzerinde çalışılan sisteme yönelik sorunların çözümünü ve yansıtıcı düşünmeyi gerektiren çeşitli stratejileri içermektedir. Alışkanlık kavramı bir şeyi sürekli yapmak biçiminde tanımlansa da sistem düşünürü alışkanlıkları düşünme biçimini sınırlandırmamakta aksine esnek düşünmeyi, yeni anlayışları ve farklı bakış açılarını keşfetmeyi özendirilmektedir (Göktepe, 2022).

Sistem Düşüncesinin Felsefi Altyapısı

Sistem düşüncesi, yeni ve bütünsel bir dille düşünmeyi, konuşma becerilerini şekillendiren bilişsel bir süreç olarak kabul edilmektedir. Her ne kadar bu yeni düşünme biçimini tanımlamak için birçok çalışma, bakış açısı ve eser kaleme alınmış olsa da (Hossain vd., 2020) sistem düşüncesi her şeyden önce bilimsel bir paradigmadır (Erkenekli, 2011). Bu kapsamda sistem düşüncesinin hangi bilimsel düşüncenin evriminin bir sonucu olduğunu bilmek, sistem dinamiklerinin ve sistem düşüncesi araçlarının daha iyi anlaşılmasına yardımcı olacaktır.

Bilim, milattan önceki yıllardan 1500’lü yıllara kadar uygulamaya yönelik bir araç veya varlığı/varoluşu kavramaya yönelik felsefi bir uğraş olarak iki şekilde değerlendirilmiştir. Ancak modern anlamdaki bilimsel anlayış konusu ve kullandığı yöntemler itibarıyla 1500’lü yıllarda doğmaya başlamıştır. Batı Avrupa’da özellikle kilise ve mistik öğretilere duyulan tepkiyle bu yıllardan başlayarak adım adım pozitif, mekanik veya indirgemeci bilim anlayışı geliştirilmiştir (Sayılı, 1999). Pozitif bilim anlayışı ile indirgemeci, parçalara bölünmüş, nesnel, her türlü insani duygulardan arındığını iddia eden, öngörme gücüne ve evrensel olma iddiasına sahip, dünyayı ve varlığı açıklamaya çalışan bir model kurulmaya çalışılmıştır (Erkenekli, 2011). Başka bir ifade ile 1500-1700 yılları arasındaki bilim anlayışında, evrenin mekanik

yasalar çerçevesinde bir makine gibi işlediğini iddia eden Newton'nun bakış açısı kabul görmüştür. Newton, evrenin mekanizmasını açıklarken mekanik kurallar geliştirmiş, tümevarım ve tümdengelim metotlarını sentezleyerek pozitif-mekanik bilim anlayışı geliştirmiştir. Pozitif-mekanik yöntemin en önemli özelliği, bilimin konusu ve yöntemini tamamen maddileştirilerek mekanik bir işleyişle incelemesidir (Bilmez, 2018).

Mekanik veya indirgemeci yöntem, bir sistemi onu oluşturan parçalara ayırmakta ve her parçayı anlamak için ayrı ayrı analiz etmektedir. Her bir parçanın bu analizinden de tüm sisteme dair bir anlayışı oluşturmaktadır. Analiz sürecinde indirgemeci yöntem bir başlangıç noktası olarak yararlı olabilir; hatta bir sistemin parçalarını basitleştirmenin ve anlamaya başlamanın bir yolu olarak da kabul edilebilir. Ancak, bir sistemi (birbiriyle ilişkili karmaşık bir bütünü) parçaları açısından açıklamak için indirgemeci yöntem başvurulduğunda yanılgıya düşülür (Bunge, 2000). Sistemler, yalnızca onu oluşturan parçaları inceleyerek anlaşılamaz; çünkü bir sistem parçalarının toplamından daha büyüktür (Dori vd., 2019). Başka bir ifade ile indirgemecilik, olguları onu oluşturan parçalara ayırarak ve daha sonra bu basit unsurları sebep ve sonuç açısından inceleyerek bilgi ve anlayış üretmektedir (Flood, 2010).

Pek çok düşünüre göre 1500-1700 yılları arasında oluşturulan pozitif-mekanik bilim paradigmasının sanayi devrimi, aydınlanma çağı ve Fransız Devrimi gibi birbirinden parlak üç gösterişli ürünü ortaya çıkmıştır. Ancak on dokuzuncu yüzyıla gelindiğinde, sanayileşme çevre kirliliğine ve toplumları birbirine kırdıran silahlanma yarışına dönüşmüştür (Erkenekli, 2011). Diğer bir ifade ile olguları onu meydana getiren parçalara bölerek, sebep ve sonuç ilişkisi açısından değerlendirmeye çalışan mekanik ya da indirgemeci düşünme biçimi sanayileşmenin ve kentleşmenin yarattığı karmaşık toplumsal sorunlara çözüm üretmede yetersiz kalmıştır (Capra & Luisi, 2014; Elmas vd., 2021; Flood, 2010).

19. ve 20. yüzyıllar da ise evrim teorisi, izafiyet, kuantum ve kaos kuramları gibi bilim dünyasında ses getiren gelişmelerin yaşanması sosyal bilimler alanında paradigma değişikliğine neden olmuştur. Bu gelişmeleri takip eden organizmik düşünce anlayışı ve kaos kuramı, makine çağının bitmesini, 1940 sonrasında ise sistem düşüncesi dönemi olarak nitelendirilecek yeni bir dönemin başlamasını sağlamıştır (Erkenekli, 2011; Tecim, 2004). Ancak sistem çağının düşünürlerinin, deneyci ve akılcı pozitif bilim ilkelerini muhafaza ederek, Newton'nun mekanik bilim paradigmasından organizmik bilim paradigmasına geçişi kolay olmamıştır. Orta Çağ'a göre daha karmaşık hâle gelen bu problemlerin çözümünde kullanılabilecek bilimsel ilkelerin kökleri Eski Yunan'a kadar giden organizmik düşüncede bulunduğu görülmüştür. Çünkü bu düşünce mekanik düşüncenin basitlik ilkesinin tersine, karmaşıklığı varlığın temel bir özelliği olarak ele almaktadır (Erkenekli, 2011).

İndirgemeci yaklaşımdan sistem düşüncesi anlayışına geçiş, muhtemelen bugün ve gelecekte dünyanın karşı karşıya olduğu karmaşık sorunları ele almaya yönelik en önemli adımlardan biridir. Sistem düşüncesi, parçalar arasındaki amaçlı etkileşimler ağının ve diğer şeylerin yanı sıra etkileşimlerin sonucunda bir sistemin nasıl ortaya çıktığının anlaşılmasına olanak tanımıştır (Dori vd., 2019; Taylor, 2020). Sistem düşüncesinde inanç, dünyanın sistemli olduğudur; bu inanç olguların birbiriyle ilişkili bir bütünün ortaya çıkan bir özelliği olarak anlaşıldığı anlamına gelmektedir (Flood, 2010). Bu çerçevede, sistem düşüncesi organizmik, bütüncül, insan ve toplum merkezli, mistik ve antik bilim ile bu bilim anlayışına tepki olarak doğan analitik, mekanik, rasyonel ve ampirik pozitif bilim anlayışının güçlü yönlerini sentezlemeye çalışmaktadır (Erkenekli, 2011).

Özellikle biyoloji alanında gerçekleştirilen çalışmalar, indirgemeci bakış açısının canlıların sistemlerinin anlaşılmasında yetersiz olduğu fikri sistem düşüncesinin temeli olarak kabul edilmektedir. Bu fikirden hareket ile Avustralyalı biyolog Ludwig von Bertalanffy, parçalı bakış açısına sahip olan indirgemeci yaklaşımın biyolojiye uygun olmadığına dikkati çekmiş; bu fikirlerini de 1937 yılında geliştirdiği ‘genel sistem teorisi’ ile ifade etmiştir (Elmas vd., 2021). Ayrıca Bertalanffy’ın insanının algılaması, öğrenmesi ve düşünmesinin de parçalara ayrılmadan bir bütün olarak değerlendirilmesi getirdiği gerektiği yönündeki görüşleri de Russell Ackoff’un ve Jay Forrester gibi birçok bilim insanına ilham olmuştur.

Bertalanffy’ın görüşlerini ifade etmesinin ardından yaklaşık on yıl kadar sonra Massachusetts Teknoloji Enstitüsünde (MIT) matematik ve felsefe alanında çalışmalar yapan bilim insanı Norbert Wiener, 2. Dünya Savaşı’nın sebep olduğu ortamdan, teknolojik ihtiyaçlardan ve gelişmelerden etkilenerek güdüm bilim (sibernetik) yaklaşımını geliştirmiştir. Çoğunlukla mühendislik alanının temelleri üzerine kurulu güdüm bilim yaklaşımı, canlı ve cansız varlıkların iletişim biçimlerini ve denetimlerini anlama üzerine odaklanmıştır. Hyötyniemi (2006) ise güdüm bilimi, gözlemlenen karmaşık davranışları, etkenler arasındaki karşılıklı ilişkileri ve geri besleme yapılarının neden olduğu dinamikleri anlama biçiminde tanımlamaktadır. Wiener’in çalışmalarının ardından ise bilgisayar mühendisliği alanında çalışmaları olan bilim insanı Jay Forrester, MIT bünyesinde sistem dinamikleri alanının temellerini oluşturmuştur. Sistem dinamikleri Forrester (2007) tarafından ekonomi, toplum, yönetim, çevre bilimi gibi karmaşık sistemlerin sahip olduğu dinamik sorunlara sürdürülebilir çözümler önermeyi sağlayan, bu amaç ile geliştirilmiş bir yaklaşım olarak tanımlanmaktadır.

Sistem düşüncesinin pek çok alanda yaygınlaşmasını ve gelişmesini sağlamak amacıyla iktisat, fizyoloji, fizik ve biyoloji gibi çeşitli disiplinlerden bilim insanları bir araya gelerek Genel Sistem Teorisi Derneği’ni kurmuşlardır. Bu gelişmelerin hepsi sistem düşüncesinin fizik

veya doğa bilimlerinin yanında sosyal bilimler alanındaki farklı disiplinlerin de bir araya getirilmesini, böylelikle yeni disiplinlerin ortaya çıkmasına da katkıda bulunmuştur (Tabak vd., 2011). Sistem düşüncesi zamanla sistem mühendisliği, işletme, ekonomi, çevre bilimleri, politika, yönetim, sağlık ve eğitim gibi farklı alanlardaki uygulayıcılar ve araştırmacılar tarafından dikkat ve ilgi çeken bir konu hâlini almıştır. Üstelik bu alanlarla ilgili sistem düşüncesine yönelik çok çeşitli uygulamalar yapılmaya başlanmıştır (Hossain vd., 2020). Sistem düşüncesinin özellikle eğitim alanındaki uygulamalarına dair gerçekleştirilen çalışmaların sayısının gün geçtikçe arttığı görülmektedir (Hmelo vd., 2000; Mambrey vd., 2020). Eğitimciler, bireylerin sistem düşüncesine ait kavramları tam olarak anladıklarında, bu yeni düşünme biçiminin sürdürülebilir bir gelecek yaratmadaki rolünün anlaşılacağına inanmaktadırlar (Ponto & Linder, 2011).

Sistem Düşüncesinin Eğitim Alanında Kullanımı

Sistem düşüncesi insanların iş birliği yapmaları, birbirlerini ve dünyayı bir bütün olarak anlamaları için ortak bir dil oluşturmaya yardımcı olmaktadır (Taylor vd., 2020). Sistem düşüncesini eğitim sistemi ile bütünleştirme çabaları ise Next Generation Science Standards (NGSS, 2013) gibi eğitim standartlarında açıkça görülmektedir. Bu standartlar, öğretmenlerin ve eğitimcilerin sistem düşüncesi kavramlarını öğretim programlarına uygulamaları adına itici güç oluşturmuşlardır (Cabrera vd., 2015).

Eğitimde sistem düşüncesi ile ilgili ilk çalışmalar, 1987 yılında MIT'den emekli olan mühendislik dekanı Gordon Brown'un Arizona'daki Catalina Foothills okul bölgesi müfettişinin ofisinde Jay Forrester ile görüşmesinden sonra filizlenmiştir (Hight, 1995). Bu görüşmesinin neticesinde Dr. Brown sistem düşüncesinin ve sistem dinamiklerinin K-12 öğrencilerinin ve öğretmenlerinin öğrenmeye katılma şeklini geliştirebileceğine ikna olmuştur. Bölge müfettişinin de desteği ile sınıf ortamında sistem düşüncesi araçlarının öğrenciler tarafından kullanılması teşvik edilmiştir. Böylelikle o bölgedeki sistem düşüncesi ile ilgili eğitim çalışmaları büyümeye ve kendini göstermeye başlamıştır (Forrester, 2007).

1989 yılında ise iş insanı Jim Waters ve öğretmen eşi Faith Waters bu okulları ziyaret ederek hem ekip hem de personel toplantılarında öğretmenlere katılmış ve sınıflarda öğrencilerle ilgilenmişlerdir. Bay ve Bayan Waters, sürece dâhil olmaya ve okullarda sistem düşüncesini uygulama vizyonlarını hayata geçirmeye karar vermişlerdir. 1989'da ise Waters Vakfı sistem düşüncesi ve dinamik modelleme çalışmalarına destek olmaya başlamıştır. Vakıf ilk yıllarda birçok okulda sistem düşüncesi uyarlamalarının yapılabilmesi amacıyla kaynak sağlamıştır. Bu yardımların iki amacı bulunmaktaydı. İlki, öğretmenlerin öğrencilerin düşünme kapasitesini geliştirmelerini sağlamak bir diğeri ise personele okulun organizasyonunu ve

kültürünü geliştirmek için araçlar sağlamaktı. Bunların yanı sıra, insanların sistem düşüncesinin ne olduğunu, sistem düşüncesi alışkanlıklarını ve araçlarını işlerine ve yaşamlarına nasıl dâhil edeceklerini anlamalarına yardımcı olmakta hedeflenmiştir (Stuntz & Lyneis, 2007).

1991-95 yıllarına gelindiğinde ise Tucson'da sadece bir şehirde başlayan girişimler zamanla Amerika Birleşik Devletleri (ABD) genelinde 14 şehre ulaşmıştır. Waters Vakfı, çeşitli coğrafyalara ve farklı eğitim ortamlarına (örneğin kırsal, kentsel, banliyö ve kamu, özel, sözleşmeli) fon sağlamıştır. 2000 yılının yazında, 14 bölgenin tümünü temsil eden yaklaşık 50 kişi, üç günlük eylem araştırması eğitimi için Michigan, Ann Arbor'a gitmiştir. Bu grup yaptıkları toplantılarda sistem düşüncesi etkisine odaklanarak eylem araştırması yürüten öğretmenlere eğitim verileceğini ve destekleneceklerini belirtmiştir. Her araştırma, geliştirme ve yayma sahasında beş yıllık işbirlikçi eylem araştırması gerçekleştirilmiş ve her yaz bulguları raporlamak, ağ kurmak, iş birliği yapmak ve daha derin öğrenme fırsatları sağlamak için ulusal toplantılar düzenlenmiştir.

K-12'deki sistem düşüncesi dersleri için henüz yeterli bulgular olmamasına rağmen, eğitim bağlamında sistem düşüncesinin üç yerelleşmiş örneği bulunmaktadır:

✓ İlk örnek 1991 yılında sistem dinamiğinin öncüsü Forrester tarafından ABD merkezli Creative Learning Exchange'in (CLE) kurulmasıdır. CLE, K-12 eğitimi ile öğrencilerin kişisel, toplumsal ve küresel düzeyde yüzleştikleri zorluklarla baş edebilmeleri için sistem düşüncesini etkin biçimde kullanarak onları sistem vatandaşları olarak yetiştirmeyi amaçlamıştır. CLE, 3-19 yaşındaki öğrenciler için sistem düşüncesi ve sistem dinamiği modellemesinde yeterlik kazanarak anlamlı, gerçek dünya problemlerini çözmeye çalışan aktif, öğrenen merkezli bir keşif sürecini teşvik etmektedir. CLE belirlediği amaçlara ulaşabilmek için içerik tasarlamakta, kitaplar ve oyunlar geliştirmekte, internet sitesi üzerinde ücretsiz ve sınıf dışından öğrenme fırsatı olarak hizmet sağlamaktadır. Ayrıca kurum iki yılda bir konferans düzenlemektedir. CLE öğretim programı K-12 öğrencilerinin sınıfta öğrendiklerini tamamlamak için NGSS (2013) gibi eğitim standartlarına da paralellik göstermektedir. Eğitim standartları öğrenmenin uygulamalar, temel fikirler ve kesişen kavramlar olmak üzere üç boyutundan bahsetmektedir. Sistemler ve sistem düşüncesi kavramları standartların tamamında yer almaktadır. Örüntüleri, sistemleri, sistem modellerini, sebep ve sonucu, yapı ve işlevi içeren öğrenmenin tümü NGSS'de ifade edilen sistem kavramlarıdır.

✓ İkinci örnek Birleşik Krallık'ta bulunan Open University'dir (OU). Üniversite bir yükseköğrenim öğrenme fırsatı olarak sistem düşüncesi uygulaması için çeşitli çevrim içi sertifikalar ve ileri düzey dereceler sunmaktadır. OU tarafından sunulan sistem düşüncesi

öğretim programı, uzman olmayan öğrenciler için tasarlanmasa da sistem düşüncesi eğitiminin tüm öğrenme düzeylerini kapsadığını ve onu takip etme merakı ve becerisine sahip öğrenciler için erişilebilir olduğunu göstermektedir.

✓ Üçüncü örnek ise Bosch vd., (2013) tarafından açıklanan Learning Laboratories'dir (LLab). LLab'ın amacı, politika yapıcılarının, yöneticilerin, yerel kolaylaştırıcıların ve araştırmacıların, ortak ilgi alanına giren karmaşık sorunları sistematik bir şekilde anlamak ve ele almak için iş birliği yapmasına ve birlikte öğrenmesine yardımcı olmaktır. LLab, insanların bir araya geldiği ve herhangi bir karmaşık konu hakkında düşünmek için kullanılacak kadar genel olan yedi adımlı yinelemeli bir süreç kullanarak sorunları çözdüğü hem bir süreç hem de bir ortamdır. LLabs'ın kullanımı devam eden bir süreçtir, ancak koruma ve sürdürülebilir kalkınmadan çocuk güvenliğine kadar uzanan uygulama ve uygulamalarda ilk örnekler olumlu sonuçlar doğurmuştur.

Eğitim alanında sistem düşüncesi uygulamaları ile ilgili bu gelişmeler yaşanırken, Jay Forrester yaptığı çalışmalarında sistem dinamiklerinin yalnızca modeller kullanılarak anlaşılabilirliğini öne sürmüştür. Bunun ardından, sistem bilimi profesörü Barry Richmond Yüksek Performanslı Sistemler'i kurarak, kendi şirketinde sistem dinamiği modellemesi için görsel bir programlama dili olan System Thinking Educational Learning Laboratory with Animation'ı (STELLA) geliştirmiştir. STELLA, iş dünyasında ve akademide çeşitli araştırmalarda bir öğretim aracı olarak kullanılmaya başlanmıştır. Birkaç okul bölgesinde, sistem düşünme becerilerinin geliştirilmesini amaçlayan STELLA ile sistem dinamiği modelleme öğretimi gerçekleştirilmeye başlanmıştır.

Forrester, modellemeyi tartışmaları ve yanlış anlamaları çözmeye yardımcı olacak bir araç olarak görmektedir ve bir modelin beklenmedik davranışı anlaşıldığında fikir farklılıklarının birleştiğini belirtmiştir. Her öğrencinin ileriki yaşamında model oluşturmaya ihtiyaç duyacağını varsaymasa da sosyal ve ekonomik politikaların belirlenmesinde bilgisayar modellerinin daha sık kullanılacağına dikkat çekmektedir ve 21. yüzyıl vatandaşlarının okuyabilmesi ve anlayabilmesi gerektiğini düşünmektedir. Forrester 1994 tarihinde K-12 eğitimi için Sistem Düşüncesi ve Dinamik Modelleme Konferansı'na yaptığı açılış konuşmasında, sistem dinamiği fikrini genel olarak yaşam kalitesini iyileştirmenin bir yolu olarak sunmuştur. Sistem düşüncesinin eğitim ile bütünleştirilmesi gerektiği yönündeki inancını dile getirirken, öğrencilere çevrelerindeki dünyayı yorumlamanın daha etkili bir yolunu öğretmek gerektiğine inandığını belirtmiştir. Bilim insanı ayrıca öğrencilerin hayatlarını ve karşılaştıkları durumları yönetmek için daha büyük ve sağlam bir güven kazanmaları gerektiğini de vurgulamıştır. Ayrıca sistem düşüncesi eğitiminin; kişisel becerileri geliştirmek,

21. yüzyıla uygun bir bakış açısı ve kişiliği şekillendirmek, içinde çalıştığımız ve yaşadığımız sistemlerin doğasını anlamak biçiminde hedefleri olması gerektiğini belirtmiştir (Forrester, 1994).

Forrester sistem düşüncesi uygulamalarını eğitim ortamlarına entegre ederken hâli hazırdaki öğretim programlarından radikal bir şekilde ayrılmaya gerek görmediğini belirtmektedir. Çok fazla değişiklik gerektiren şeyin ders konuları ve içeriği değil, içeriğe yaklaşım ve konular arasında kurulan bağlantılar olduğunu düşünmektedir. Örneğin, İngilizce dersinde okunan bir romandaki bir karakterin motivasyonlarını anlamak için kullanılan araç ve kavramların aynısı, sosyal bilgiler dersinde politik dinamikleri anlamak için de kullanılabilir olduğunu belirtmektedir. Bununla birlikte, sistem düşüncesi odaklı bir öğretim programının ne roman karakterinin ne de örnekte bahsedilen politik motivasyonların tam olarak anlaşılmasını sağlayabileceği anlamına gelmediğine dikkat çekmektedir. Sadece bir sistem hakkında fikir verir ve genel kavramlar, öğrencilerin gerçeklere dayalı genel kuralları kendi başlarına tanımlamaları gerektiğinden daha kolay bir şekilde bilgilerini aktarmalarına yardımcı olabilmektedir (Plate, 2010).

Sistem düşüncesi odaklı öğretim programları anaokulundan 12. sınıf seviyesine kadar öğrenme ortamlarına başarılı şekilde dâhil edilmiştir. Öğretim programlarında sistem düşüncesi ilkelerini uygulayan öğretmenler başarılarının Forrester'e bildirmişlerdir.

Georgia'daki bir okuldan Jan Mons'tan:

En verimli deneyimlerim, sınıf disiplin sistemlerini tartıştığımda ortaya çıkıyor. Hem öğrencilerin hem de öğretmenlerin birlikte bir disiplin sistemi oluşturmasını sağlıyoruz, böylece tüm taraflar sistemin neler üretebileceğini bilir. Bunu yaptığımızda birçok öğrencinin bir 'Aha' bir öğretmenin hayal kırıklığının zamanla nasıl birikebileceğini artık anladıklarını ifade ederler. Öğretmenlerin de kendi içgörüleridir - hoş olmayan durumlarla sonuçlanacak şekilde 'önceden programlanmış' disiplin sistemlerini nasıl sıklıkla kurduklarını anlamaya başlarlar (Forrester, 2007, s. 38).

Portland'daki bir liseden Tim Joy:

On üç yıl boyunca yazı ve edebiyat öğretmenliği yaptım ve her zaman bir zihinsel suça ortak olduğumdan şüphelendim. Neden bu kadar çok öğrenci edebiyat dünyasının, sınıfın kapısında başladığını ve bittiğini düşündü. Sonra sistem dinamiğini keşfettim. Sistem dinamiğinin mantığa dayalı bir dilbilgisi var, öğrencilerin kolayca öğrenip anlamlar yaratmak için manipüle edebileceği evrensel bir dil. Ne buldum? "Anlam" yaratan daha cesur sorular ve geleneksel anlayışları barındırmayan yepyeni görüşlerle sonuçlanır (Forrester, 2007, s. 39).

Tüm bu başarılar, küçük çocukların neyi ve nasıl öğrenebileceklerine dair geleneksel inançları çürütmektedir. Sınıfında sistem düşüncesini kullanan bir başka öğretmenin düşüncelerini "sistem düşüncesini sınıfıma entegre ettikçe, öğrencilerimin neler

yapabileceğine, düşüncelerinin karmaşıklığına ve fikirlerini ifade etme kolaylıklarına şaşırmaya devam ediyorum” (Benson, 2007, s. 7) şeklinde belirtmiştir.

Sistem düşüncesinin eğitim alanında kullanılması amacıyla yapılan girişimlerden bir diğeri de Diana Fisher tarafından Ulusal Bilim Vakfı’ndan alınan proje desteği olmuştur. CC-STADUS (1993) ve CC-SUSTAIN (1997) adlı iki projenin sonucunda, sekiz yıl içinde yaklaşık 250 öğretmen üç hafta süre ile sistem dinamikleri eğitimlerine katılmıştır (Stuntz & Lyneis, 2007). Lyneis ve Fox-Melanson ise Forrester’in düşünce tarzıyla benzer çalışma bulgularını Temmuz 2001’deki Uluslararası Sistem Dinamiği Toplum Konferansı’nda sunmuşlardır. Eğitimde sistem dinamiğinin öğrencilerin bireysel öğrenmesi erişiminin ötesine geçme potansiyeline sahip olduğuna yönelik inançlarını “eğitimin kendi yapısını dönüştürmeyi vadediyor” şeklinde yenilemişlerdir. Sistem dinamiği perspektifinin yardımıyla öğretmenlerin öğrencilerin sistem dinamiğinin yeni araçlarını kullanmak ve kendi bilgisini inşa etmek için birlikte çalışmaya katılmalarına yardımcı olmada rehber rolünü üstlenebileceğini savunmuşlardır. Artık öğretmenler geleneksel bir derste öğrenciler tarafından pasif olarak alınan bilgileri dağıtmayacaklarını, öğrencilerin olayları kendileri için nasıl çözeceklerini öğreneceklerini vurgulamışlardır (Lyneis & Fox-Melanson, 2001).

Sistem düşüncesinin eğitim alanına katkıları sadece öğretim programının öğrenme hedeflerinin başarılmasıyla sınırlı değildir. Okullarda sistem düşüncesiyle ilgilenenlerin uzun zamandır danışmanı olan Richmond 2002 yılının Temmuz ayında eğitimcilere yönelik bir açılış konuşmasında ‘sistem vatandaşı’ terimini ortaya atmıştır. Sistem vatandaşlarının kendilerini küresel bir topluluğun üyeleri olarak gördüğünü belirtmiştir. Bilim insanı sistem vatandaşı terimi ile ayrıca günümüz dünyasındaki sistemlerin karmaşıklığını anladıklarını ve olumlu bir fark yaratmak için bilinçli bir kapasiteyle sorunlarla yüzleşme yeteneğine sahip olduklarını vurgulamıştır.

Sistem düşüncesi okulları hem standartlara dayalı eğitim hem de sistem düşüncesi yaklaşımlarının sadece yan yana var olmadığını, aynı zamanda birbirini tamamlayabileceklerini de göstermektedir. Çoğu eğitimci için kısa vadeli hedefler, standartlara dayalı bir müfredat içinde sınıf düzeyindeki becerilerde ustalaşmayı kapsamaktadır. Bu hedeflere en iyi şekilde ulaşılabilir ve sistem düşüncesi odaklı bir öğrenme ortamı aracılığıyla uzun vadeli sistem vatandaşlığı gelişimine dönüştürülebilir. Bu ortamda çocuklar, problem çözme, disiplinler arası bağlantılar ve derinlemesine analiz fırsatları ve düşündürücü diyaloglar açısından zengin bir uygulama alanı ile karşılaşır (Benson, 2007).

Tüm bu gelişmelerle birlikte ABD’nde sistem düşüncesini sınıflara dâhil etme eğilimi on yıldan fazla bir süredir istikrarlı bir şekilde büyümektedir. Ancak bu gelişmelere rağmen

dünyada eğitim alanındaki sistem düşüncesi çalışmalarının büyümesi oldukça yavaştır. Bunun sebebi ise uzmanlık, zaman ve kaynak gerektiren bu teknikleri kendi sınıf uygulamalarında kullanabilecek öğretmenlerin yetiştirilmesi sorunu gösterilmektedir (Zaraza & Guthrie, 2003).

Sistem Düşüncesi ve Sistem Dinamiği Arasındaki İlişki

Araştırma kapsamında sistem düşüncesi temelli etkinlikler geliştirilmeden önce alan yazını incelemesi yapılmıştır. Yapılan incelemeler neticesinde her araştırmacı grubunun sistem düşüncesini öğrenme ortamlarına uyarlarken yararlandığı farklı yaklaşımlar olduğu görülmüştür. Gerçekleştirilen bu tez çalışması kapsamında hazırlanan etkinlikler, sistem biliminin çalışma alanlarından biri olan sistem dinamiklerine aittir. Bu sebeple, sistem düşüncesi ve sistem dinamiği arasındaki ilişkinin açığa çıkarılmasının etkinlik geliştirme sürecinde kullanılan yaklaşıma dayanak oluşturması açısından değerli görülmektedir.

Lyneis (1995) bir yandan sistem düşüncesinin çok değerli ve etkileyici bakış açıları geliştirdiğini vurgularken diğer yandan eleştirel düşünme ve problem çözme gibi becerilerinin gelişimini sağlayacak araçların kaynağının sistem dinamikleri olduğunu vurgulamaktadır. Sistem dinamikleri modellemesi, öğrencilerin tüm bilgi ve deneyimlerini işin içine katmalarını gerektirdiği için disiplinler arası bir yaklaşımdır. Örneğin, bir salgının modellenmesi için, öğrenciler hastalığın biyolojik etkeninden başlarlar ancak politik, ekonomik ve toplumsal etkenler de çok önemlidir. Bu noktada sistem dinamikleri bütün konuların birbirine bağlanmasına yardımcı olur. Böyle bir sentez, öğrencilerin gittikçe karmaşılaşan sosyal, çevresel ve politik sistemlerle karşılaştıklarında ihtiyaç duyacakları özgüveni ve sorun çözme yeteneğini geliştirir (Lyneis, 1995).

Sistem dinamiğinin kurucusu olarak bilinen Jay Forrester (1994), sistem düşüncesi ve sistem dinamiği arasındaki ilişkiyi açıklarken; sistem düşüncesinin net bir tanımının olmadığını, bazı bilim insanlarının sistem düşüncesini sistem dinamiği ile aynı anlama gelecek şekilde kullandığını vurgulamıştır. Sistem düşüncesinin sistemler hakkında oldukça genel ve yüzeysel bir farkındalık olduğunu ifade ederken, sistem dinamiğinin ise bir problemin yapısının tanımlanması olduğunu belirtmiştir. Problemi ise, birbirine bağlı neden-sonuç ilişkileri ve doğrusal olmayan şekilde davranan geri bildirimler olarak ifade etmiştir (Forrester, 1994). Sistem dinamiği, sistem düşüncesinin daha iyi tanımlanmasını, kolay uygulanabilir ve etkili bir yöntem olmasını sağlamaktadır (Göktepe, 2022).

Sistem dinamiği, bir kişinin süreç yapılarını nasıl modelleyebileceğine ve kaynakların sistemde nasıl aktığını, biriktirdiğini ve etkileşime girdiğini araştırmak yoluyla davranışlarını nasıl analiz edebileceğini gösteren bir yöntemdir. Sistem dinamiğini uygulamak, kararların sonuçları

hakkında fikir vermeyi amaçlamaktadır (Morecroft & Robinson, 2005; Vanderminden, 2006). Sistem dinamiği, varsayılan yapının gözlemlenen davranışa yol açabileceğini doğrulamak ve alternatif politikaların zaman içinde temel değişkenler üzerindeki etkilerini test etmek için bilgisayar simülasyon modelleri oluşturma adımını da atmaktadır. Bu nedenle sistem dinamiği, sistem düşüncesinin nicel yöntemlerinden biri olarak da düşünülebilir (Larsson, 2009). Sistem dinamiği modellemesini desteklemek için hem profesyonel hem de eğitim amaçlı çeşitli yazılım paketleri geliştirilmiştir. En iyi bilinen ve kullanılanlardan biri 1985 yılında tanıtılan STELLA yazılım programıdır. Powersim, Mapsys ve Vensim, sistem dinamiği modellemesi için kullanılan diğer yazılım örnekleridir.

Ossimitz (2000) ise kendi deneysel çalışmalarına atıfta bulunurken sistem düşüncesi ve sistem dinamiği kavramını yan yana kullanmıştır. Birbiriyle ilişkili, sistemik yapılarda düşünme ve dinamik süreçlerde (örneğin gecikmeler ve salınımlar) düşünme yeteneğini, sistem dinamiği/sistem düşüncesinin temel boyutlarından ikisi olarak sunmuştur. Sistem dinamiğinin uluslararası bir zemin kazanması 1985'te Uluslararası Sistem Dinamiği Topluluğu'nun kurulması ile gerçekleşmiştir. Bu topluluğun üyeleri her yıl sistem dinamiği ile ilgili konuların tartışıldığı uluslararası konferanslar düzenlemektedir. Ayrıca sistem dinamiği kitapları ve makaleleri düzenli olarak birçok dile çevrililmektedir (Forrester, 1996).

Sistem dinamiği 2007'de bilimsel bir alan olarak ellinci yılını kutlamıştır. Alan başlangıçta Jay Forrester'in çalışmasından geliştirilmiştir. Kurumsal dünyada ortaya çıkan sorunlara odaklanan kitabı 'Industrial Dynamics' bu alandaki felsefe ve metodolojinin hâlâ önemli bir belgesi özelliğini taşımaktadır. Kitaptan önce Harvard Business Review'da "Endüstriyel Dinamikler: Karar vericiler için büyük bir atılım" başlığını kullanarak yazdığı makalesinde endüstriyel şirketin başarısının bilgi, malzeme, para, insan gücü ve sermaye akışları arasındaki karşılıklı ilişkiye nasıl bağlı olduğunu anlatmaktadır. Ayrıca bu beş akış sisteminin birbirini güçlendirmek ve değişime ve dalgalanmaya neden olmak için kenetlenme şekli 'Endüstriyel Dinamikler' adı daha sonra yerini 'Sistem Dinamiği' genel terimine bırakmıştır. Forrester'in yayınlarından bu yana sistem dinamiği uygulamalarının kapsamı, kurumsal planlama ve politika tasarımı, kamu yönetimi, biyoloji, tıp, çevre sorunları, doğal ve sosyal bilimlerde teori geliştirme ve eğitim çalışmalarını da içerecek şekilde genişlemiştir.

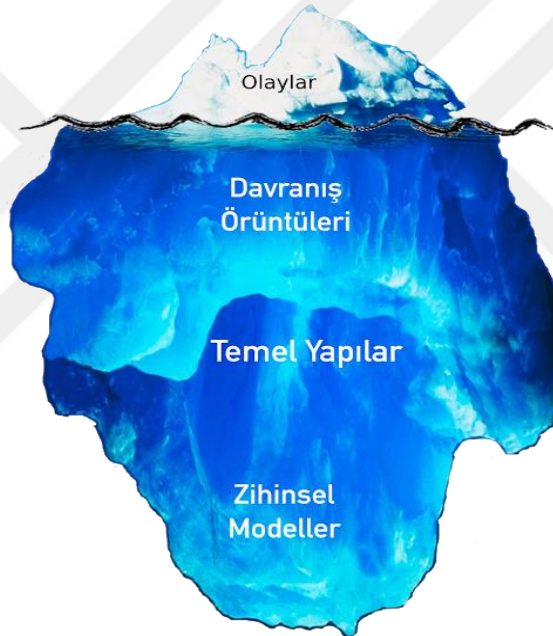
Sistem Düşüncesi Araçları

Sistem düşüncesi araçları düşüncenin görselleştirilmesine, gelişmesine ve gerektiğinde aktarılmasına destek olmaktadır. Sistem düşüncesi, buz dağı metaforunda suyun altını görmeyi sağlayan araçları içermektedir. Sistem düşüncesi araçları da birer metafordur ve sistem

düşüncesinin ifade dili olarak kabul edilmektedirler. Buz dağı modeli, olguların görünmeyen sistemik yapılardan ve zihinsel modellerden kaynaklandığını vurgulamaktadır (Göktepe, 2022).

Çevremizde gerçekleşen olaylar buz dağına benzetildiğinde; duyu organları ile algılananlar sadece görünür olaylardır. Fakat bu olaylar sadece buzdağının su üzerindeki bölümüdür ve birbirlerinden bağımsız değildirler. Nedensellik bu olayların birbirine bağlanmasını sağlar ve davranış örüntüleri aracılığı ile fark edilirler. Bu örüntülere ise nedensellik ilişki örüntüsünün oluşturduğu temel yapılar sebep olmaktadır. Örneğin, üzerinde çalışılan sistem sosyal bir sistem ise, bu yapının altında o sosyal sistemi meydana getiren kişilerin zihinsel modelleri yer almaktadır (Monat & Ganon, 2015). Şekil 4'te Senge vd. (2014) tarafından oluşturulan buz dağı modeli yer almaktadır.

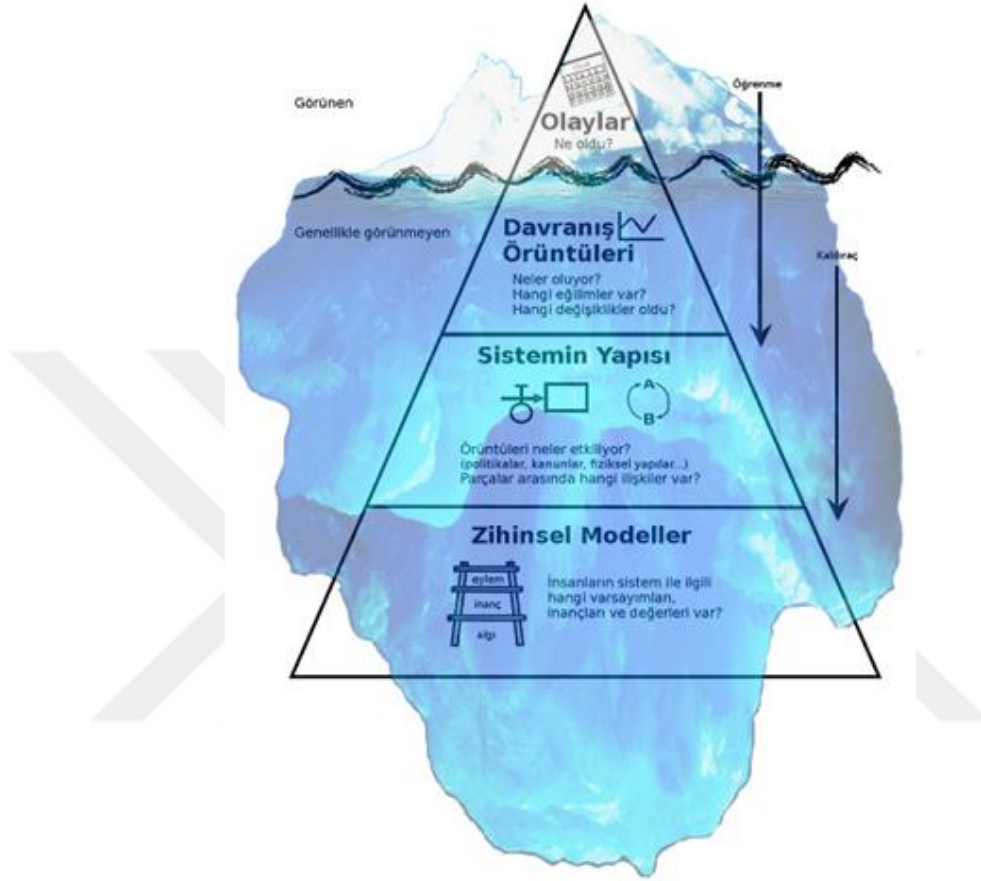
Şekil 4. Buz Dağı Modeli (Eğitimde Sistem Düşüncesi Derneği, 2021)



Şekil 4 incelendiğinde, buz dağı modelinde aşağıdan yukarıya doğru çıkıldığında düşündüğümüz şeyler ne yaptıklarımızı belirler, yaptıklarımızın toplamı yapıları meydana getirir, yapılar ise zaman boyunca gözlemlenebilen örüntüler oluşmasını sağlar ve biz bunları olaylar şeklinde deneyimleriz denebilir (Monat & Ganon, 2015). Sistem düşüncesi araçlarının görsel doğası (örneğin, zaman içindeki davranış grafikleri, nedensel döngü diyagramları, sistem düşüncesinin buz dağı modeli, çıkarım merdiveni, stok akışı haritalaması ve bağlantı çemberleri) araştırmaya dayalı öğretim uygulamasıyla uyumludur. Karmaşık düşünmeyi, kavrayışları ve yeni fikirleri sözlü ve yazılı olarak ifade etme yeteneği, sistem odaklı düşünme öğreniminin ayrılmaz bir parçasıdır. Konuşma ve dinleme becerileri arasında diyalog, tartışma, sorgulama ve savunma yer almaktadır. Ortak bir kelime dağarcığı, karmaşık sistemler ve ilgili soruna dayalı senaryolar hakkında konuşmaları kolaylaştırmaya yardımcı olmaktadır. Dilsel

stratejiler, yeni kavrayışlar oluşturmaya ve karmaşık konular hakkında yeni anlayışlara yol açmaya yardımcı oldukları için sistem düşüncesi alışkanlıklarını uygulamak için kullanılabilir (Göktepe, 2022). Şekil 5'te buz dağı modelinin düzeyine göre sistem düşüncesi araçlarının konumları şematize edilmiştir

Şekil 5. Sistem Düşüncesi Araçları (Eğitimde Sistem Düşüncesi Derneği, 2021)



Şekil 5'te yer alan sistem düşüncesi araçlarını buz dağı modeli üzerinde incelendiğinde, olay örüntüsünü anlamak için ilk olarak zaman boyunca davranış grafiği ile karşılaşılmaktadır. Çevremizdeki olaylar, yavaş ya da hızlı bir değişime sebep olmaktadır. Değişen şeyin ne olduğu, zaman boyunca bu değişimin örüntüsünün nasıl olduğu bu grafikler sayesinde anlaşılmaktadır. Buz dağının biraz daha derinlerinde ise bu değişimin sebepleri yer almaktadır. Grafiği çizilen değişkenin neden böyle davrandığını anlayabilmek için ise iki temel araç kullanılmaktadır. Bunlar stok-akış diyagramı ve nedensel döngü diyagramlarıdır. Buz dağının en derinde de ise zihinsel modeller yani sahip olduğumuz inançlar, değerler ve davranış alışkanlıkları bulunmaktadır (Göktepe, 2022).

Zaman Boyunca Davranış Grafikleri

Şekil 6’da yer alan zaman boyunca davranış grafikleri insanların izole olaylar yerine zaman içinde değişim kalıplarına odaklanmalarına yardımcı olan, bir şeyin nasıl ve neden değiştiği konusunda zengin tartışmalara imkân veren, örüntü ve eğilimleri bulmaya yardımcı olmayı sağlayan bir sistem düşüncesi araçlarıdır (Göktepe, 2022).

Şekil 6. Zaman Boyunca Davranış Grafiği (Eğitimde Sistem Düşüncesi Derneği, 2021)

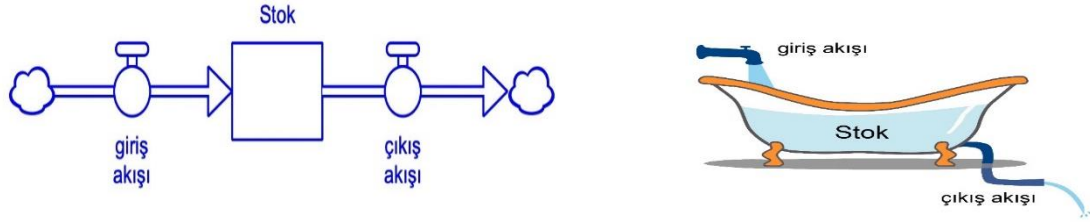


Şekil 6’ya göre zaman boyunca değişim grafiğinin x eksenini her zaman bir zaman birimi ile etiketlenir ve y eksenini çizilen değişkeni tanımlar. Değişkenler arasındaki ilişkileri aramak için aynı grafikte birden fazla değişken çizilebilir. Bu araç, öğrencilerin detaylarda boğulmak yerine sistem düşünürlerinin alışkanlıklarından biri olan büyük resmi görmelerine yardımcı olmaktadır (Kim, 1995; Kim, 1999; Meadows, 2008; Senge vd., 2014).

Stok-Akış Diyagramları

Stok-akış diyagramları bir sistemde zamanla hangi faktörlerin veya “stokların” arttığını ve/veya azaldığını göstermektedir. Stok, sistemin hâlihazırdaki durumunu gösteren değişkenler için kullanılan bir kavramdır ve sistem içindeki temel birikim olarak kabul edilmektedir. Stok ve akış kavramları, sistem düşüncesinin temelidir ve sistem düşüncesinin geliştirilmesi, etkili karar verme stratejileri gerektiren sorunları çözmek için esastır (Aşık & Doğança-Küçük, 2021). Şekil 7’de stok-akış diyagramı ve Senge vd., (2014) tarafından diyagramın anlaşılmasını kolaylaştıran kuvvet örneği yer almaktadır.

Şekil 7. Stok-Akış Diyagramı ve Kuvet Örneği (Eğitimde Sistem Düşüncesi Derneği, 2021)



Şekil 7’de yer alan bir kuvet sistemini düşündüğümüzde, yukarıdaki bir musluktan küvete su akarken, küvetin altında bulunan delikten ise suyun boşaldığını düşünelim. Şayet belirli bir zaman aralığında bu kuvet sisteminin resmi çekilir ise bu sistemin mevcut hâlini görmek mümkündür. İşte kuvet sisteminin belli bir andaki mevcut durumu, küvetteki su miktarı; diğer bir ifade ile suyun stoğudur denilebilir. Ayrıca, nüfus, ağırlık, bilgi seviyesi, sıcaklık, kandaki glikoz miktarı da stok örneği olarak verilebilir. Stokların evrensel olduğunu; her türlü yaşam tarzının var olduğu yerdeki önemli kritik birikimi simgelediğini söylemek mümkündür (Barlas, 2005; Martin, 1997; Sterman, 2000). Stok ve akış kavramları, sistem düşüncesinin temelidir ve etkili karar verme stratejileri gerektiren sorunları çözmek için sistem düşüncesinin geliştirilmesi esastır (Aşık & Doğança-Küçük, 2021).

Nedensel Döngü Diyagramları

Nedensel döngü diyagramları dinamik bir sistem içindeki etkileşimleri, sistem bileşenlerinin karşılıklı bağlantılarını ifade etmeyi kolay kılan sistem düşüncesi araçlarından biridir. Sistemin gösterdiği davranışlar içseldir ve bu davranışlar sistem tarafından oluşturulmaktadır. Sistemin gösterdiği davranışların sebebi ise, sistemin içinde yer alan geri beslemeler nedeni ile oluşan döngü ya da döngülerin varlığıdır.

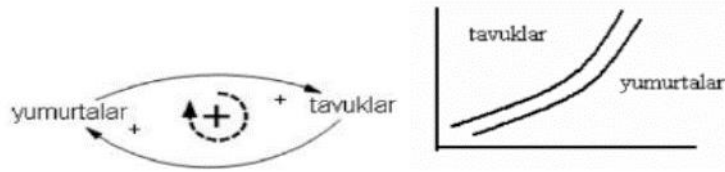
Nedensel döngü diyagramları, sistemin davranışı nasıl meydana getirdiğini gösterirken aynı zamanda sistem içindeki nedensel bağlantıları ve dairesel döngüleri de açıklamaktadır. Bazen sebep sonuç olurken, bazen de sonuç sebep olabilmektedir. Bu diyagramlar döngü süresince sürekli değişim gösteren, gidip gelen neden-sonuç bağlantılarının da resmedilmesine olanak sağlamaktadır. Nedensel döngü diyagramı, basit bir sistemin ya da karmaşık bir sistemin bir bölümünün açıklanmasında fayda sağlayabilir. İlk olarak sisteme ait bir değişken seçilir ve bu değişkenin zamanla davranışı incelenerek, nedenleri sonuçları nelerdir şeklinde sorular yöneltilir. Bu sorular yanıt buldukça döngüye ait diğer değişkenlerinin de ortaya çıktığı görülür. Nedensel döngü diyagramlarının dört kısımdan meydana geldiğini söylenebilir (Kim, 1990; Senge vd., 2014):

1. Neden-sonuç bağlantıları ile ilişkili ‘değişkenler’
2. Hangi sistem bileşenin diğer hangi bileşene etki ettiğini gösteren ‘oklar’

3. Okların yanında ise bağlantının ne yönde olduğunu belirten ‘semboller’
4. Döngünün merkezinde ise döngünün genel yapısını ifade eden ‘P’ ya da ‘D’ (pekiştirici ya da dengeleyici) sembolü

Pekiştirici Döngüler. Zaman içinde ve devamlı, hızlı biçimde büyüyen ya da küçülen, davranış üreten döngülerdir. Şekil 8’de Sterman (2000) tarafından oluşturulan pekiştirici döngü örneği yer almaktadır.

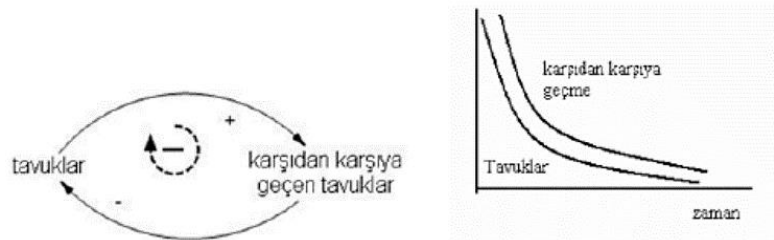
Şekil 8. Pekiştirici Döngü Örneği (Nuhoğlu, 2008)



Şekil 8’deki örnek incelendiğinde, bir tavuk çiftliğindeki tavuk sayısının arttıkça yumurta sayısının da arttığı, yumurta sayısı arttıkça da tavuk sayısının arttığına dikkat çekilmiştir. Sonuç olarak yumurta ve tavuk sayısının aynı yönde ve artan biçimde bir değişimi gözlenmektedir.

Dengeleyici Döngüler. Çoğu kez pekiştirici döngülerin bir sınırlamayla karşılaşmaları sonucunda oluşmaktadır. Sistemdeki büyüme ya da küçülme davranışı, belli bir değere yakınsar veya bu değer etrafında yol alır. Şekil 9’da Sterman (2000) tarafından oluşturulan dengeleyici döngü örneği yer almaktadır.

Şekil 9. Dengeleyici Döngü Örneği (Nuhoğlu, 2008)



Şekil 9’da verilen örnekte yol kenarında yer alan bir tavuk çiftliğinde tavuk sayısı arttıkça yiyecek bulmak amacıyla yolun karşısına geçecek tavuk sayısının da artacağı gösterilmektedir. Ancak yolun karşısına geçen tavuk sayısı arttıkça, trafik kazalarından dolayı da çiftlikteki tavuk sayısı azalacaktır.

Sistem Düşüncesi Araçlarının Sınıf Ortamında Uygulanışı

Sistem düşüncesi araçlarının sınıf ortamında uygulanışı ile ilgili olarak herhangi bir sınırlama bulunmamaktadır. Ancak, bir problem durumundaki değişiminin adım adım

incelenmesine imkân sağlayacak genel bir yaklaşımı şu şekilde özetlemek mümkündür (Göktepe, 2020):

- ✓ Üzerinde çalışılması düşünülen konunun ya da problem durumunun zamanla değişiminin görülebilmesi için ‘zaman boyunca davranış grafiği’ hazırlanır.
- ✓ Zaman boyunca davranış grafiğinin hazırlanmasından sonra ise stok-akış diyagramı oluşturulması sağlanır.
- ✓ Sonraki aşamada zaman boyunca davranış grafiği hazırlanan bu değişken ‘stok’ olarak tanımlanır.
- ✓ Stoğun tanımlanması akışların da kendiliğinden ortaya çıkmasını sağlar. Akışlar, belirlenen stoğun artması ya da azalması, diğer bir ifade ile değişmesidir. Akışlar adlandırılırken ‘artma, azalma, değişme’ kavramları kullanılabilir, fakat ‘doğum, ölüm, buharlaşma’ gibi akışın kendine özgü bir adı var ise bu kavramların kullanılması önerilir.
- ✓ Akışların belirlenmesi ve adlandırılmasından sonra ise ‘etkenler’ belirlenir. Etkenler akışları etkileyen, değiştiren şeyler veya akışların nedenlerini belirtmelidir.
- ✓ Akışların dolayısıyla da stokların yani tüm sistemin değişimini sağlayan etkenler de belirlendikten sonra stok-akış diyagramının tamamlandığını söylemek mümkündür.
- ✓ Stok-akış diyagramı, ele alınan ve üzerinde çalışılan konunun veya problem durumunun kavramsal bir modellemesidir. Kavramsal model içinde kurulan nedensel ilişkiler sonucunda nedensel döngüler ortaya çıkabilir. Fakat her stok-akış diyagramında nedensel döngülerin oluşma zorunluluğu bulunmamaktadır. Eğer sistemin sınırları yeteri kadar geniş seçilmemiş ise nedensel döngüler oluşmayabilir. Bu sebeple stok-akış diyagramı hazırlandıktan sonra, eğer döngü var ise nedensel döngü diyagramının oluşturulması önerilmektedir.

Yukarıda ifade edilen sistem düşüncesi araçlarının sınıf ortamında uygulanmasına yönelik yapılan sıralama oldukça kullanışlıdır. Ancak mutlaka bu şekilde olması gereken veya değişmeyen bir sıralama değildir. Sistem düşüncesi uygulayıcısının bu konudaki deneyimi, konu veya problem durumunu yapısı değerlendirilerek herhangi bir adımından da başlanabilir, üstelik bazı adımlar uygulanmayabilir. Fakat sistem düşüncesi ile ilgili gerçekleştirilecek ilk sınıf içi uygulamalarda bu sıralamanın takip edilmesi hem öğretmen hem de öğrenci açısından çok daha etkili, akıcı, kolay ve eğlenceli bir ortam yaratacaktır (Göktepe, 2022).

Sistem Düşüncesi ve Çevre Eğitimi Arasındaki İlişki

1977 tarihindeki Tiflis Konferansı'nın bildirgesinde çevrenin sistemik bir gerçeklik olduğundan bahsedilmekte, bu nedenle çevre eğitiminin sistem düşüncesine yönelik olması gerektiği vurgulanmaktadır (Bartlett, 2001). Çevrenin son derece dinamik, etkileşimli ve birbirine bağlı biyofiziksel, sosyal, ekonomik, politik, teknolojik, kişisel ve bağlamsal boyutlu makro sistemler topluluğu olduğu bilinmektedir (Bonnet, 2019). Ayrıca her sistem de kendi içinde uzay ve zaman bakımından değişen alt sistemlerden oluşmaktadır. Bu nedenle çevre eğitimi, sistem analizi ve yönetimi de dâhil olmak üzere sistem düşüncesinden yararlanmayı gerekli kılmaktadır (De Sousa, 2013; Orion, 2002; Richmond, 1994).

Sistem düşüncesi doğal kaynakların sürdürülmesinde ortaya çıkan karmaşık sorunlarla ilgili, insan ve çevre sistemlerini anlamayı ve bunları yönetmeyi sağlayan 'yeni bir düşünme yolu' olarak görülmektedir (Bartlett, 2001; Bosch vd., 2007; Orion, 2002). Ayrıca çevre, ekosistem ve insan etkileşiminin anlaşılmasında 'karşılıklı ilişki, bağlantı, sistem, karmaşıklık ve davranış' kavramlarının göz ardı edilmesi mümkün değildir (Graefe, 2010). Örneğin, Kali vd., (2003) tarafından yapılan bir çalışmanın sonucu, öğrencilerin karmaşık sistemlerle başa çıkma becerilerinin, gezegenimize ilişkin dinamik, döngüsel, sistemik bir algı geliştirme becerilerine dayandığını vurgulamaktadır. O hâlde dünya üzerindeki sistemleri öğretmek, öğrenciler arasında sistem düşüncesinin geliştirilmesini gerekli kılmaktadır.

Sistem düşüncesi becerileri, karmaşık sistemlerin işlev ve davranışlarının yanı sıra karmaşık olguları (örneğin, ekosistemler, ayın evresi oluşumu, su döngüsü, karbon döngüsü ve enerji transferi) öğretmek için gerekli olan çevre eğitiminin de temel bir bileşenidir. Üstelik sistem düşüncesi becerilerinin geliştirilmesi, öğrencilerin çevre okuryazarlığı kazanmalarında da temel bir adım olarak görülmektedir (Evagorou vd., 2009). Doğal olarak bir sistem düşünürünün alışkanlıkları ile çevre okuryazarlığının hedefleri de birbirleri ile tutarlıdır. Örneğin "bir sistemdeki ilişkileri ve bağlantıları tanımlar" şeklindeki bir sistem düşünürü alışkanlığı çevre okuryazarlığı için de bir temel oluşturmaktadır. Kısacası, sistem düşüncesi temelli çevre eğitimi ile bir dizi sistem düşünürü alışkanlığını da geliştirebilecektir.

Dünyada var olan sistemlerin (jeosfer, hidrosfer, atmosfer ve biyosfer gibi) her birinin kendi içindeki ve aralarındaki karşılıklı ilişkileri anlamak, öğrencilerin çevre ile ilgili konularda düşünceli karar vericiler olarak hareket etme kapasitelerini geliştirecektir (King, 2008; Orion, 2002). Çevresel kaynakların stok ve akışlarının görece görünmezliği, insanoğlunun bu kaynakların doğal sistemlerin sürdürülmesindeki rolü konusunda dikkatli düşünmemesine sebep olmaktadır (Sternan & Sweeney, 2007). Bu nedenle de sistem düşüncesi becerilerinin

geliştirilmesinin çevre sorunları hakkında düşünmeyi de kolaylaştırmak ve teşvik etmek için değerli görülmektedir (Heimlich, 1992; Wylie vd., 1998).

Başka bir açıdan değerlendirildiğinde ise, kendini sistemin bir parçası olarak görebilen insanoğlu doğa ile arasındaki iş birliğini daha iyi kavrayacaktır. Yani insanoğlu sistemlerin karmaşık ilişkilerini anlama ve büyük resmi algılama yeteneği ile doğal ve sosyal sistemler arasındaki ilişkileri de daha iyi anlayabilecektir. Bu bakış açısı ile ilgili olarak Haury (2002), çevre ile bağlantılarımızın bilincimizden uzaklaşmasına izin verdiğimiz için çevre üzerindeki etkimizin de farkında olmadığımıza inanmaktadır. Oysaki insanlar, çoğu ekosistemin olmasa da pek çoğunun bir parçasıdır ve üzerinde büyük bir etkiye sahiptir.

Sistem düşüncesi çevreye bağlılık, çevresel davranış, iklim değişikliğinin ciddi bir tehdit olduğu algısı ve enerji vergileri gibi iklim politikalarına destek olan çevre yanlısı eğilimlerle de ilişkilidir (Ballew vd., 2019). Örneğin, iklim değişikliği bir sistem sorunudur ve sistem düşüncesi iklim bilimini anlamak, iklim değişikliğini ele almak için hayati önem taşımaktadır. Sistem düşüncesi, iklim değişikliğinin yarattığı karmaşık bağlantıların halk sağlığı, sosyal, davranışsal veya çevresel sorunları nasıl etkilediğini anlamaya yardımcı olmaktadır (Lich vd., 2017). Benzer şekilde küresel ısınma ve biyoçeşitliliğe yönelik tehditler gibi kritik çevresel konuları anlamak, farklı sistemlerin nasıl çalıştığını ve birbirleriyle nasıl etkileşime girdiğini düşünmeyi gerektirmektedir.

Sistem düşüncesi sistemlerin yanı sıra küresel ısınmaya neden olan ekolojik, ekonomik ve sosyokültürel problemler arasındaki etkileşimler gibi karmaşık konuları anlamak için önemli bir gerekliliktir (Fanta vd., 2017; Hilton, 2010; Riess & Mischo 2010; Rost vd., 2003; Wals, 2014). Benzer şekilde toprak erozyonu sorunu ele alındığında, bir sistem düşünürü sorunun tarihsel, politik, kültürel, çevresel, sosyal ve ekonomik unsurlarını ve olası çözümleri dikkate alabilmektedir. Bu noktada Cloud (2005) sistem düşüncesi öğretilmeden sürdürülebilir bir çevre eğitiminden söz edilemeyeceğine dikkati çekmektedir. Başka bir açıdan değerlendirildiğinde ise alan yazınında, sistem düşüncesinin insanların doğal dünyayı sömürmek yerine koruması gerektiği gibi bir takım çevre etiği veya değerler sistemi geliştirmesine de katkı sağlayacağı vurgulanmaktadır (Ben-Zvi-Assaraf & Orpaz, 2010). Son olarak Benson (2007), dünyada güncel olan ekonomik, toplumsal ve çevresel sorunların acil eylem planları gerektirdiğini ifade ederken; şimdi bu soruların çözümü için her yaştan, hazırlıklı ve olumlu katkı sağlayabilen sistem düşünürleri topluluğunun oluşturulmasının tam zamanı olduğunu vurgulamaktadır.

Sistem Düşüncesi ile Üst Düzey Düşünme Becerileri Arasındaki İlişki

Bu başlık altında, sistem düşüncesi ile araştırmanın değişkenleri olan üst düzey düşünme becerileri (eleştirel düşünme ve problem çözme becerisi ile üstbilişsel farkındalık) arasındaki ilişki açığa çıkarılmaya çalışılmıştır.

Eleştirel düşünme alanının önde gelen bilim insanlarından Richard Paul (1993) siyasi, ekonomik, sosyal ve çevresel sorunların giderek daha karmaşık ve birbirine bağımlı hâle geldiğini vurgularken; anlaşılması ve kontrol edilmesi gereken kurumsal, ulusal, uluslararası, kültürel, dini, ekonomik ve çevresel güçlerin hepsinin girift bir şekilde iç içe geçtiğini belirtmektedir. Bu sebeple, geleceğin vatandaşları ve profesyonelleri olan öğrencilere dünya üzerindeki çeşitli sistem ve olgulara dair karmaşıklığı anlamaları ve yönetmeleri konusunda yardımcı olunması gerekmektedir.

Öğrencilerin dünya üzerindeki bu mevcut problemler ve zorluklar arasında daha anlamlı bağlantılar kurabilmesi, karmaşık problemleri çözmede daha iyi performans gösterebilmesi için de üst düzey düşünme becerilerine sahip olması beklenmektedir (Maani & Maharaj, 2004). Bu noktadan hareketle, sistem düşüncesi karmaşık toplumsal problemleri iş birliği içinde ele almak ve üzerinde çalışmak için gereken bilişsel esnekliği sağlayan; kritik birçok disiplini içinde barındıran üst düzey düşünme becerisi olarak karşımıza çıkmaktadır (Grohs vd., 2018).

Sistem düşüncesi, yaşanabilir bir gezegen yaratmak için sürdürülebilir bir farkındalık geliştirme ve eleştirel düşünmeyi teşvik etme sürecinde mozaik taşlardan biri olarak kabul edilmektedir (Fanta vd., 2019). Bu nedenle farklı araştırmacıların sistem düşüncesini eleştirel düşünmenin çok önemli bir parçası olarak görmesi şaşırtıcı değildir (Ventura vd., 2017, Akt., Arrington vd., 2021). Örneğin, öğrencilerin sistem düşüncesi becerilerini kullanarak, iklim değişikliği problemi ile ilgili farklı tepkileri içinde barındıran farklı çıkarları anlama ve bu çıkarların kamu yararına ilişkin geçerliliğini eleştirel bir şekilde yargılama becerisine sahip olmaları çok önemlidir (Liu, 2022).

Günümüzde toplumların en önemli problemleri teknik (sermaye ve hizmet üretimindeki bilimsel gelişme, teknoloji ve süreçleri tanımlama ve tanıma) ve bağlamsal (ekonomik, politik, etik ve sosyokültürel) unsurların karşılıklı bağlantılarını içermektedir. Bu nedenle de öğrencilerin sistem düşüncesi ve sosyobilimsel konuları tartışırken disiplinler arası karmaşık problem çözme becerilerini geliştirmek gerekmektedir (Grohs vd., 2018; Peters, 2017). Alan yazınında, etkili problem çözme sürecinin, bireylerin bir sistemin yoksulluk veya biyolojik çeşitlilik kaybı gibi tek sosyal veya ekolojik yönlerini dikkate almak yerine, tüm karmaşık sistemlerin sistem parçaları arasındaki etkileşimleri anlamasını gerektirdiği vurgulanmaktadır (Krasny, 2009; Spellman vd., 2016).

Paewai vd. (2007) ise tam bu noktada problem çözme sürecinin, yeni ve yenilikçi çözümler yaratmayı, görünüşte ilgisiz bilgileri bütünleştirmeyi ve olasılıklar üzerine düşünmeyi içerdiğini vurgularken; geleneksel, mevcut olan mekanik düşüncenin öğrencilere ve karmaşık, ortaya çıkan disiplinler arası sorunların doğasına fayda sağlamadığına dikkat çekmektedirler. Holyoak (2011) ise çalışmasında esnek ve yenilikçi olarak tanımladığı sistem düşüncesini kullanan bireylerin kendi deneyimlerini problem çözme durumlarına uyarlama imkânına sahip olduklarını vurgulamıştır.

Problem çözme sürecindeki en önemli adım öğrencilerin geliştirdikleri çözüm teorilerinin yanı sıra öğrenme biçimlerinin de yeniden yapılandırılmasını sağlayan bir problem alanı belirlemektir. Aslında öğrenciler problem çözümüne yönelik modeller oluşturdıklarında, zihinsel modellerini dışsallaştırırlar ve zihinlerindeki soyut anlayışı görünür hâle getirirler. Böylece bilgileri üzerinde derinlemesine düşünebilir ve kendi öğrenmelerini veya problem çözme boşluklarını etkili bir şekilde tanımlayabilirler. Dolayısıyla öğrenciler bu süreç içinde sistemlerin karşılıklı karmaşık ilişkileri ve ortaya çıkan sistem davranışlarıyla da yüzleşmektedirler (Nersessian, 2008).

Sistem düşüncesi, herhangi bir problem çözme sürecinde disiplinler arası iletişimi, aktif entelektüel ekip çalışmasını teşvik eden eğitim programları geliştirmek için gerekli ortak kavramsal çerçeveyi ve kelime dağarcığını sağlamaktadır (Grant, 1998). Bu noktada öğrenciler düşüncelerini ifade etmeleri, karmaşık bilgilerini sunmaları, kendi ilerleyişlerini izlemeleri ve fikirler arasında daha önce fark edilmeyen yeni bağlantıları keşfetmeleri konusunda teşvik edilmelidirler. Üstbilişsel farkındalık olarak tanımlanan bu süreç öğrencilerin bağlantılar kurarak ve mekanizmalar sunarak anlamlı öğrenmenin sağlanmasına destek olmaktadır (Veenman & Van-Cleef, 2019).

Ruiz-Primo (2009), problem çözme sürecinin bilginin kavramsal olarak nasıl birbirine bağlandığına dair bilgi gerektirdiğini ve üstbilişsel farkındalığın ise bir problem çözme stratejisinin işe yarayıp yaramadığını yansıtmaya ve mevcut strateji işe yaramıyorsa başka bir stratejiye geçme becerisini içerdiğini belirtilmektedir. Üstbilişin bir problem çözme sürecinde çözüme yönelik çoklu refleksif düşünme yollarını veya düşünme senaryolarını takip etmeyi, düşünmeyi en uygun bir çözüme dönüştürmeyi gerektiren kilit bir beceri olduğu kabul edilmektedir (Rickey & Stacy 2000; Schraw vd., 2006).

Sistem düşüncesi de üstbilişsel farkındalığa benzer şekilde farklı değişkenlerin ve bakış açılarının birbiriyle nasıl ilişkili olduğunu anlamaya, etkili müdahale noktalarını belirlemeye yardımcı olmaktadır (Covitt vd., 2009; Hofman-Bergholm, 2018; Roychoudhury vd., 2017; Wiek vd., 2011). Öğrencilerin sistem düşüncesi becerileri geliştirilirken sistem bileşenlerini ve

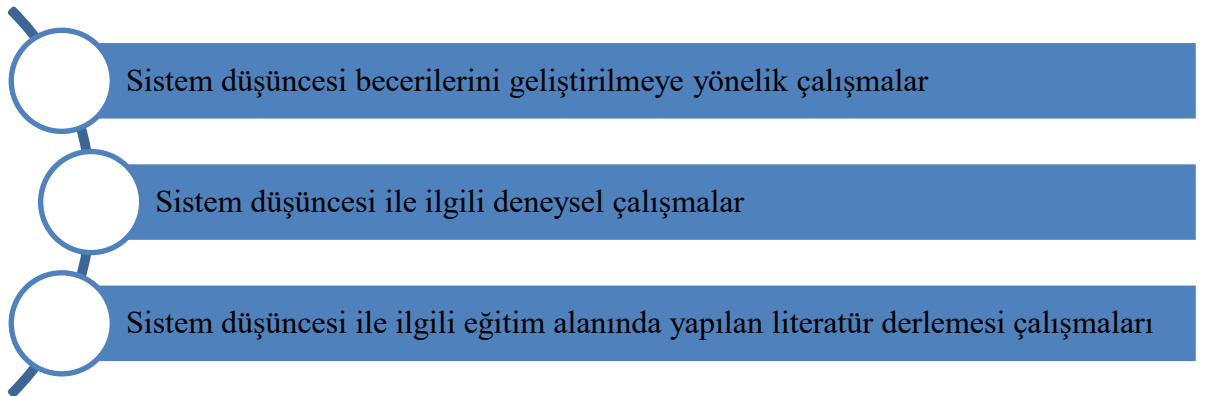
süreçlerini temsil eden bir dizi kelime verilmektedir. Öğrenciler kelimeleri bir diyagramda düzenlemekte ve ilişkilerini göstermek için kelimeler arasındaki bağlantıları göstermektedir. Öğrenciler diyagram üzerinde derinlemesine düşünür ve yeni kavramlar öğrenirken veya önceki fikirleri gözden geçirirken diyagramı düzenlerler (Ben-Zvi-Assaraf & Orion, 2005). Yani sistem düşüncesi, öğrencilerin karmaşık gerçek dünya sorunları hakkında bütünsel olarak düşünmelerine yardımcı olmaktadır (Peters, 2017). Bu sebeple sistem düşüncesi aynı zamanda üstbilişsel bir beceri olarak kabul edilmekte; öğrencilerin sistem düşüncesini öğrenme-öğretme süreçlerinde uygulama fırsatına sahip olmaları gerektiği vurgulanmaktadır (Eilam & Reisfeld, 2017; Hmelo-Silver vd., 2017).

Üstbilişsel farkındalık, öğrencilerin kendi düşüncelerini sorgulamalarını ve bilgilerindeki boşlukları belirlemelerini sağlamaktadır (Schraw vd., 2006). Bu bağlamda üstbilişsel farkındalık, bir problemi anlamak, etkili bir plan tasarlamak, izlemek ve yürütmek ayrıca sistem düşüncesi araçlarının kullanımı esnasında olası çözümleri değerlendirmek için stratejilerin etkin kullanımını ifade etmektedir (Aşık & Doğança-Küçük, 2021). Sonuç olarak üstbilişsel farkındalık, tutarsızlıkları ve sonuçları fark etme, kısıtlamaları belirleme ve bir temsilden diğerine geçme kavramları dâhil olmak üzere sistem düşüncesi beceri alanlarıyla büyük paralellikler göstermektedir.

İlgili Araştırmalar

Bu bölümde, araştırmanın konusu ile ilgili anahtar kavramlar (systems/system thinking, system dynamic) kullanılarak yapılan taramalar sonucunda ulusal ve uluslararası alan yazınındaki çalışmalar birlikte değerlendirilerek betimlenmeye çalışılmıştır. Bu bağlamda ulaşılan çalışmalar üç kategori altında incelenmiştir.

Şekil 10. Sistem Düşüncesi ile İlgili Yayın Kategorileri



Sistem Düşüncesi Becerilerini Geliştirilmeye Yönelik Çalışmalar

Yapılan alan yazını taraması sonucunda sistem düşüncesi becerilerini geliştirmeye yönelik çalışmalar kategorisindeki yayın sayısının daha fazla olduğu görülmüştür. Bu kategoride ulaşılan çalışmalar Tablo 1’de geçmişten günümüze doğru listelenerek; örneklem grubu, konu alanı ve araştırmanın amacı açısından incelenmiş; benzerlikleri ve farklılıkları ortaya konmaya çalışılmıştır.



Tablo 1. *Sistem Düşüncesi Becerilerini Geliştirilmeye Yönelik Araştırmaların Örneklem, Konu Alanı, Amaçlarına Göre Dağılımı*

Araştırma	Örneklem	Konu alanı	Amaç
Gillmeister (2017)	Okul öncesi öğrencileri	Çevre eğitimi	Günlük sınıf etkinlikleri aracılığıyla küçük çocukların sistem düşüncesi anlayışını ortaya çıkarmak amaçlanmıştır.
Feriver-Gezer (2018)	Okul öncesi öğrencileri	Sürdürülebilir kalkınma için eğitim	Okul öncesi öğrencilerinin sistem düşüncesi becerilerinin kavramsallaştırması ve erken çocukluk eğitimi bağlamı ile öğrencilerin sistem düşüncesi becerileri arasındaki ilişkinin incelenmesi amaçlanmıştır.
Grotzer ve Basca, (2003)	İlkokul öğrencileri	Fen bilimleri	Ekosistemler ünitesinde, nedensel odaklı etkinlikler aracılığıyla sekiz ve dokuz yaşındaki çocuklara domino, döngüsel ve karşılıklı nedensellik ile ilgili akıl yürütme becerilerini geliştirmek amaçlanmıştır.
Evagorou vd. (2009)	İlkokul öğrencileri	Fen bilimleri	Simülasyon temelli bir öğrenme ortamının ilkokul öğrencilerinin sistem düşüncesi becerilerini geliştirmesine etkisi incelenmiştir.
Ben-Zvi-Assaraf ve Orion (2010b)	İlkokul öğrencileri	Fen bilimleri	İlkokul öğrencilerinin karmaşık sistemlerle başa çıkıp çıkamayacakları sorusunu ele almışlardır.
Sommer ve Lücken (2012)	İlkokul öğrencileri	Fen bilimleri	Bu çalışmanın amacı ilkokul öğrencilerinin (9-11 yaş) sistem yeterliklerini ortaya çıkarmaktır.
Clark vd. (2017)	İlkokul öğrencileri	Fen bilimleri	Araştırmacılar ‘çevresel gösterge paneli’ kullanarak ilkokul öğrencilerinin sistem düşüncesi becerileri üzerindeki etkilerini incelemişlerdir.
Ben-Zvi-Assaraf ve Orion (2005)	Ortaokul öğrencileri	Fen Bilimleri	Ortaokul öğrencilerinin yerküre bilimi bağlamında sistem düşüncesi becerilerinin gelişimini araştırmak amacıyla hem sınıf içi hem de sınıf dışı mekân aktivitelerini multidisipliner bir öğrenme ortamı geliştirilmiştir.
Sweeney ve Stermen (2007)	Ortaokul öğrencileri ve öğretmenleri	Matematik	Öğrenci ve öğretmenler ile sistem kavramlarının anlaşılmasını sağlamak ve bunları test etmek için sistem düşüncesi araçları geliştirilmiştir.

Tablo 1. (Devamı)

Nuhoğlu (2009)	Ortaokul öğrencileri	Fen bilimleri	Sistem dinamiğinin ortaokul öğrencilerine örnek senaryolar ve STELLA programı yardımıyla tanıtılması, ayrıca öğrencilerin stok, akış, sebep-sonuç ilişkisi gibi kavramları ne derece anlayabildiklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.
Ben-Zvi-Assaraf ve Orion (2010a)	Ortaokul öğrencileri	Fen bilimleri	Bir su döngüsü öğretimi bağlamında ortaokul öğrencilerinin sistem düşüncesi algılarının gelişme sürecini incelenmiştir.
Riess ve Mischo (2010)	Ortaokul öğrencileri	Fen bilimleri	Sürdürülebilir Kalkınma için Eğitim alanında ortaokul öğrencilerinde sistem düşüncesini teşvik etmek için farklı öğretim yöntemlerinin etkililiği incelenmiştir.
Keynan vd. (2014)	Ortaokul öğrencileri	Fen Bilimleri	Ortaokul öğrencilerinin ekolojik öğrenme ünitesi bağlamında sistem düşünme becerilerinin gelişimi değerlendirilmiştir.
Nuhoğlu (2014)	Ortaokul öğrencileri	Sosyobilimsel konular	Sosyobilimsel konular aracılığı ile öğrencilerin sistem dinamiği yaklaşımını tanımları ve modeller geliştirmeleri amaçlanmıştır. Ayrıca bu modeller belli kriterler çerçevesinde de değerlendirilmiştir.
Hrin vd. (2016)	Ortaokul öğrencileri	Kimya	Organik kimya dersinde sistemik sentez sorularının uygulanmasıyla öğrencilerin sistem düşünme becerilerinin geliştirilmesi ve değerlendirilmesi amaçlanmıştır.
Roychoudhury vd. (2017)	Ortaokul öğrencisi ve öğretmeni	Fen bilimleri	Açık uçlu maddeler kullanarak öğrencilerin başarılarındaki ayrıntıları ve iklim değişikliği ve iklim sistemi hakkında düşünürken karşılaşılan zorluklar belirlenmiştir.
Ormancı vd. (2018)	Ortaokul öğrencileri	Fen Bilimleri	Ortaokul altıncı sınıf öğrencilerinin sistem düşüncesi becerilerine ilişkin durumlarının belirlenmesi amaçlanmıştır.
Mambrey vd. (2020)	Ortaokul öğrencileri	Ekoloji	Çalışmada, sistem düşüncesinin düzeyleri ve becerilerine dayalı ekoloji modelinin 5. ve 6. sınıf öğrencilerinin sistem düşüncesi becerileri ve düzeyleri üzerindeki etkisi incelenmiştir.
Pierson ve Brady (2020)	Ortaokul öğrencileri	Ekosistem	Somatlaştırılmış modelleme etkinliklerinin yinelenmeli olarak iyileştirilmesinin diğer modellerle, gerçek dünya fenomenleriyle ve çok modlu temsillerle bağlantıları nasıl güçlendirdiğinin incelenmesi amaçlanmıştır.

Tablo 1. (Devamı)

Eberbach vd. (2021)	Ortaokul öğrencileri	Fen bilimleri	Ortaokul öğrencilerinin su ekosistemlere ilişkin karmaşık anlayışları nasıl oluşturdıklarının incelenmesi amaçlanmıştır.
Mambrey vd. (2022)	Ortaokul öğrencileri	Fen bilimleri	Öğrencilerin bir besin zinciri ekosistemini incelerken sesli düşünme çalışması ile ekosistemler hakkındaki akıl yürütmeyi etkileyen faktörleri belirlemek amaçlanmıştır.
Tripto vd. (2013)	Lise öğrencileri	Biyoloji	Kavram haritası kullanılarak lise öğrencilerinin sistem düşüncesi becerileri değerlendirilmiştir.
Ben-Zvi-Assaraf vd. (2013)	Lise öğrencileri	Biyoloji	Çalışmada onuncu sınıf öğrencilerinin biyoloji öğretim programının “İnsan vücudu, homeostaziyi vurguluyor” ünitesi aracılığı ile insan vücudunu bir sistem olarak algılama yeteneklerinin boyutunu belirlemek amaçlanmıştır.
Vachliotis vd. (2014)	Lise öğrencileri	Kimya	Çalışmanın amacı, 11. sınıf öğrencilerinin organik kimya kavramlarına ilişkin anlayışlarını belirlemek ve aynı zamanda alandaki sistem düşüncesi becerilerini değerlendirmek için değerlendirme şemaları geliştirmektir.
Bergan-Roller vd. (2018)	Lise öğrencileri	Biyoloji	Hesaplamalı model simülasyonları aracılığı ile hücresel solunumu dersinin öğrencilerin sistem düşüncesi becerilerini ve kavramsal bilgiyi geliştirmedeki etkililiğinin incelenmesi amaçlanmıştır.
Çakmak (2019)	Lise öğrencileri	Biyoloji	Sistem düşüncesi becerilerinin kelebeğin yaşam döngüsü bağlamında incelenmesi amaçlanmıştır.
Gilissen vd. (2020)	Lise öğrencileri	Biyoloji	Lise öğrencilerinin biyoloji eğitiminde sistem düşüncesini uygulamak için tasarım kılavuzları hazırlamak amaçlanmıştır.
Bielik vd. (2022)	Lise öğrencileri	Kimya	Çalışmada, bir sistem modelleme ünitesinin sınıfta hayata geçirilmesi sırasında 10. sınıf öğrencilerinin gelişimlerinin incelenmesi amaçlanmıştır.
Karaarslan (2016)	Öğretmen adayları	Sürdürülebilirlik için eğitim	Fen bilgisi öğretmenlerine yönelik sistem düşüncesine uygun eğitim modelinin geliştirilmesi ve etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır.

Tablo 1. (Devamı)

Taşdelen (2016)	Öğretmen adayları	Biyoloji	Biyoloji öğretmen adaylarının sistem düşüncesi becerilerinin geliştirilmesi amaçlanmıştır.
Öztaş (2018)	Öğretmen adayları	Sürdürülebilir kalkınma	Gerçek yaşam öyküleri aracılığı ile fen bilimleri öğretmen adaylarının sistem düşüncesi becerilerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.
Uskola ve Puig (2022)	Öğretmen adayları	Sağlık bilgisi	Öğretmen adaylarının gelecekteki salgınları önlemeye yönelik eylemler önermeleri için eylemlilik ve sistem düşünme yeterliliklerini incelemek amaçlanmıştır.
Rosenkränzer vd. (2017)	Öğretmen	Sürdürülebilir kalkınma için eğitim	Öğretmen adaylarının sistem düşüncesi becerilerini geliştirmek için üç farklı müdahalenin (teknik ders, didaktik ders ve karma ders) etkileri araştırılmıştır.
Nguyen vd. (2012)	Yetişkinler	Sürdürülebilirlik	Hazırlanan eğitim oturumları ile yetişkinlerin kendi çalışma alanlarını sistem düşüncesine entegre etmeleri amaçlanmıştır.

Tablo 1'e göre, sistem düşüncesi becerilerini geliştirmeye yönelik gerçekleştirilen yayınlar genel olarak değerlendirildiğinde;

- ✓ Büyük çoğunluğunun ortaokul öğrencileri ile gerçekleştirildiği, yanı sıra okul öncesi, ilkokul, lise öğrencileri ile de çalışmalar yapıldığı görülmektedir. Son yıllara doğru ise az sayıda da olsa öğretmen adayı, öğretmen ve yetişkinler ile de yapılan çalışmalar dikkati çekmektedir.
- ✓ Ayrıca sistem düşüncesi becerilerinin geliştirilmesi için seçilen konu alanının ise çoğunlukla fen bilimleri dersi olduğu, bunun yanı sıra biyoloji, sürdürülebilirlik, sosyobilimsel konular, çevre eğitimi ve matematik konu alanları ile ilgili de çalışmalar yapılmıştır.
- ✓ Bu kategorideki çalışmaların her biri örneklem grubunun sistem düşüncesi becerilerini geliştirmek için farklı yöntemler kullandıklarını ifade etmişlerdir.
- ✓ Üstelik son on yılda yapılan çalışmaların sayısının arttığı da görülmektedir.

Aşağıda sistem düşüncesi becerilerini geliştirmeye yönelik çalışmalar, örneklem grubu benzerliği (okul öncesi, ilkokul, ortaokul, lise, öğretmen adayı, öğretmen ve yetişkin şeklinde) açısından bir araya getirilerek ayrıntılı olarak yer verilmiştir.

Öncelikle okul öncesi öğrencilerinin sistem düşüncesi becerilerinin geliştirilmesine yönelik çalışmalar incelenmiştir. Gillmeister (2017) tarafından Kuzeydoğu Amerika Birleşik Devletleri'ndeki bir anaokulu sınıfında günlük sınıf etkinlikleri yoluyla küçük çocukların sistem düşüncesi anlayışını ortaya çıkarmak amaçlanmıştır. Nitel araştırma yöntemi ile tasarlanan çalışmaya yirmi öğrenci katılmıştır. Sesli okuma, su oyunu, yapılandırılmış ve yarı yapılandırılmış görüşmeler aracılığı ile öğrencilerin grafik yorumlaması ve oluşturması sağlanmıştır. Öğrenci gözlemlerinden ve görüşmelerinden elde edilen veriler kodlanarak analiz edilmiştir.

Çalışmanın verilerinden okul öncesi öğrencilerinin stok akış diyagramları, geri bildirim döngüleri ve zaman boyunca davranış grafikleri gibi basit sistem düşüncesi araçlarını kullanma becerilerine sahip oldukları ortaya çıkmıştır. Ayrıca çalışmanın sonucunda; okul öncesi öğrencilerinin temel sistem düşüncesi araçlarını kullanarak akıl yürütme becerisine hazır oldukları vurgulanmış, sistem düşüncesi etkinliklerinin formal ve informal öğrenme ortamlarına dâhil edilmesi gerektiği önerilmiştir. Çocukların temel sistem düşüncesi kavramlarını anlama yeteneğine sahip oldukları bilgisi, erken çocukluk eğitimcileri, öğretim programı geliştirenleri, öğretmen yetiştirme programları, profesyonel geliştiriciler ve politika yapımcılar için önemli olduğu vurgulanmıştır.

Okul öncesi öğrencilerinin sistem düşüncesi becerilerini geliştirilmeye yönelik yapılan bir diğer çalışma ise Feriver-Gezer (2018) tarafından doktora tezi olarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmada dört ile altı yaş arasındaki okul öncesi öğrencilerinin sistem düşüncesi becerilerinin kavramsallaştırması ve erken çocukluk eğitimi bağamları ile öğrencilerin sistem düşüncesi becerileri arasındaki ilişkinin incelenmesi amaçlanmıştır. Araştırmanın bulgularından yola çıkılarak okul öncesi öğrencilerinin sistem düşüncesi açısından ele alınan kademeli değişimler, iki basamaklı domino ve/veya çoklu tek yönlü nedensellik ve negatif geri beslemeyi tespit etme gibi bağlamlarda oldukça karmaşık bir anlayış geliştirdikleri sonucu elde edilmiştir. Ayrıca, öğrencilerin pozitif geri besleme, görünmeyen bileşenlerin ve sürecin belirlenmesi, çok yönlü bakış açısının sergilenmesi, problem çözme ve sistemin gelecekteki davranışlarının tahmin edilmesi gibi bağlamlarda da kapasitelerinin sınırlı olduğu sonucu ortaya çıkmıştır.

Feriver-Gezer (2018) tarafından yapılan bu araştırmanın sonucunda, öğrencilerin sistem düşüncesi becerilerine etki edebilecek değişkenlere ilişkin de çıkarımlarda yapılmıştır. Bu değişkenler; öğrencinin yaşı, dil gelişimi, okul öncesi eğitim kurumuna devam etme süresi, öğrencinin çatışma çözme becerilerinin kolaylaştırılması, öğrencilere sistemleri görme ve sistemlere dokunma gibi deneyimler yaşatılması, öğrencilerin öğrenme deneyimlerinin proje tabanlı öğrenme yaklaşımı ile derinleştirilmesi, eleştirel düşünme süreçlerinin işletilmesi, bilişsel olarak zorlayıcı sorular sorulması, öğretmenlerin sistem anlayışlarının yoksunluğu şeklinde ifade edilmiştir. Bununla birlikte çalışmanın sonucunda var olan alan yazınının öne sürdüğünün aksine küçük çocukların sistem düşüncesi ile ilgili daha karmaşık anlayış belirttikleri de vurgulanmıştır.

İlkokul öğrencilerinin sistem düşüncesi becerilerini geliştirmeye yönelik çalışmalar incelendiğinde ise; Evagorou vd. (2009) tarafından simülasyon temelli öğrenme ortamının ilkokul öğrencilerinin sistem düşüncesi becerilerinin geliştirilmesine etkisini araştırdıkları çalışma dikkati çekmiştir. Çalışmada simülasyonların sistemlerin dinamik doğasını vurgulama potansiyeline sahip oldukları için sistem düşüncesini geliştirme çabalarında önemli araçlar olduğu vurgulanmıştır. Araştırmacılar sistem düşüncesinin öğrenme ortamına etkisini araştırmak için uygulamadan önce ve sonra iki yazılı test uygulamışlardır.

Çalışmadan elde edilen bulgular, ilkokul öğrencilerinin sistem düşüncesi becerilerini geliştirme potansiyeline sahip olduklarını göstermiştir. Ayrıca önerilen öğrenme ortamının (nispeten kısa bir öğrenme sürecinde) bazı sistem düşüncesi becerilerinde önemli gelişmelere katkı sağladığı vurgulanmıştır. Ancak, araştırmacılar hazırladıkları öğrenme ortamının sistem düşüncesi aşamalarından biri olan geribildirim düşüncesini teşvik etmede başarılı olmadığını

da belirtmişlerdir. Elde edilen bu sonuçlar, öğrencilerin karşılaştıkları zorluklar ışığında yorumlanmıştır.

Ben-Zvi-Assaraf ve Orion (2010b) tarafından gerçekleştirilen bir diğer çalışma da ise ilkokul öğrencilerinin karmaşık sistemlerle başa çıkıp çıkamayacakları sorusu ele alınmıştır. Araştırmanın çalışma grubunu 40 ilkokul dördüncü sınıf öğrencisi oluşturmuştur. Öğrenciler araştırma yöntemine dayalı yerküre sistemi üzerindeki su döngüsüne odaklanarak çalışmışlar gerçekleştirmiştir. Hazırlanan etkinlik programı laboratuvar simülasyonları ve deneyleri, açık hava öğrenme ortamında su döngüsünün bileşenleri ve süreçleri, doğrudan etkileşim ve bilgi entegrasyonu ile ilgili etkinlikleri içermektedir. Öğrencilerin sistem düşüncesi becerileri başlangıç seviyesinde olmasına rağmen, çoğu su döngüsü sistemi bileşenlerini ve süreçlerini analiz edebilmiştir.

Araştırmanın sonucu olarak öğrenciler bir sistemin bileşenleri arasındaki ara bağlantıları fark etmişlerdir. Çalışmada ayrıca, bazı öğrencilerin çeşitli yerküre sistemleri arasındaki ilişkileri ve su döngüsü sisteminin gizli kısımlarını belirlemek gibi daha yüksek sistem düşünme yeteneklerine ulaştığı da vurgulanmıştır. Üstelik araştırmacılar, sınıf dışı öğrenme ortamlarının, laboratuvar destekli etkinliklerin ve araştırma inceleme yoluyla öğrenmenin de dördüncü sınıf öğrencilerinin erken yaşlarda temel sistem düşüncesi becerilerini geliştirme kapasitesine katkıda bulunduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılar bu sonuçlardan yola çıkarak, sistem düşüncesi her ne kadar üst düzey düşünme becerisi olarak kabul edilse dahi ilkokulda bir dereceye kadar geliştirilebileceğinin altını çizmişlerdir.

Clark vd. (2017) ise alan yazınında ilkokul öğrencilerinin sistem düşüncesi becerilerini geliştirmek amacıyla çok az araştırmanın olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılar “çevresel gösterge paneli” kullanarak ilkokul öğrencilerinin sistem düşüncesi becerileri üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Çevresel gösterge paneli düşünce ve davranışı etkilemek için tasarlanmış ‘sosyoteknik’ geribildirim kullanan bir teknolojidir. Bu panel topluluk kaynaklarının kullanımına ilişkin gerçek zamanlı bilgileri, topluluk üyelerinin çevre yanlısı eylemlerini yansıtan görüntüler ve kelimelerle birleştirmektedir. Yapılan çalışmanın sonucunda gösterge panelinin sistem düşüncesi becerileri üzerinde ölçülebilir bir etkisi olmadığı ifade edilmiştir. Bu araştırmanın bir sonraki aşamasında panel dördüncü ve beşinci sınıflarda elektrik konusuna entegre edilmiş; bu entegrasyonun hem sistem düşüncesi becerilerinin gelişimine hem de içeriğin akılda tutulmasına katkıda bulunduğuna vurgulanmıştır.

Sommer ve Lücken (2012) ise benzer şekilde ilkokul öğrencilerinin sistem düşüncesi becerilerini ortaya çıkarmayı amaçladıkları çalışma yürütmüşlerdir. Araştırmacılar sistem düşüncesi becerilerinin değerlendirilebilmesi için bir çerçeve geliştirmişlerdir. Bu çerçeve,

sistem modelleme becerilerini ve sistem özellikleriyle başa çıkma becerisini ortaya koymaktadır. Araştırma ön test son test deneysel tasarımıda, 363 ilkokul öğrencisi ile gerçekleştirilmiştir. Öğrencilerin bir biyolojik sistemin modelini oluşturma ve belirli sistem özelliklerini tanıma becerilerini tespit etmek için anket ve kavram haritaları kullanılmıştır. Araştırmanın sonucunda ise ilkokul öğrencilerinin sistemi modelleme becerilerinin, değişikliklerin sonuçlarını tahmin etme veya bir sistemdeki karmaşık etkileri değerlendirme gibi sistem özellikleriyle başa çıkma becerilerinden daha yüksek olduğu görülmüştür.

Yapılan alan yazını incelemesinde, sistem düşüncesi araçları kullanılarak sistem düşüncesi becerilerinin geliştirildiği çalışmalar da dikkati çekmiştir. Bu çalışmaların daha çok ortaokul öğrencileri ile gerçekleştirildiğini söylemek mümkündür. Ben-Zvi-Assaraf ve Orion (2005) tarafından ortaokul öğrencilerinin yerküre sistemi bağlamında sistem düşüncesi becerilerini geliştirmek amacıyla hem sınıf içi hem de sınıf dışı etkinliklerini içeren disiplinler arası öğrenme ortamı geliştirilmiştir. Çalışmada çeşitli anketler, çizim analizi, kelime ilişkilendirme, kavram haritaları, görüşme ve gözlem gibi çeşitli ölçme araçları kullanılmıştır. Bu araçlar, özellikle su döngüsü bağlamında sistem düşüncesi becerilerini ölçmek için kullanılmıştır. Sonuçlar öğrencilerin süreçte anlamlı bir gelişme gösterdiklerini ve su döngüsü bağlamında en yüksek sistem düşüncesi beceri düzeyine ulaştıklarını ortaya koymuştur.

Sweeney ve Sterman (2007) tarafından yapılan bir diğer çalışmada ise sistem dinamikleri topluluğunun birçoğunun çocukların doğal sistem düşünürleri olduğunu vurgulamışlardır. Ayrıca çalışmada ortaokul öğrencileri ve öğretmenlerinin sistem düşüncesi araçlarında olan; geri bildirim, stoklar ve akışlar, zaman gecikmeleri ve doğrusal olmayan bağlantıları gündelik ortamlara nasıl entegre ettikleri incelenmiştir. ABD’de iki ortaokuldan öğrenci ve öğretmenler ile sistem kavramlarının anlaşılmasını sağlamak ve bunları test etmek için araçlar geliştirilmiştir.

Araştırmacılar bazı istisnalar dışında, genellikle öğrencilerin sınırlı sistem düşüncesi becerilerinin olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Öğrencilerde genellikle ‘açık döngü’ veya ‘tek yönlü nedensel düşünmenin’ yaygın olduğu belirtilmiştir. Öğrencilerin yaptıkları açıklamalardan zamansal gecikmelere atıfta bulunulmadıkları, stok ve akış yapılarında da önemli yanlış anlamaların ortaya çıktığı belirtilmiştir. Araştırma sonucunda öğretmenlerin öğrencilerden daha iyi performans gösterdiği de vurgulanmıştır. Ayrıca çalışmada, öğrencilerin ve öğretmenlerin sezgisel dinamik sistem modellerinin doğası, dinamik sistemleri anlamayı engelleyen faktörler ve sistem kavramın etkili öğretimi için gerekli olan uygulamalar da tartışılmıştır.

Nuhoğlu (2009) ise sistem dinamiğinin sistemlerin zamanla nasıl değiştiğini anlamak için eğitim alanı dışında uzun süreden beri kullanılan bir yöntem olduğunu vurgulamaktadır. Araştırmacı sistem dinamiği çalışmalarının mühendislik, işletme yönetimi, ekonomi ve fizik, kimya, biyoloji gibi çeşitli bilim alanlarında önemli gelişmelere neden olduğunu belirtmektedir. Yazar, bu gelişmeleri takip eden bazı araştırmacıların sistem dinamiği yaklaşımını eğitimin kalitesini artırmak amacıyla sınıf ortamlarında uygulamaya başladıklarını belirtmektedir. Nuhoğlu (2009) ortaokul öğrencileri ile gerçekleştirdiği çalışmasının ilk aşamasında örnek senaryolar ve STELLA programı aracılığıyla sistem dinamiği yaklaşımının temel elemanlarını tanıtmıştır. Araştırmacı çalışmanın sonraki aşamasında ise ortaokul öğrencilerinin stok, akış, sebep-sonuç ilişkisi gibi kavramları ne derece anlayabildiklerini tespit etmeye çalışmıştır. Araştırmanın sonucunda, ortaokul öğrencilerinin sistem elemanlarını tanımayı sağlayan dört farklı senaryo üzerinden bir sistemi nasıl modelledikleri gözlemlenerek, modelleme becerilerinin sınıf düzeylerine göre arttığı bulunmuştur.

Ben-Zvi-Assaraf ve Orion (2010a) ise ortaokul öğrencilerinin su döngüsü öğretimi bağlamında sistem düşüncesi algılarının gelişme sürecini incelemiştir. Özel olarak tasarlanmış sorgulamaya dayalı bir müdahaleden geçen dört ortaokul öğrencisi, bir yıllık sistem temelli öğrenme programını tamamlamadan önce, sırasında, hemen sonrasında ve altı yıl sonra yakından gözlemlenmiştir. Araştırmada kullanılan veri toplama araçları; gözlem formu, yarı yapılandırılmış görüşme ve bir dizi ‘kavram görüntüleme’ araçlarını (çizimler, kavram haritaları) içermektedir. Araştırma sonuçları; öğrencilerin zihinsel modellerinin geliştiği ve zamanla değişmeyen öğrenme kalıplarına dayalı olarak öğrenilen materyali hatırladıkları şeklinde ifade edilmiştir. Üstelik araştırmacılar öğrencilerin sistem modellerinin niteliği ve kalıcılığını arttırmak için, öğrenme deneyimleri ve özellikle sistemlerin inşasında özel bir öneme sahip olan üstbilişsel öğrenme modelinden de yararlanmak gerektiğini vurgulamışlardır.

Riess ve Mischo (2010) ise yaptıkları çalışmalarını Sürdürülebilir Kalkınma için Eğitim alanında sistem düşüncesini teşvik etmek için farklı öğretim yöntemlerinin etkinliği üzerine kurgulamışlardır. Araştırmacılar sistem düşüncesini kullanmak için tasarlanmış özel dersler, ‘ekosistem ormanı’ konusunda bilgisayar simülasyonlu bir senaryo ve hem özel derslerin hem de bilgisayar simülasyonunun bir kombinasyonu tasarlamışlardır. Bu gruplar daha sonra bir kontrol grubuyla karşılaştırılmıştır. Almanya’daki 424 ortaokul altıncı sınıf öğrencisinin sistem düşüncesi becerilerini değerlendirmek için bir anket kullanılmıştır. Kontrol değişkenleri olarak mantıksal düşünme, okuldaki notlar, bellek aralığı ve motivasyonel hedef yönelimi kullanılmıştır. Ön test son test kontrol grubu tasarımına göre, sadece hem özel eğitim alan hem de bilgisayar simülasyonu ile çalışan öğrencilerin başarı puanlarında önemli bir artış olduğu

görülmüştür. Gerek bilgisayar simülasyonu koşulunda gerekse bilgisayar simülasyonu ve ders koşulu kombinasyonunda öğrencilerin gerekçelendirme puanı yükselmiştir. Çalışmanın sonucunda, gerçekçi bilgisayar simülasyonlarını kullanarak çeşitli sistem düşüncesi becerilerini geliştirmenin olasılıkları ve sınırları tartışılmıştır.

Sistem düşüncesi becerilerinin ortaokul seviyesinde incelendiği bir başka çalışmada da Keynan vd. (2014) çevre konularının derinlemesine anlaşılması için karmaşık sistemlerin anlaşılmasının şart olduğunu belirtmişlerdir. Bu amaçla araştırmacılar, ortaokul öğrencilerinin sistem düşüncesi becerilerini yerküre ünitesindeki gelişimi üzerinden değerlendirmişlerdir. Çalışmada aynı araştırmacı ekibin daha önce geliştirdikleri Sistem Düşüncesi Hiyerarşisi (STH) modeli kullanılmıştır. Araştırmanın sonucunda ise ortaokul öğrencilerinin çoğunun STH’nde daha yüksek bir seviyeye ilerlediği ve ekolojik olayları genelleme yeteneklerini geliştirdiği vurgulanmıştır.

Sistem düşüncesi hiyerarşisinin kullanıldığı bir diğer çalışma da Ormancı vd. (2018) tarafından gerçekleştirilmiştir. Durum çalışması olarak gerçekleştirilen çalışmada ortaokul altıncı sınıf öğrencilerinin sistem düşüncesi becerilerine ilişkin durumlarının tespit edilmesi amaçlanmıştır. Çalışmanın örneklemini 207 ortaokul altıncı sınıf öğrencisi oluşturmuştur. Veri toplama aracı olarak, sistem düşüncesi becerilerine ilişkin vücudumuzdaki sistemler ünitesine yönelik açık uçlu sorulardan oluşan anket formu kullanılmıştır. Anket sorularının analizi ise araştırmacılar tarafından geliştirilen rubrik yardımı ile gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın sonucunda, ortaokul öğrencilerinin sistem düşüncesi becerilerinin yetersiz düzeyde olduğu, özellikle genelleme yapabilme boyutunda çok düşük seviyede oldukları tespit edilmiştir. Araştırmacılar, genelleme yapma ve sonuç çıkarma becerilerinin üst düzey düşünme becerileri arasında yer aldığını belirterek sonucu bu açıdan yorumlamışlardır.

Nuhoğlu (2014) tarafından gerçekleştirilen bir başka çalışmada ise sosyobilimsel konular aracılığı ile ortaokul öğrencilerinin bir sistemi tanımalarına ve analiz etmelerine yardımcı olacak modeller geliştirmeleri sağlanarak, bu modellerin belli ölçütler çerçevesinde incelenmesi ve değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Çalışmanın sonuçları incelendiğinde, öğrencilerin bir sistemdeki stoğu ve akışı belirlerken problem yaşadıkları, bir sistemi bütün olarak algılamada zorluk çektikleri, sistemi oluşturan unsurlar arasında ilişkiyi doğru bir şekilde kuramadıkları görülmüştür. Ancak öğrencilerin sistem modellemesine yönelik ilgilerinde olumlu gelişmeler gösterdikleri tespit edilmiştir.

Raved ve Yarden (2014) ise yaptıkları çalışmalarında okulda öğrencilerin sistem düşüncesi becerilerini geliştirmenin geniş bir sorunla başa çıkmak için yararlı araçlar sağlayabileceğini vurgulamışlardır. Öğrencilere karar vermede yardımcı olabilecek etkili

araçlar geliştirmeye ihtiyaç olduğu belirtilmiştir. Yapılan çalışmada ortaokul öğrencilerinin insanın dolaşım sistemi bağlamında sistem düşünme becerileri geliştirilmeye çalışılmıştır. Öğretme ve öğrenme materyalleri geliştirmek için bir model tasarlanmıştır. Ayrıca çalışmada öğrencilerin sistem düşünme becerileri resmedilmiştir. Yedinci sınıf öğrencileri insan dolaşım sistemi hakkında sistem düşüncesi becerisi kazanmışlardır. Öğrencilerin sistem düşüncesi bileşenlerini karakterize etmek için kavram haritaları kullanılmıştır. Çalışma bulguları önemli bir gelişmeyi göstermektedir. Öğrencilerin sistem bileşenlerini ve meydana gelen süreçleri tanıma yeteneği sistem içinde ve ayrıca farklı organizasyon seviyeleri arasındaki ilişkiler öğrenme sürecini takip etmiştir. Böylece öğrenciler sistemlerin bileşenlerini ve süreçlerini ilişkiler çerçevesinde organize etmeyi başarmışlardır.

Hrin vd. (2016) fen eğitimi alanında yapılan birçok çalışmanın sistem düşüncesinin derslerde geliştirilmesi gereken çok önemli bir üst düzey düşünme becerisi olduğu gerçeğini vurgulamışlardır. Araştırmacılar sadece ortaokul öğrencilerinin sistem düşünme becerilerini tespit etmek değil, aynı zamanda öğrencilere gelişimlerinin karmaşık sürecinde de yardımcı olmayı amaçlamışlardır. Bu amaç doğrultusunda yeni öğretim ve değerlendirme araçları olan sistemik sentez soruları oluşturulmuş ve organik kimya derslerinde bir deney ve bir kontrol grubuyla çalışma gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar, yeni öğretim yönteminin uygulandığı gruptaki öğrencilerin geleneksel yöntemle eğitim gören gruptaki öğrencilere göre üç farklı sistem düşüncesi türünde daha yüksek performans puanları elde ettiğini göstermiştir. Gruplar arasındaki en büyük farkın, sistem düşüncesi yapısının en karmaşık boyutunda olduğu ortaya çıkmıştır.

Roychoudhury vd. (2017) ise açık uçlu maddeler kullanarak öğrencilerin başarılarındaki ayrıntıları ve iklim değişikliği, iklim sistemi hakkında karşılaştıkları zorlukları değerlendirmişlerdir. Bu çalışmaya yedinci ve sekizinci sınıflardan 12 öğretmen ve 457 öğrenci katılmıştır. Ön test ve son test sonuçları, öğrencilerin bilgi düzeyinde önemli bir kazanım elde ettiklerini göstermiştir. Ancak daha da önemlisi, öğrenci yanıtlarının niteliksel analizi, iklimin değiştiğini öğrendiklerini ancak değişkenler arasında doğrusal bir bağlantı kurduklarını göstermiştir. Öğrencilerin bağlantılı bir bilgi bütünü veya bir sistem olarak iklim anlayışı geliştiremedikleri sonucuna yer verilmiştir. Üstelik gelecekteki araştırmaların birbiriyle bağlantılı bir sistem olarak iklim değişikliği bağlamında öğretim programı geliştirme, etkili sistem pedagojisi, değerlendirme ve öğretmen gelişimi gibi konulara odaklanması gerektiği önerilmiştir.

Mambrey vd. (2020) tarafından gerçekleştirilen çalışmada ise bir sistemin özelliklerinin sistem düşüncesi becerileri ve düzeyleri üzerindeki etkisi incelenmiştir. Beşinci ve altıncı

sınıflardan 196 öğrenciye 36 maddelik çoktan seçmeli test uygulanmıştır. Coğrafyadaki sistem düşüncesinin düzeyleri ve becerilerine ilişkin en son anlayışları ekoloji içeriğine dâhil eden bir sistem düşüncesi modelini uygulanmıştır. Madde Yanıt Teorisi yaklaşımını takip ederek, ekolojideki karmaşık sistemleri anlamak için gerekli olan bir dizi sistem düşünme becerisini doğrulanmıştır. Sistem organizasyonunu tanımlama, sistem davranışını analiz etme ve sistem modelleme gibi. Bir sistemin genel prensibinin mi yoksa sisteme özgü özelliklerinin mi öğrenciler için zorluk yarattığını belirlemek için bireysel beceri düzeylerinin ayırt edilip edilemeyeceği incelenmiştir.

Çalışmanın sonucunda, ekosistemler içindeki ilişki türü (örneğin, yırtıcı-av) gibi sistem özelliklerinin, seviyelerin oluşumunu belirlediğini göstermiştir. Öğrencilerin en çok doğrudan neden sonuç ilişkileri ile dolaylı etkiler arasındaki fark konusunda zorluk yaşadıkları ortaya çıkmıştır. Araştırmacılar sistem düşüncesinin çeşitli açılardan incelenmesi gerektiğini, disiplinler arası öğrenmeyi teşvik etmek için alanlar arasındaki temel ortak noktaları tanımlayan ve sistem özelliklerine yer bırakan bir sistem düşünme modeline ihtiyaç olduğunu vurgulamışlardır.

Eberbach vd. (2021) ise ortaokul öğrencilerinin su ekosistemlerine ilişkin anlayışlarının gelişimini incelemişlerdir. Yapı-Davranış-İşlev teorisini organize edici bir kavramsal temsil olarak kullanan daha geniş bir tasarım araştırması çalışmasının parçası olarak, gölet ve akvaryum ortamlarına odaklanan iki öğretim birimi oluşturmuşlardır. Araştırmacılar teknoloji açısından zengin bir öğretimi deney öncesinde, sırasında ve sonrasında toplanan 70 ortaokul öğrencisinin su ortamlarına ilişkin çizimlerini kodlayarak ve analiz etmişlerdir. Seviyeler içindeki ve arasındaki ilişkiyi incelemek için hiyerarşik doğrusal modelleme analizi kullanılmıştır. Bu, öğrencilerin su ekosistemlerine ilişkin giderek daha tutarlı bir anlayışa doğru çok boyutlu yörüngeler izlediklerini ortaya koymuştur.

Sistem düşüncesi beceri hiyerarşisini lise düzeyinde çalışan Tripto vd. (2013) ise kavram haritasının etkinliğini öğrencilerin sistem düşüncesi için bir değerlendirme aracı olarak incelemişlerdir. Araştırmacılar, kavram haritalarının öğrencilerde gerçekleşen sistem düşüncesi beceri gelişiminin ayrıntılı resmini sunan araçlar olduğunu vurgulamışlardır. Öğrencilerin kavram haritalarının içeriği, sistem düşüncesinin sekiz hiyerarşik özelliğe veya yeteneğe göre sınıflandırıldığı bir model olan STH modeli kullanılarak öğrencilerin sistem düşüncesi hakkında bilgiye çevrilmiştir. Amaç, lise öğrencilerinin beden sistemik doğasını anlamalarını karakterize etmek için haritaları kullanmaktır. Bunu yapmak için, öğrencilerin hiyerarşi, homeostaz ve dinamizm gibi sistemlerin üç ana unsurunu anlamaları sağlanarak daha sonra bu anlayış STH modelinin hiyerarşik aşamalarındaki yerine göre analiz edilmiştir. 11. sınıf

biyoloji bölümleri tarafından yapılan 48 kavram haritasının kapsamlı nitel veri analizi, kavram haritasının gücünün, sistem düşüncesinin ilk iki seviyesini (analiz ve sentez) tanımlama yeteneğinde olduğunu göstermiştir. Bununla birlikte, üçüncü ve en yüksek düzeyde, özellikle öğrencilerin çizimleri, homeostazı ve zamansal düşünme kapasitelerini anlama konusunda veri elde etmede daha az başarılı olduğu bulunmuştur.

Ben-Zvi-Assaraf vd. (2013) ise yaptıkları çalışmalarında sekiz okuldan 120 onuncu sınıf öğrencisinin biyoloji öğretim programının ilk aşaması olan “İnsan Vücudu Homeostaziyi Vurguluyor” ünitesini tamamladıktan sonra, insan vücudunu bir sistem olarak algılama yeteneklerinin boyutunu belirlemeyi amaçlamışlardır. Öğrencilerin sistem düşüncesi becerileri, artan zorluk sırasına göre piramit tarzında düzenlenmiş üç ana seviyeye ayıran STH düşünme modeline göre analiz edilmiştir. 1. Sistem bileşenlerinin analizi; bileşenleri tanımlama yeteneği insan vücudu sisteminde mevcut olan süreçler ve süreçler. 2. Sistem bileşenlerinin sentezi; sistem içindeki dinamik ilişkileri tanımlama yeteneği. 3. Uygulama; sistemdeki kalıpları genelleştirme, tanımlama ve sistemin gizli boyutlarını belirleme becerisi. Bu çalışma öğrencilerin, bileşenleri tanımlamaya yönelik birincil STH seviyesinin ötesinde sistem düşüncesini başarıma konusunda büyük ölçüde yetersiz olduklarını ortaya koymuştur.

Vachliotis vd. (2014) tarafından gerçekleştirilen çalışmanın amaçları; (a) öğretme ve öğrenmeye sistemik yaklaşım stratejisinin uygulanmasının 11. sınıf öğrencilerinin kimya kavramlarını derinlemesine anlamaları üzerindeki etkisini incelemek (b) öğrencilerin kimya konusundaki anlayışları ile temel sistem düşünme becerilerinin gelişimi arasındaki ilişkiyi araştırmak şeklindedir. Bu amaçlarla ‘Systemic Approach to Teaching and Learning (SATL)’ stratejisiyle eğitim verilen bir deney grubu, öğrencilerin kimya anlayışları açısından geleneksel yaklaşımla eğitim verilen bir kontrol grubuyla karşılaştırılmıştır. Deney grubu için öğrencilerin anlamaları ile sistem düşüncesi becerileri arasındaki ilişki araştırılmıştır.

Çalışmanın sonucunda, SATL stratejisiyle öğretilen öğrencilerin kimya anlayışının, geleneksel doğrusal yaklaşımla öğretilen öğrencilere kıyasla önemli ölçüde daha yüksek olduğunu göstermiştir. Ayrıca öğrencilerin kimya kavramlarını derinlemesine anlamaları ile sistem düşüncesi düzeyleri arasında anlamlı bir ilişki olduğu görülmüştür. Bu araştırma, kimyanın derinlemesine anlaşılması ile sistem düşüncesi becerilerinin gelişimi arasındaki olası ilişkiye dair kanıtlar sunmuştur.

Çakmak (2019) ise yaptığı çalışmada, lise öğrencilerinin sistem düşüncesi becerilerini kelebeğin yaşam döngüsü bağlamında açık uçlu soru ve çizim teknikleri kullanılarak incelemeyi amaçlamıştır. Nitel araştırma yönteminin kullanıldığı bu çalışmada, katılımcıların çizimleri içerik analizi yöntemiyle analiz edilmiştir. Araştırmadan elde edilen

sonuçlara göre, öğrencilerin pek çoğunun sistem düşüncesi becerilerini günlük hayatta kullanırken problem yaşadıkları, kavram yanılgılarına sahip oldukları, kelebeğin yaşam döngülerini analiz etmede yetersiz oldukları tespit edilmiştir.

Gilissen vd. (2020) yaptıkları çalışmada lise biyoloji eğitiminde sistem düşüncesini uygulamak için tasarım kılavuzları hazırlamayı amaçlamışlardır. Yaptıkları alan yazını taraması ve deneyimlerine dayalı olarak bir öğretmen ekibi ile ders çalışmasını kullanarak biyoloji sınıfında iki ders geliştirerek test etmiş ve değerlendirmişlerdir. Birinci ders, sınır, bileşenler, etkileşimler, girdi ve çıktı, geri bildirim, dinamikler ve hiyerarşi şeklinde yedi sistem özelliğinin uygulanmasına odaklanmışlardır. İkinci ders ise nitel bir modelleme yaklaşımı kullanarak öğrencilerin geri bildirim ve sistem dinamiklerini anlamalarının geliştirilmesine zaman ayırmışlardır. Sınıf gözlemleri, öğrenci ürünleri ve yapılan görüşmelerden elde edilen sonuçlar, çoğu öğrencinin belirlenen yedi özelliği adlandırabildiği ve uygulayabildiğini göstermiştir. Ayrıca yazarlar; yedi özelliğin tanıtımı; özelliklerin çok çeşitli bağlamlarda uygulanması; bireysel özellikler ve sistem dilinin açık kullanımı konularında dikkat edilmesi gerektiğini vurgulamışlardır.

Bielik vd. (2022) ise yaptıkları çalışmalarında bir sistem modelleme ünitesinin sınıfta hayata geçirilmesi sırasında 10. sınıf öğrencilerinin düşüncelerini derinlemesine incelemeyi amaçlamışlardır. Öğrencilerin modellerini oluştururken yaptıkları seçimler, bu seçimler için kanıtlar ve gerekçeleri tanımlayıp tanımlayamadıkları incelenmiştir. Araştırmacılar modellerin yinelemeli olarak oluşturulmasını, kullanılmasını, değerlendirilmesini ve revize edilmesini kolaylaştırmak için dijital araçlardan yararlanan öğretim materyalleri tasarlanmasına yönelik birçok öneri de bulunmuşlardır.

Yapılan alan yazını incelemesinde öğretmen adaylarının sistem düşüncesi becerilerinin geliştirilmesine yönelik gerçekleştirilen çalışmalar da dikkati çekmiştir. Taşdelen (2016) yaptığı durum çalışmasında biyoloji öğretmen adaylarının sistem düşüncesi becerilerini tespit etmeyi amaçlamıştır. Araştırmanın sonucunda öğretmen adaylarının sistemin ‘düzenliliğine’, ‘ilişkili/ bağlantılı olmasına’, ‘bütünselliğine’, ‘anlaşılabilirliğine’ ve ‘yapısal özelliklerine’ değindikleri, ayrıca ‘sistem çeşitlerine’ değindikleri belirlenmiştir. Fakat sistemler için oldukça önemli özellikleri içeren ‘çevre’, ‘sınır’ ve ‘sistemlerin ilişkili/ bağlantılı olması’ özellikleri ile ilgili eksiklikleri olduğu görülmüştür. Ayrıca öğretmen adaylarının sistem düşüncesi becerilerinin ortalama bir düzeyde olduğu vurgulanmıştır. Bu sonuç araştırmacı tarafından öğretmen adaylarının biyolojik sistemlerle olan aşinalıklarına atfederek yorumlamıştır.

Öğretmen adayları ile gerçekleştirilen bir diğer çalışma ise Karaarslan (2016) tarafından yapılmıştır. Araştırmacı fen bilgisi öğretmenlerinin Sürdürülebilirlik için Eğitim (SiE) eğitmeni

olabilmeleri için uygun eğitim modeli geliştirmiş ve etkisini incelemiştir. Çalışma açık alanda, sekiz fen bilgisi öğretmen adayının sistem düşüncesi becerilerini geliştirmek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar fen bilgisi öğretmen adaylarının sistem düşüncesi becerilerinin açık alanda SiE dersiyle geliştirilebileceğini göstermiştir. Ayrıca araştırmanın sonucunda sistem düşüncesi becerilerinin gelişiminin bireysel farklılıklara ve beceriler arasında karmaşık ilişkilere de bağlı olduğu vurgulanmıştır.

Öztaş (2018) ise gerçek yaşam öyküleri aracılığı ile fen bilimleri öğretmen adaylarının sistem düşüncesi becerilerini değerlendirmeyi amaçlamıştır. Araştırmanın sonucunda elde edilen veriler, öğretmen adaylarının sistem düşüncesi becerilerinin hiyerarşik olmayan bir düzende ve kişisel deneyimlerine bağlı olarak değiştiğini ortaya çıkarmıştır. Ayrıca öğretmen adaylarının sürdürülebilir kalkınma ile ilgili yetersiz bir anlayışa sahip oldukları tespit edilmiştir. Öğretmen adaylarının gerçek yaşam öyküsü üzerine yaptıkları çıkarımlarda sürdürülebilir kalkınmanın çevresel boyutunu diğer iki boyuta göre daha fazla vurguladıkları, gerçek yaşam öykülerinin sistem düşüncesi becerilerini ölçmede kullanılabileceği sonuçlarına ulaşmıştır.

Uskola ve Puig (2022) yaptıkları çalışma ile ‘tek sağlık’ yaklaşımı ile gelecekteki salgınları önlemeye yönelik eylemler önermek için ilköğretim öğretmen adaylarının eylemlilik ve sistem düşüncesi yeterliliklerini araştırmayı amaçlamışlardır. Katılımcılar, COVID-19 salgınıyla ilgili bir dizi etkinlik üzerinde çalışan 47 ilkokul öğretmeni adayından oluşturulmuştur. Öğretmen adaylarına bu etkinliklerde kendilerine gelecekteki salgınları önlemenin yolları sorulmuştur. Sistem düşüncesi beceri düzeyini ve önerilen eyleme yönelik kişisel ve kolektif sorumluluk duygusunu ele almak için bireysel yazılı yanıtlar içerik analizine tabi tutulmuştur. Elde edilen bulgulardan, öğretmen adaylarının başlangıçta ağırlıklı olarak insan sağlığı boyutunda eylemlere değindiklerini, grup hâlinde etkinlik yaptıktan sonra ise sistem düşüncesi düzeylerinin arttığı sonucuna ulaşılmıştır. Grup olarak önerilen eylemler, bireysel olarak önerilen eylemlerle karşılaştırıldığında ise eylemlilik veya bireysel sorumluluk eksikliği olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Alan yazınında yapılan taramalar sonucunda, sistem düşüncesi becerisinin geliştirilmesine yönelik olarak öğretmenlerle ilgili çok az çalışmanın olduğu görülmüştür. Bu çalışmalardan biri Rosenkränzer vd. (2017) tarafından gerçekleştirilmiştir. Araştırmacılar öğretmenlerin branşlarında sadece içerik bilgisine sahip olmalarının yeterli olmadığını, önemli olanının öğretmenlerin bilgilerini etkili bir şekilde öğrencilere aktarmak olduğunu vurgulamışlardır. Bu nedenle, öğretmenleri sistem düşüncesi üzerine sadece teorik bilgi ile donatmanın yetersiz olacağına dikkati çekmişlerdir. Araştırmacılar, öğretmenlerin sistemlerin

varlığını tanıma, akademik alanlarındaki sistemlerin doğasını anlama, nasıl davranmaları gerektiğinin farkında olmaları konularına değinmişlerdir. Böylelikle, öğretmenlerin öğrencilerinin sistem düşüncesi beceri seviyelerini geliştirmek için gereken içerik bilgisine ve pedagojik yöntemlere yönelik farkındalıklarının artacağına inanmaktadırlar. Bu şekilde, bireylerin hem akademik hem de sosyal yaşamlarında sürdürülebilir kalkınma ile gelişme sağlanabileceğine dikkat çekilmiştir. Rosenkränzer ve arkadaşları öğretmenlere sistem düşüncesi dersleri için pedagojik bilgi öğretimini amaçlayan üç müdahale çalışmasının sonuçlarını yayınlamışlardır. Didaktik, teknik ve karma sistem düşüncesi merkezli bu üç farklı ders öğretmenlerin öğretim metodu ve becerileri üzerine kendilerini geliştirmelerine katkı sağlamıştır. Araştırmanın sonucunda grup hâlinde olmadan sadece didaktik olan teknik bilginin etkisiz olduğu ifade edilmiştir.

Alan yazınında yetişkinlerin sistem düşüncesi becerilerini geliştirmek amacı ile Nguyen vd. (2012) tarafından yapılan bir çalışmada eğitim programı oturumları katılımcıların kendi çalışmalarını sistem düşüncesine entegre etmek için gerekli yöntemler ile hazırlanmıştır. Ayrıca araştırmacılar, karşılaşılan sorunlara yönelik çözüm oluşturmak için sistem düşüncesi beceri düzeyinin önemini vurgulamışlardır. Çalışmada yetişkinler için öğretim stratejileri, öğrenme ilkelerine ve örnek bir programa da yer verilmiştir.

Sistem Düşüncesi ile İlgili Yapılan Deneysel Çalışmalar

Ulusal alan yazınında eğitim alanında ilk sistem dinamiği çalışması Nuhoğlu (2008) tarafından yapılan doktora çalışması ile gerçekleştirilmiştir. Nuhoğlu (2008) sistem dinamiği yaklaşımının ortaokul öğrencilerinin farklı değişkenlere (fene yönelik tutum, başarı, problem çözme becerisi gibi) yönelik katkısı açısından araştırmayı amaçlamıştır. Çalışmanın sonucunda; fen ve teknoloji dersine yönelik tutum, sebep-sonuç ilişkisini anlayabilme ve grafik çizme-analiz etme becerisine yönelik olarak sistem dinamiği yaklaşımının deney grubu öğrencilerinin lehine anlamlı bir farklılığın olmadığı açığa çıkmıştır. Ayrıca araştırma sonucunda sistem dinamiği yaklaşımının bilimsel başarı üzerinde etkili olduğu ve sistem dinamiği yaklaşımının sınıf ortamını daha yapılandırmacı bir öğrenme ortamı hâline getirdiği vurgulanmıştır.

Sistem dinamiği araçlarının kullanıldığı benzer bir çalışmada ise Doğança (2013) sistem düşüncesi yaklaşımına dayalı çevre eğitiminin ortaokul yedinci sınıf öğrencileri açısından çeşitli değişkenler üzerindeki etkisini incelemeyi amaçlamıştır. Araştırma neticesinde, sistem düşüncesi beceri testi ve dinamik çevre senaryoları test puanlarının deney grubu öğrencilerinin lehine arttığı bulunmuştur. Araştırmanın nitel sonuçları incelendiğinde ise, deney grubundaki öğrencilerin geri besleme döngüsü ile ilgili sorulara daha üst düzeyde cevaplar verdikleri bulunmuştur. Soytürk ve Şahin (2016) yaptıkları çalışmalarında ortaokul sekizinci sınıf

öğrencilerine yönelik karmaşık kavramların öğretimi aracılığı ile sistem düşüncesi becerilerinin başarıya etkisini incelemeyi amaçlamışlardır. Çalışmada “Canlılar ve Enerji İlişkileri” ünitesinde yer alan dört konu alanı (besin zinciri, fotosentez, solunum ve döngüler) belirlenmiştir. Araştırma sonucunda sistem düşüncesi hiyerarşisine göre hazırlanan etkinliklerin kullanılmasının var olan fen öğretimine kıyasla öğrenci başarısı açısından olumlu yönde etkisinin olduğu ortaya çıkmıştır. Aynı zamanda deney grubu öğrencilerinin çoğunun üst düzey sistem düşüncesi beceri basamağına ulaştıkları tespit edilmiştir.

Hmelo-Silver vd. (2017) tarafından yapılan çalışmada ise ortaokul öğrencilerinin ekosistemlerle ilgili akıl yürütme becerilerini geliştirmek için kavramsal gösterimden yararlandıkları deneysel bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Araştırmacılar öğrencilerin zihinsel modelleme ile fikirlerini şekillendirileceğini bunun da öğrencilerin sistemlerden anlam çıkarmasına olanak tanıyacağını vurgulamaktadırlar. Çalışmada, öğrencilerin zihinsel modeller oluşturmasını sağlamak amacıyla bileşenler-mekanizmalar-olaylar kavramsal gösterimini tasarlanmıştır. Deneysel işlemlerin ardından, kavramsal temsili kullanan öğrencilerin kullanmayan öğrencilere göre ekosistem dinamikleri konusundaki anlayışlarının geliştiği sonucuna ulaşmışlardır. Park ve Lee (2014), tarafından yapılan bir diğer çalışmada bilim, teknoloji, mühendislik, sanat ve matematik programının ortaokul öğrencilerinin fen bilimlerindeki sistem düşüncesi ve problem çözme beceri düzeyleri üzerinde etkili olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Sistem Düşüncesi ile İlgili Eğitim Alanında Yapılan Literatür Derleme Çalışmaları

Bu kategori altında sistem düşüncesi ile ilgili eğitim alanında yapılan literatür derleme çalışmalarına yer verilmiştir.

Küçüköğlu, Nuhoglu ve Derya-Taşçı (2023), tarafından yapılan Web of Science (WoS) veri tabanı üzerinden sistem düşüncesi ile ilgili yapılan eğitim araştırmalarının bibliyometrik analizi gerçekleştirilmiştir. Bu doğrultuda elde edilen çalışmalar; yıllara göre dağılım, atıf sayısı, alana katkı sağlayan yazarlar, etkili dergiler, ülkeler, kurumlar, ortak yazarlık iş birlikleri, ortak atıf alan yazarları, dergilerin atıf ağları ve makalelerin anahtar kelimeleri bakımından incelenmiştir. Sistem düşüncesi ile ilgili eğitim araştırmalarının bibliyometrik analiz sonuçlarına göre;

- ✓ Konu ile ilgili ilk makalenin 1992 yılında yapıldığı, makale sayısının o tarihten günümüze doğru gittikçe arttığı, en fazla makalenin ise 2022 yılında yayımlandığı,

- ✓ “Journal Of Science Education And Technology” dergisinde Weintrop vd., (2016) tarafından yayımlanan “Defining computational thinking for mathematics and science classrooms” başlıklı makalenin en çok atıf alan çalışma olduğu,
- ✓ Konu ile ilgili en fazla makalenin “International Journal of Science Education” dergisinde yayımlandığı,
- ✓ WoS veri tabanı üzerinde, 717 yazarın sistem düşüncesi ile ilgili eğitim araştırmaları alanında yayın yaptığı ve Assaraf, OBZ., Schechter, C. ve Shaked, H. bu alana en fazla katkı sağlayan yazarlar olduğu,
- ✓ Ben Gurion Üniversitesinin bu alanda en fazla sayıda çalışmanın yayınlandığı kurum olduğu,
- ✓ Konu ile ilgili en fazla yayının ABD’nde yapıldığı,
- ✓ İncelenen çalışmalar neticesinde ‘systems thinking’ kavramının en fazla ağ gücüne sahip anahtar kelime olduğu ortaya çıkmıştır. Yıllara göre dağılım incelendiğinde ise 2014-2016 yılları arasında yayınlanmış makalelerde en çok tekrar eden anahtar kelimelerin ‘curriculum development’, ‘education’, ‘system approach’, ‘earth sciences’ olduğu; 2016-2018 yılları arasındaki makalelerde en fazla tekrarlanan anahtar kelimelerin ‘system thinking’, ‘environmental education’, ‘sustainability’, ‘problem solving’, ‘science education’, ‘teacher education’ olduğu sonucuna ulaşılmıştır. 2018-2020 tarihleri arasındaki makaleler incelendiğinde ise ‘secondary education’, ‘STEM’, ‘computational thinking’, ‘geography education’, ‘ecology’, ‘biology’, ‘leadership’, ‘higher education’ anahtar kelimelerinin en çok kullanıldığı görülmüştür.

Budak ve Ceyhan (2023) tarafından gerçekleştirilen bir başka çalışmada ise WoS veri tabanında indekslenen hakemli deneysel araştırma makalelerinde fen eğitiminde sistem düşüncesi yaklaşımının nasıl ele alındığı sistematik derleme ile incelenmiştir. Çalışmada ‘systems thinking and science education/system thinking and science education’ anahtar kelimeleri kullanılmıştır. Açık erişime sahip olma ve İngilizce dilinde yazılması ölçütleri ile toplam 27 makaleye ulaşılmıştır ve aşağıdaki bulgular elde edilmiştir:

- ✓ Sistem düşüncesi ile ilgili fen eğitimi alanında yapılan araştırma sayısının son yıllarda artmıştır.
- ✓ Çalışmalar çoğunlukla ABD ve Almanya’da yürütülmüştür.
- ✓ Çalışmaların örneklem grubu incelendiğinde en çok ortaokul ve lise öğrencilerinin tercih edildiği görülmüştür.

- ✓ Çalışmaların konu alanları incelendiğinde ise ekosistem, genel biyoloji ve çevre eğitiminin en sık ele alınan konular olduğu belirtilmiştir.
- ✓ Makalelerin yarısından fazlasının sistem düşüncesinin özellikleri olarak ‘karmaşıklık, ilişkiler, bileşenler, etkileşimler, iç ilişkiler ve dinamikleri’ kullanmıştır.
- ✓ Sistem düşüncesinin özellikleri, becerileri ve yeteneklerinin kullanımında belirsizlik olduğu, bu üç terimin birbirinin yerine kullanıldığı görülmüştür.
- ✓ Sistemleri organize etme, sistem davranışlarını analiz etme, sistemi modelleme gibi temel sistem düşüncesi becerilerinden çok azı doğrudan ele alınmıştır.
- ✓ Eleştirel düşünme, akıl yürütme, problem çözme gibi becerilere sistem düşüncesinden daha fazla odaklanılmıştır.

Çalışmanın önerileri kısmında ise farklı ülkelerden, öğrenim düzeylerinden ve fen alanlarından daha fazla deneysel araştırma yapılması, sistem düşüncesi becerilerinin geliştirilmesi ve öğretilmesi üzerine çalışmaların artırılması, sistem düşüncesinin net bir şekilde tanımlanmasına yönelik araştırmalar yapılması ve sistem düşüncesinin öğretim programlarına entegre edilmesi gerektiği vurgulanmıştır.

Nuhoğlu ve Derya-Taşçı (2023) tarafından gerçekleştirilen bir başka çalışmada ise Türkiye’de fen bilimleri eğitimi alanındaki sistem düşüncesi ile ilgili gerçekleştirilmiş akademik araştırmalar sistematik olarak analiz edilmiştir. Bu amaç doğrultusunda ‘sistem düşüncesi/sistem dinamiği/sistemsel düşünme/sistemik düşünme (systems thinking/system dynamics/systemic thinking)’ anahtar kelimeleri ile taranan, Türkiye’de yapılmış, erişime açık ve tam metin şeklinde, 2000-2023 yılları arasında WoS, YÖK Tez Kataloğu, ULAKBİM, ERIC veri tabanlarındaki makale ve tezlere erişilmiştir.

Yapılan tarama sürecinin sonunda 10’u tez, 12 tanesi makale olmak üzere toplam 22 çalışmaya erişilmiştir. Araştırmaların her biri; yıllara göre dağılımı, hangi alanda yapıldığı, kullanılan araştırma yöntemi, örneklem/çalışma grubu, veri toplama araçları, veri analiz yöntemi, merkeze alınan değişken ve kullanılan anahtar kelimeler bakımından incelenerek Excel’de kodlanmıştır. Çalışmalardan elde edilen bulgulara göre;

- ✓ Çalışmaların en çok makale türünde olduğu,
- ✓ Türkiye’deki ilk çalışmaların 2007 tarihinde başladığı ve son yıllara doğru gittikçe artma eğiliminde olduğu,
- ✓ Çalışmalarda en fazla ortaokul öğrencilerinin örneklem grubu olarak tercih edildiği
- ✓ En çok fen bilimleri dersine yönelik çalışmaların yapıldığı,
- ✓ Çalışmalarda nitel araştırma yönteminin ve durum çalışmasının sıklıkla kullanıldığı,

- ✓ Görüşme tekniğinin en fazla kullanılan veri toplama aracı olduğu,
 - ✓ Çalışmaların veri analizinin çoğunlukla betimsel, içerik analizi ve betimsel istatistik yöntemleri kullanılarak yapıldığı,
 - ✓ Çalışmaların merkeze alınan değişkeninin ‘sistem düşüncesi becerisi’ olduğu,
- sonuçlarına ulaşılmıştır.



ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

Yöntem

Bu bölümde araştırmanın yöntemi, araştırma deseni, çalışma grubu, veri toplama araçları, araştırma süreci, verilerin toplanması, verilerin analizi, araştırmacının rolü, geçerlik ve güvenirlik çalışmalarına yönelik bilgilere yer verilmiştir.

Araştırmanın Yöntemi

Sistem düşüncesi temelli çevre eğitiminin ortaokul öğrencilerinin eleştirel düşünme, üstbilişsel farkındalık ve problem çözme becerisi algıları üzerindeki etkisinin ve sürece yönelik öğrenci görüşlerinin incelendiği bu çalışma karma yöntem araştırması olarak tasarlanmıştır. Karma yöntem araştırması, bir çalışmada nitel ve nicel yöntemlerin birlikte kullanıldığı ve bu yöntemlerden elde edilen verilerin birleştirilmesine veya bütünleştirilmesine olanak sağlayan yaklaşımdır (Christensen vd., 2015; Creswell, 2013). Bu sayede, araştırmacı ya da araştırmacı ekibi çalışma sürecinde eş zamanlı veya sıralı biçimde nitel ve nicel yaklaşımla ilgili verileri toplayabilmekte, analiz etmekte ve yorumlanabilmektedir. Karma yöntem araştırmasının temel ilkesi, bir araştırma sürecinde birbirinden farklı yöntemi, stratejiyi ve yaklaşımı bir arada kullanarak veri çeşitliliği sağlamaktır (Creswell & Plano-Clark, 2011). Toraman (2021) karma yöntem kullanırken dikkat edilmesi gereken noktaları aşağıdaki şekilde belirtmiştir:

1. Araştırmacılar, karma yöntem çalışmalarında araştırmanın felsefe, yöntem veya yöntem tanımlarından hangisini kullandığını belirtmeli ve kullandıkları tanımları açıkça ortaya çıkarmalıdır.
2. Araştırmacılar, karma yöntem çalışmalarında kullandıkları tanım ile karma yöntem araştırmasının uygulanışının örtüşmesine dikkat etmelidir.
3. Araştırmacıların karma yöntem çalışmalarında nitel ve nicel yöntemlerin bütünleştirilmesi önemlidir ve kendilerine “neden, neleri, ne zaman ve nasıl” bütünleştireceğini sormalıdır. Bu noktada, bütünleşmeyen karma yöntem araştırmalarında, araştırmacıların birleştirilmiş karma yöntem araştırması sonuçlarını sunmaya özen göstermeleri önerilmektedir.
4. Karma yöntem araştırmaları nicel ve nitel verilerin toplanması ve analizi gibi karmaşık bir süreci gerektirdiği için, araştırmacıların çalışmanın yönteminde işlem basamaklarını diyagram olarak göstermeleri önerilmektedir.

5. Araştırmacılardan karma yöntem araştırmasını kullanmalarının çalışmalarına sağladığı katkıyı vurgulamaya özen göstermelidir.

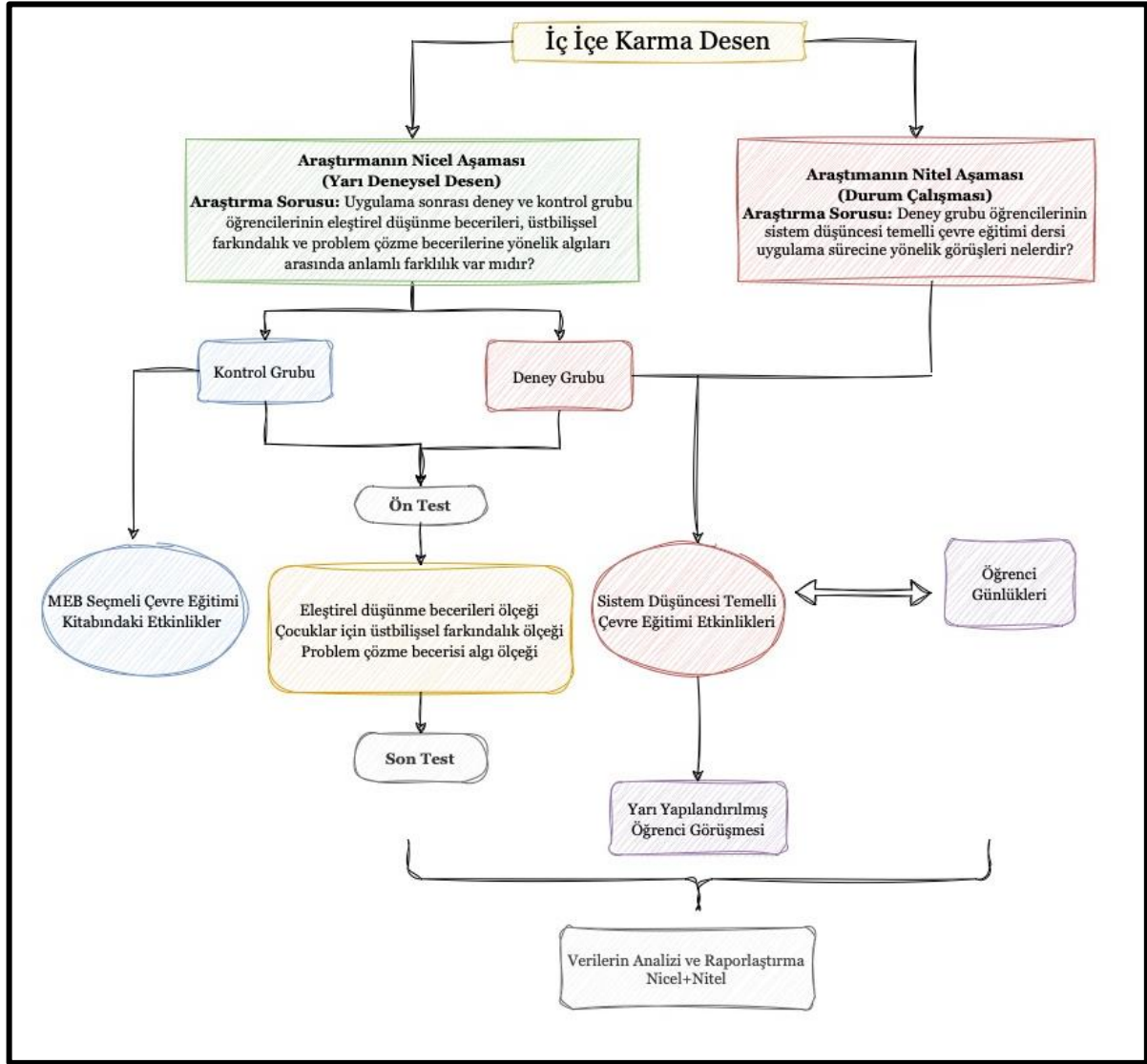
Karma yöntem araştırmalarında işe koşulabilecek farklı desenler bulunmaktadır. Araştırmacılar kullanacakları desene karar verirken Creswell ve Plano-Clark (2011) tarafından önerilen şu durumları göz önünde bulundurmalıdır.

1. Araştırmanın nicel ve nitel yöntemlerinin etkileşim düzeyini belirlenmelidir. Bu yöntemler hangi aşamalarda bağımsız hangi aşamalarda eş güdümlü olarak hareket edeceklerse belirlenmesi gerekmektedir.
2. Nicel ve nitel yöntemlerin aralarındaki öncelik veya ağırlık belirlenmelidir. Araştırma sorularının ağırlığına göre hangi yöntemin görece önemine karar verilmelidir.
3. Nicel ve nitel yöntemin sırası veya zamanlaması belirlenmelidir. Araştırmada kullanılacak yönteme hangi sırayla başvurulacağı araştırmacı tarafından belirlenmelidir. Nicel ve nitel aşamalar sıralı olarak kullanılabileceği gibi eş zamanlı ve çok aşamalı olarak da kullanılabilirler. Aşamaların gösterimi ile ilgili de farklı gösterim türleri bulunmaktadır.
4. Nicel ve nitel yöntemlerin araştırmanın hangi aşamasında birleştirileceği belirlenmelidir. Karma yöntem araştırmasının en önemli aşamalardan birisi iki farklı araştırma yönteminin ve bunlardan elde edilen verilerin araştırmanın hangi aşamasında birleştirileceğine karar vermektir. Bunlar araştırmanın başlangıcında desen araştırmasında, veri toplama sırasında, verilerin çözümlenmesi sırasında ve verilerin yorumlanması sırasında birleştirilebilir (Creswell & Plano-Clark, 2011; Teddlie & Tashakkori, 2011).

Araştırmanın Deseni

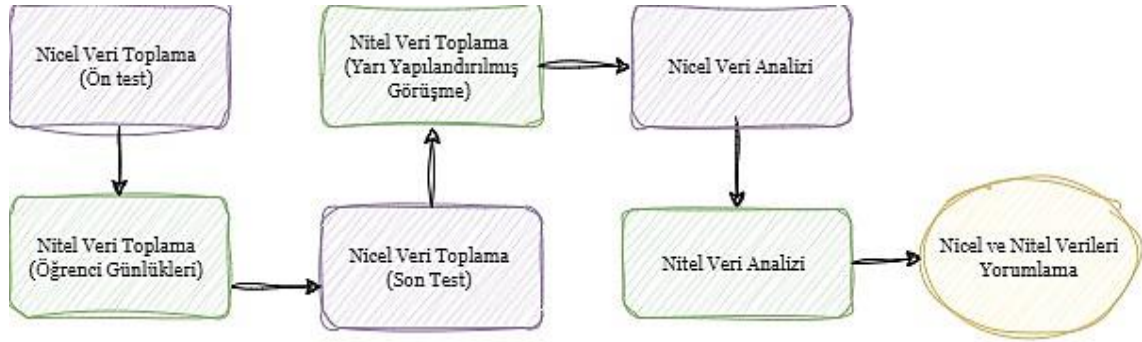
Bu çalışma kapsamında, karma yöntem araştırma desenlerinden biri olan iç içe karma desen kullanılmıştır. İç içe karma desende veriler ya birleşik ya da sıralı olarak kullanılır. Ancak bu desendeki temel fikir; nicel veya nitel verinin daha geniş bir desen içinde yerleşik olması ve bu veri kaynaklarının desenin tümü üzerinde destekleyici rolünün olmasıdır. Örneğin, deneysel bir çalışmada araştırmacı nitel veri toplayabilir. Araştırmacı, deneysel çalışma sırasında veya deneysel çalışma başlamadan önce veya deneysel çalışma tamamlandıktan sonra veri toplar (Creswell, 2013). Bu çalışmada kullanılan iç içe karma desenin amacı bir deneysel programla uygulama sürecine nitel verileri dâhil ederek araştırma probleminin incelenmesidir. Araştırma deseninin ayrıntıları Şekil 11’de gösterilmiştir.

Şekil 11. Araştırmanın Deseni



Şekil 11 incelendiğinde araştırmanın nicel aşamasında yarı deneysel desen, nitel aşamasında ise durum çalışması deseni kullanıldığı görülmektedir. Araştırmanın nicel araştırma aşamasında nicel veri toplama araçlarıyla ön test ve son test verileri elde edilirken, nitel veri toplama araçları ile de ortaokul öğrencilerinin uygulama sürecine yönelik görüşlerinden veriler elde edilmiştir. Bu iki tür verinin analizleri ayrı ayrı gerçekleştirilirken, verilerin yorumlanması aşamasında bir araya getirilmişlerdir. Şekil 12’de iç içe karma desen doğrultusunda deney grubunda yürütülen çalışmaların aşamaları gösterilmiştir.

Şekil 12. İç İçe Karma Desenin Aşamaları



Araştırmada öncelikle deney ve kontrol gruplarına eleştirel düşünme beceri testi, problem çözme becerisi algı ölçeği ve çocuklar için üstbilişsel farkındalık ölçeği ön test olarak uygulanmıştır. Ardından sistem düşüncesi temelli çevre etkinliklerinin uygulama sürecinde nitel veri toplama aracı olan öğrenci günlükleri uygulanmıştır. Uygulama süreci tamamlanınca deney ve kontrol gruplarına eleştirel düşünme beceri testi, problem çözme becerisi algı ölçeği ve çocuklar için üstbilişsel farkındalık ölçeği son test olarak uygulanmıştır. Ardından deney grubu öğrencileriyle yarı yapılandırılmış görüşme yapılarak nitel veriler toplanmıştır. Uygulama sürecinin sonunda elde edilen nicel ve nitel veriler ayrı ayrı analiz edilmiş, daha sonra ortaya çıkan bulgular birlikte yorumlanmıştır.

Araştırmanın Nicel Aşaması. Araştırmanın nicel aşaması deneysel desenler arasından ön test son test kontrol grubu yarı deneysel desen biçiminde tasarlanmıştır. Deneysel bir araştırmada gerçek deneysel desenin gerektirdiği şartlar sağlanamaz ya da yetersiz olur ise yarı deneysel desen kullanılmaktadır. Başka bir ifade ile dışsal değişkenlerin etkilerini kontrol etmek için ihtiyaç duyulan gereksinimleri karşılamayan deneysel desenlerdir. Yarı deneysel desenlerde bağımsız değişkenlere müdahale edilirken çalışma gruplarının katılımcıları yansız atama yolu ile belirlenemez (Christensen vd., 2015). Bu desende araştırmanın çalışma grubu, kendiliğinden oluşmuş gruplar arasından eşleştirilmeye çalışılmaktadır. Diğer bir ifade ile çalışma grubundaki öğrencilerin seçiminin yansız atama ile yapılmamış olmasından dolayı bu işlem ‘yarı deneysel desen’ olarak nitelendirilmektedir (Büyüköztürk, 2014). Araştırmanın nicel aşamasında kullanılan yarı deneysel desenin araştırma süreci Tablo 2’de gösterilmiştir.

Tablo 2. Araştırmanın Yarı Deneysel Araştırma Süreci

Grup	Ön test	Deneysel Süreç	Son test
Deney	Eleştirel düşünme beceri testi Çocuklar için üstbilişsel farkındalık ölçeği Problem çözme becerisi algı ölçeği	Sistem düşüncesi temelli çevre eğitimi etkinlikleri	Eleştirel düşünme beceri testi Çocuklar için üstbilişsel farkındalık ölçeği Problem çözme becerisi algı ölçeği
Kontrol	Eleştirel düşünme beceri testi Çocuklar için üstbilişsel farkındalık ölçeği Problem çözme becerisi algı ölçeği	MEB seçmeli çevre eğitimi ders kitabında yer alan etkinlikler	Eleştirel düşünme beceri testi Çocuklar için üstbilişsel farkındalık ölçeği Problem çözme becerisi algı ölçeği

Tablo 2’de görüldüğü gibi araştırmanın nicel boyutundaki yarı deneysel süreç, deney ve kontrol grubuna eleştirel düşünme beceri testi, çocuklar için üstbilişsel farkındalık ölçeği, problem çözme becerisi algı ölçeğinin ön test uygulanması ile başlamıştır. Ardından deney grubuna sistem düşüncesi temelli çevre eğitimi etkinlikleri uygulanırken, kontrol grubuna ise Millî Eğitim Bakanlığı (MEB) seçmeli çevre eğitimi ders kitabındaki etkinlikler uygulanmıştır. Sonrasında ise hem deney hem kontrol grubuna eleştirel düşünme beceri testi, çocuklar için üstbilişsel farkındalık ölçeği, problem çözme becerisi algı ölçeğinin son test uygulanması ile deneysel süreç tamamlanmıştır.

Araştırmanın Nitel Aşaması. Deneysel işlem sürecinde incelenen durumu daha net ve derinlemesine açıklayabilmek ve elde edilen nicel bulguları bütüncül ve anlamsal açıdan araştırmak için durum çalışması deseni kullanılmıştır. Creswell’e (2013) göre durum çalışması araştırmacının bir durumu veya birden çok durumu detaylı bir şekilde, birden fazla veri toplama aracı kullanarak raporlaştırdığı nitel bir desendir. Durum çalışması, bir olayın yoğun biçimde çalışılması anlamına gelmektedir. Ancak, ‘durum’ bir bireyden bir köy halkına veya bir olaydan belirli bir programın uygulanmasına kadar bir dizi işleme göre değişebilmektedir (Glesne, 2013). Gerçekleştirilen bu araştırma kapsamında deney grubuna uygulanan sistem düşüncesi temelli çevre eğitimi etkinlikleri durum olarak kabul edilmiştir. Nitel veri toplama araçları yardımı ile deney grubu öğrencilerinin yeni karşılaştıkları bu duruma ilişkin hissettikleri duygular, yaşadıkları deneyimler ve sürece dair düşünceleri ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır.

Durum çalışması deseninde, bir duruma etki eden tüm faktörler bütüncül bir bakış açısıyla değerlendirilmektedir. Ayrıca araştırma süreci bu faktörlerin var olan durum üzerindeki etkileri ve var olan durumdan da nasıl etkilendikleri üzerine kurulur. Durum çalışmasının en önemli özelliği mevcut durumu doğal ortamında, derinlemesine ve pek çok veri kaynağından yararlanarak analiz etme imkânı sağlamasıdır. Durum çalışması, ele alınan bir duruma özgü olarak nasıl veya niçin sorularına yanıt arayan, araştırmacıya derinlemesine ve zengin veri toplama olanağı sağlayan, belirlenen durumların kesin olarak tanımlanmasına ve yeniden yapılandırılabilmesine olanak tanıyan nitel bir araştırma türüdür (Yıldırım & Şimşek, 2008).

Çalışma Grubu

Sistem düşüncesi temelli çevre eğitiminin ortaokul öğrencilerinin eleştirel düşünme, üstbilişsel farkındalık ve problem çözme becerisi algıları üzerindeki etkisinin ve sürece yönelik görüşlerinin incelendiği bu araştırmanın çalışma grubu belirlenirken amaçlı örnekleme yöntemlerinden ölçüt örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Ölçüt örnekleme yönteminin amacı, gözlenen birimlerin belli niteliklere sahip olan olaylar, kişiler, durumlar ya da nesnelerden oluşmasıdır. Ölçütler araştırmacı tarafından oluşturulabileceği gibi daha önceden hazırlanmış olan ölçütlerden de yararlanılabilir. Bu durumda belirlenen niteliği karşılayan birimler örneklem grubuna dâhil edilirler. Böylece derinlemesine çalışma yapılmasına imkân sağlayan zengin bilginin var olduğu örneklem grubu oluşmaktadır (Büyüköztürk, 2014; Marshall & Rossman, 2014; Yıldırım & Şimşek, 2008). Bu araştırma kapsamında çalışma grubuna karar verilirken, ortaokul kademesinde seçmeli çevre eğitimi dersi açılan okullar ve bu okullarda öğrenim gören yedinci sınıf öğrencileri ölçüt olarak belirlenmiştir.

Araştırmanın pilot uygulaması 2020-2021 öğretim yılının ikinci döneminde Kars il merkezindeki bir vakıf kolejinde pandemi koşulları altında gerçekleştirilmiştir. Pilot uygulamanın gerçekleştirildiği sınıf mevcudu 12 olmasına rağmen, yaşanan salgın süreci ile birlikte derse katılım sağlayan öğrenci sayısı her hafta değişiklik göstermiştir. Araştırmanın asıl uygulama sürecinin çalışma grubu ise 2021-2022 öğretim yılının ikinci döneminde Kars il merkezindeki resmî bir devlet ortaokulunun yedinci sınıfında öğrenim gören öğrencilerden oluşmaktadır. Araştırmanın nicel aşamasında deney ve kontrol grubu şubeleri, seçmeli çevre eğitimi dersini alan yedinci sınıf şubeleri arasından ‘A şubesi’ deney, ‘C şubesi’ kontrol grubu olarak belirlenmiştir.

Tablo 3. Deney ve Kontrol Gruplarına İlişkin Demografik Bilgiler

Cinsiyet	Kontrol	Deney	Toplam
Kız	12	11	23
Erkek	13	13	26
Toplam	25	24	49

Tablo 3’te deney grubunun 11 kız, 13 erkek olmak üzere toplam 24 öğrenci; kontrol grubu ise 12 kız, 13 erkek olmak üzere toplam 25 öğrenciden oluştuğu görülmektedir.

Ayrıca araştırmada uygulama öncesi deney ve kontrol grubu öğrencilerinin eleştirel düşünme beceri testi, problem çözme becerilerine yönelik algıları ve üstbilişsel farkındalık puanları açısından denk olup olmadıkları araştırılmıştır. Bu amaç doğrultusunda deney ve kontrol grubu öğrencilerinin ön test puanları arasında anlamlı bir fark olup olmadığını belirlemek için bağımsız gruplar t testi yapılmış olup sonuçlar Tablo 4’te gösterilmiştir.

Tablo 4. Deney ve Kontrol Gruplarının Eleştirel Düşünme, Problem Çözme Becerisine Yönelik Algı, Üstbilişsel Farkındalık Ölçeği Ön Test Puanlarına İlişkin Sonuçlar

Ölçekler	Alt boyutları	Gruplar	N	$\bar{X}$	SS	sd	t	p
Eleştirel düşünme beceri testi	Toplam	Deney	24	45.18	8.37	47	.66	.50
		Kontrol	25	43.49	9.33			
Problem çözme becerilerine yönelik algı ölçeği	Problem çözme becerilerine yönelik algı	Deney	24	55.08	5.86	47	.12	.90
		Kontrol	25	54.84	7.49			
	Problem çözme becerilerine yönelik isteklilik ve kararlılık algısı	Deney	24	23.91	4.05	47	.25	.80
		Kontrol	25	23.56	5.64			
	Toplam	Deney	24	79.00	7.61	47	.23	.81
		Kontrol	25	78.40	9.81			
Üstbilişsel farkındalık ölçeği	Toplam	Deney	24	66.37	5.95	47	1.47	.14
		Kontrol	25	63.48	7.63			

Tablo 4'e göre, deney ve kontrol grubu öğrencileri arasında eleştirel düşünme beceri testi, problem çözme becerilerine yönelik algı puanları ve üstbilişsel farkındalık ön test puanları arasında anlamlı farklılık yoktur ($p>.05$). Elde edilen bu sonuçlar, deney ve kontrol grubu öğrencilerinin deneysel sürece başlamadan önce eleştirel düşünme becerisi, problem çözme becerisine yönelik algıları ve üstbilişsel farkındalıkları açısından denk olduklarını göstermektedir.

Araştırmanın nitel aşamasında ise deney grubu şubesindeki tüm öğrencilerinin gönüllü olarak öğrenci günlüğü yazmaları istenmiştir. Ayrıca sistem düşüncesi temelli çevre eğitimi etkinliklerinin uygulanmasının ardından deney grubundan gönüllü 15 öğrenciyle yarı yapılandırılmış bireysel görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Görüşme yapılan öğrencilerin sekizi kız, yedisi erkektir.

Veri Toplama Araçları

Araştırmada kullanılan veri toplama araçları, nicel veri toplama araçları ve nitel veri toplama araçları şeklinde ayrı başlıklar altında sunulmuştur.

Nicel Veri Toplama Araçları

Araştırmanın nicel boyutu ön test son test kontrol gruplu yarı deneysel desene göre gerçekleştirilmiştir. Nicel veri toplama aracı olarak ise eleştirel düşünme beceri testi, çocuklar için üstbilişsel farkındalık ölçeği ve problem çözme becerisi algı ölçeği kullanılmıştır.

Eleştirel Düşünme Beceri Testi. Yedinci sınıf öğrencilerinin eleştirel düşünme düzeylerinin belirlenmesi amacı ile Ennis ve Millman tarafından 1985 yılında geliştirilen Mecit

(2006) tarafından Türkçe'ye uyarlanan Cornell Eleştirel Düşünme Testi Düzey X (CEDTD-X) kullanılmıştır. Belirtilen test toplam 76 çoktan seçmeli sorudan, her sorunun yanıtı ise üç seçenekten oluşmaktadır. Testin 1., 2., 26., 51. ve 66. soruları örnek çözümlü sorular olup öğrencilerin cevaplandığı soru sayısı 71'dir. Her sorunun ise sadece bir doğru yanıt bulunmaktadır. CEDTD-X testi tümevarımlı muhakeme yoluyla çıkarım yapma; tümdengelimli muhakeme yoluyla çıkarım yapma; gözlemlerin, kaynakların güvenilirliğini yargılama ve varsayımları tanımlama şeklinde dört alt boyuttan oluşmaktadır. Tümevarım boyutunda 23, iddiaların güvenilirliğini yargılama boyutunda 24, tümdengelim boyutunda 14 ve varsayımları tanımlama boyutunda 10 soru yer almaktadır. Testin uygulama süresi ortaokul düzeyi için 64 dakika olarak ön görülmektedir. CEDTD-X, çoktan seçmeli olması, hikâye tarzında hazırlanmış olması ve hesaplanmasının kolay olması nedeniyle alan yazınında sıklıkla kullanılmaktadır (Akar, 2007; Gülveren, 2007).

CEDTD-X'in Türkçeye uyarlama çalışması Çam-Aktaş (2013) tarafından tekrar yapılmış ve testin iç tutarlılığını belirlemek için KR-20 değeri .78 olarak hesaplanmıştır. Bu çalışma kapsamında ise eleştirel düşünme beceri testi KR-20 değeri .68 olarak belirlenmiştir. Ölçme aracının güvenilirlik katsayısı 0.00 ile 1.00 arasında değişmektedir. Kalaycı'ya (2008) göre bir testin güvenilirlik katsayısı değeri .80 ile 1.00 arasında olması o ölçme aracının yüksek derecede güvenilir olduğunun, .60 ile .80 arasında olması oldukça güvenilir olduğunun, .60 ve altında ise güvenilirliğin düşük ya da çok düşük olduğunun göstergesidir. Bu çalışma için elde edilen sonuca göre testin oldukça güvenilir olduğu söylenebilir.

CEDTD-X'in Türkiye'deki yasal hakları The Critical Thinking Co. ile 2017'de yapılan lisans anlaşması gereği PALİNDROM Bilim, Kültür, Eğitim, Araştırma, Uygulama, Danışmanlık ve Ticaret şirketine aittir. Bu nedenle çalışmanın planlama aşamasında PALİNDROM ile iletişime geçilmiş ve fiyat teklifi alınmıştır. Satın alma sözleşmesinin imzalanması ve testlerin satın alınmasından sonra şirket tarafından araştırmacıya uygulama yönergesi ve test sorularının yer aldığı kitapçıklar ve optik formlar gönderilmiştir. Satın alma sözleşmesinde yer alan kurallar gereği kitapçıklar ve optik formlar uygulamalardan sonra araştırmacı tarafından PALİNDROM'a gönderilmiş ve sonuçlar şirket tarafından araştırmacıya iletilmiştir. Testin yasal haklarını elinde bulunduran şirketin verdiği akademik kullanım izni ve CEDTD-X örnek soruları Ek-1'de sunulmuştur.

Üstbilişsel Farkındalık Ölçeği. Çocuklar için üstbilişsel farkındalık ölçeği, Sperling vd., (2002) tarafından üçüncü sınıftan dokuzuncu sınıfa kadar olan öğrencilerin üstbilişsel becerileri ölçmek amacıyla geliştirilmiştir. Karakelle ve Saraç (2007) tarafından Türkçeye uyarlanan bu ölçeğin altıncı, yedinci, sekizinci ve dokuzuncu sınıf öğrencileri için uygun olan

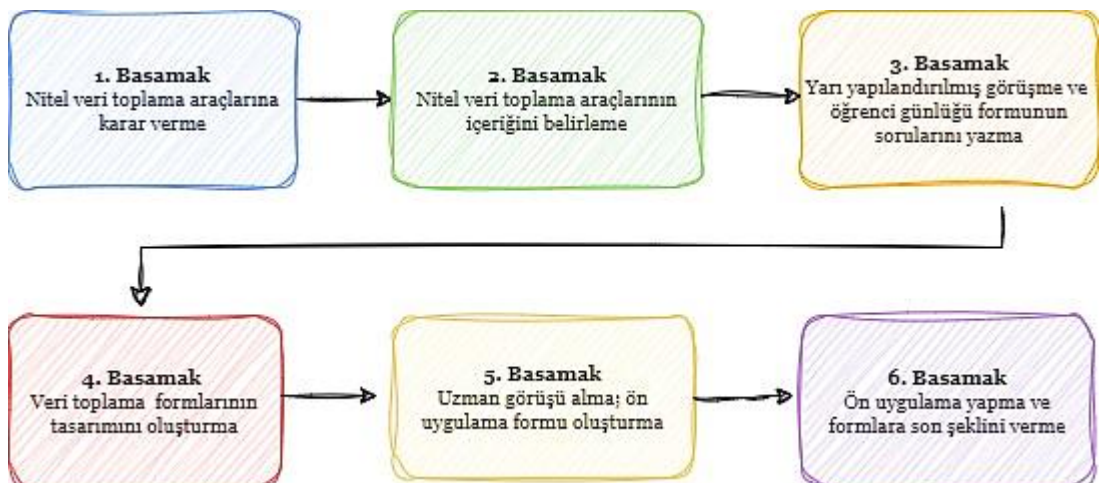
B formu kullanılmıştır. Ölçek, 18 soru 4 alt maddeden oluşmaktadır. Benli-Özdemir ve Arık (2018) ise 181 altıncı sınıf, 163 yedinci sınıf, 177 sekizinci sınıf ve 215 dokuzuncu sınıftan oluşan toplam 736 kişilik bir örneklem grubu ile ölçeğin geçerlik ve güvenirliğini tekrar hesaplamıştır. Yapılan analiz sonucunda, çocuklar için üstbilişsel farkındalık ölçeğinin tek faktörlü yapıya sahip olduğu ve Cronbach Alpha güvenirlik katsayısının .80 olduğu ortaya çıkmıştır. Bu araştırmada ise ölçeğin Cronbach Alpha değeri hesaplanmış ve .73 olarak bulunmuştur. Bu değerlere göre ölçeğin oldukça güvenilir olduğu kabul edilmektedir. Ek-2’de üstbilişsel farkındalık ölçeği ve izin yazısı yer almaktadır.

Problem Çözme Becerisi Algı Ölçeği. Araştırmada yedinci sınıf öğrencilerinin problem çözme beceri algılarındaki etkinin incelenmesi için İnel-Ekici ve Balım (2013) tarafından geliştirilen problem çözme becerisi algı ölçeği kullanılmıştır. Ölçeğin geliştirilme çalışmaları altıncı, yedinci ve sekizinci sınıf düzeyinden toplam 850 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Araştırmacılar tarafından yapılan analizler sonucunda ölçeğin ‘problem çözme becerilerine yönelik algı’ ile ‘problem çözme becerilerine yönelik isteklilik ve kararlılık algısı’ olmak üzere iki faktörden oluştuğu belirlenmiştir. Ölçeğin son şeklinde yer alan 22 maddenin madde toplam korelasyonları .44 ile .63 arasında değiştiği, ölçeğin Cronbach Alpha katsayısı ise .88 olarak hesaplandığı görülmüştür. Bu çalışma için ölçeğin Cronbach Alpha değeri ise .80 olarak hesaplanmıştır. Ek-3’te problem çözme becerisi algı ölçeği ve izin yazısı yer almaktadır.

Nitel Veri Toplama Araçları

Karma yöntem yaklaşımı ile gerçekleştirilen bu araştırmanın nitel boyutunda veri toplama amacıyla öğrenci günlükleri ve yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanılmıştır. Nitel veri toplama araçlarının geliştirilme basamakları Şekil 13’te verilmiştir.

Şekil 13. Nitel Veri Toplama Araçlarının Geliştirilme Basamakları



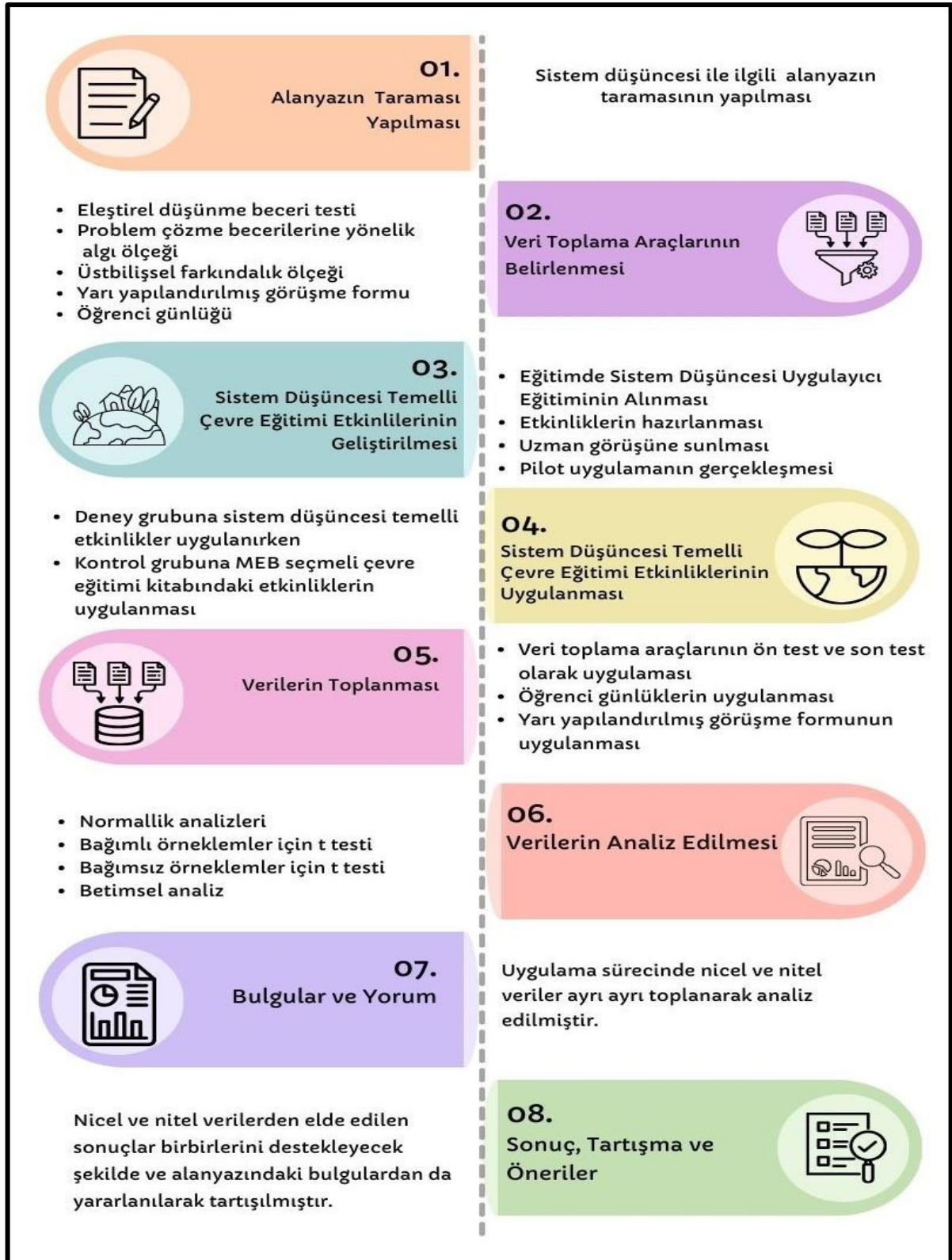
Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu. Araştırmada, sistem düşüncesi temelli çevre eğitimi uygulamalarına yönelik çoklu ve ayrıntılı bakış açısı elde etmek amacıyla öğrenciler ile yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Yarı yapılandırılmış görüşme formu Eğitim Programları ve Öğretim ile Fen Eğitimi ana bilim dalında görev yapan dört uzman tarafından incelenmiştir. Görüşme formuna verilen dönütlerden sonra yapılan düzenlemeler ile forma son hâli verilmiştir. Formun son hâli Ek-4’te yer almaktadır.

Öğrenci Günlüğü. Araştırmada sistem düşüncesi temelli çevre eğitimi sürecinde, uygulanan etkinliklerin öğrencilerin görüşleri üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla öğrencilere günlük tutturulmuştur. Öğrenci günlüklerinde öğrencilerin etkinlikleri yaparken neler hissettikleri, neler öğrendikleri, derse yönelik olumlu/olumsuz görüşlerini yazmaları sağlanmıştır. Ek-5’te öğrenci günlüğü sorularının uzman görüşü alınarak oluşturulmuş son hali yer almaktadır.

Araştırma Süreci

Sistem düşüncesi temelli çevre eğitiminin ortaokul öğrencilerinin eleştirel düşünme, üstbilişsel farkındalık ve problem çözme becerilerine yönelik algıları üzerindeki etkisinin ve sürece yönelik öğrenci görüşlerinin incelendiği araştırma sürecinin genel yapısı Şekil 14’teki gibidir.

Şekil 14. Araştırma Süreci



Araştırmanın uygulama süreci; hazırlık, pilot uygulama ve deneysel işlem şeklinde üç aşamada detaylı olarak açıklanmıştır:

Hazırlık Süreci

- ✓ İlk olarak sistem düşüncesi yaklaşımı ile ilgili alan yazını taraması yapılmıştır.
- ✓ Alan yazını taramasının ardından, yedinci sınıf seçmeli çevre eğitimi dersi araştırmanın gerçekleştirileceği ders olarak belirlenmiştir.
- ✓ Bir sonraki aşamada araştırmanın gerçekleştirileceği okulun ve sınıfların belirlenmesi yer almaktadır. Uygulama okuluna karar verilirken öğrencilerinin benzer özelliklere sahip, araştırmanın yapılabilirliği ve araştırmacının ulaşılabilirliği açısından uygun olmasına dikkat edilmiştir.
- ✓ Daha sonraki süreçte çevre eğitimi dersine yönelik öğretim programındaki kazanımların ve çevre eğitimi ders kitaplarının incelenmesi ile araştırmanın yöntemine karar verilmiştir.
- ✓ Ardından, araştırmanın amacına ulaşmaya yardımcı olacağı düşünülen veri toplama araçlarının belirlenmiş ve veri toplama araçlarının uzman görüşüne sunulmuştur. Bu süreçte ayrıca sistem düşüncesi temelli çevre eğitimi etkinliklerinin tasarlanması ve uzman görüşüne sunulmuştur.
- ✓ Sonraki aşamada ise seçmeli çevre eğitimi dersi öğretim programı ile bütünleşecek şekilde etkinlikler tasarlanmaya başlanmıştır. Öncelikle sistem düşüncesi ile tanışma etkinliklerine karar verilmiştir. Bu etkinlikler, Sweeney ve Meadows (2010) ve Creative Learning Exchange (2019) çalışmalarından derlenerek Eğitimde Sistem Düşüncesi Derneği tarafından Türkçe'ye çevrilmiştir. Bu etkinliklerin ardından seçmeli çevre eğitimi dersi öğretim programı kazanımlarına uygun şekilde diğer etkinlikler hazırlanmıştır.

Pilot Uygulama Süreci

Pilot uygulama süreci, 2020-2021 ikinci döneminde Nisan-Haziran ayları içerisinde Kars il merkezindeki bir vakıf kolejinin yedinci sınıf öğrencileriyle, altı hafta süre ile gerçekleştirilmiştir. Bu süreçte devam eden pandemi dolayısı ile MEB'in aldığı tedbirler doğrultusunda pilot uygulama ilk iki hafta yüz yüze, sonraki üç hafta uzaktan ve bir hafta daha yüz yüze şeklinde gerçekleştirilebilmiştir. Pilot uygulama süreci devam ederken, öğrencilerden bazılarına korona virüs tanısı konulmasının ardından yedinci sınıf şubesinin tamamının karantinaya alınmasına karar verilmiştir. Böylelikle dönem sonuna denk gelen son haftalarda pilot uygulamaya devam edilememiştir. Pilot uygulama sürecine dair gerçekleştirilen etkinlikler, eğitim şekli, uygulamaya katılan öğrenci sayısı ve sürece dair araştırmacı notları Tablo 5'te gösterilmiştir.

Tablo 5. Pilot Uygulama Sürecine Dair Bulgular

Hafta/ Tarih	Gerçekleştirilen Etkinlik	Eğitim Platformu	Öğrenci Sayısı	Araştırmacı notları
1. Hafta 07. 04. 2021	Öğrencilerle tanışma, sistem düşüncesi yaklaşımının tanıtılmasının ardından örümcek ağı etkinliği gerçekleştirilmiştir.	Yüz yüze eğitim	9	Örümcek ağı etkinliği için öğrenciler ile ekosistemi oluşturan öğeler belirlendi. Ardından bu öğelerin birbirleri ile ilişkileri örümcek ağı oluşturularak değerlendirildi. Bu noktada öğrencilerin ekosistem kavramının tam olarak neyi ifade ettiğini, ekosistemdeki öğelerin birbirleri ile ilişkilerini belirlemede zorlandıkları gözlenmiştir. Ancak sistem kavramının önemi ve tanımlanması açısından etkinliğin öngörülen amacına hizmet ettiğini söylemek mümkündür.
2. Hafta 14.04.2021	Zaman boyunca davranış grafiğinin tanıtılması ve çalışma yaprağının yapılması	Yüz yüze eğitim	7	Öğrencilere zaman boyunca davranış grafiğinin nasıl hazırlanıp, yorumlandığı anlatılmış, ardından da konu ile ilgili hazırlanan çalışma yaprakları üzerinde çalışılmıştır. Öğrencilerin daha önce matematik dersinde konu ile ilgili (çizgi grafik) ön bilgileri olduğu için genellikle başarılı şekilde çalışmalarını tamamladıkları görülmüştür.
3. Hafta 22.04.2021	Balon dinamikleri etkinliği ile zaman boyunca davranış grafiğinin tekrar hatırlatılması	Online eğitim (Perculus üzerinden)	4	Pandemi nedeni ile okulların tekrar yüz yüze eğitime kapatılmasının ardından öğrencilerden çevrimiçi ortamda çalışmaya katılmaları konusunda gönüllü olmaları istenmiştir ancak 12 kişilik sınıf mevcudundan 3-4 öğrenci etkinliklere katılmıştır. Katılan öğrenciler ile çevrimiçi platformda balon dinamikleri etkinliği gerçekleştirilmiştir. Bu süreç öğrenciler tarafından grafik çizme, diyagram hazırlama gibi faaliyetleri içerdiği için uzak eğitim platformunun sınırlılıkları mümkün olduğunca aşılmaya çalışılmıştır.
4. Hafta 29.04.2021	Stok akış diyagramının tanıtılması ve çalışma yaprağının yapılması	Online eğitim (Perculus üzerinden)	3	Bu haftadaki etkinliklerde öğrencilere stok akış diyagramı, yapısı öğeleri tanıtılmıştır, ardından öğrenciler ile hazırlanan çalışma yaprakları üzerinden alıştırmalar gerçekleştirilmiştir. Öğrencilerin “stok”, “giriş ve çıkış akışı” öğeleri belirlemede zorlanmadıkları gözlenmişken, “etken” öğesini belirlerken zorlandıkları görülmüştür.
5. hafta 06.05.2021	Plastikler her yerde etkinliğinin yapılması	Online eğitim (Perculus üzerinden)	4	Öğrenciler ile “plastikler her yerde” etkinliği gerçekleştirilmiştir. Konu ile ilgili öğrenciler tarafından zaman boyunca davranış grafiği çizilmiş ve yorumlanmıştır. Ardından stok akış şeması oluşturmaları istenmiştir. Öğrencilerin bir önceki derse göre stok akış şemasının öğelerini daha doğru şekilde kullandıkları gözlemlenmiştir.
6. hafta 02.06.2021	Mamut oyunu etkinliği ile zaman boyunca davranış grafiğinin ve stok akış diyagramlarının hazırlanması	Yüz yüze eğitim	9	Yeniden yüz yüze eğitimin başlaması ile öğrencilere önceki haftalardaki uygulamalar ile ilgili hatırlatmalar yapılmıştır. Mamut oyunu etkinliği ile zaman boyunca davranış grafiği çizilmiş ardından stok akış şeması çalışması ile etkinlik sonlandırılmıştır.

Deneyisel İşlemler

Sistem düşüncesi temelli çevre eğitiminin ortaokul öğrencilerinin eleştirel düşünme, üstbilişsel farkındalık ve problem çözme becerilerine yönelik algıları üzerindeki etkisinin ve sürece yönelik öğrenci görüşlerinin incelenmesi amacı ile gerçekleştirilen çalışmanın uygulama süreci şu şekilde gerçekleştirilmiştir;

- ✓ 24 Şubat 2022 tarihinde etik kurul başvurusu, 11 Mart 2022 tarihinde uygulama izni için gerekli başvurusu yapılmıştır. 21 Mart 2022 tarihinde ise tezin uygulama izni tarafıma ulaşmıştır. Uygulama izni Ek-6’da yer almaktadır.
- ✓ 21-25 Mart 2022 tarihleri arasında deney ve kontrol gruplarına problem çözme becerisine yönelik algı ve çocuklar için üstbilişsel farkındalık ölçeği ile CEDTD-X düzey eleştirel düşünme beceri testi ön test olarak uygulanmıştır.
- ✓ Uygulama öncesi gerçekleştirilen ön test uygulama ve analizlerinin ardından 28 Mart - 1 Nisan 2022 haftasından itibaren hem kontrol hem deney grubu için seçmeli çevre eğitimi dersi araştırmacı tarafından yürütölmeye başlanmıştır.
- ✓ Çalışmanın uygulama süreci seçmeli çevre eğitimi dersi öğretim programındaki “Küresel Çevre Sorunları” ünitesi kapsamında yürütölmüştür.
- ✓ Kontrol grubunun yer aldığı yedinci sınıf şubesindeki dersler, MEB seçmeli çevre eğitimi ders kitabı “Küresel Çevre Sorunları” ünitesindeki etkinlikler aracılığı ile yürütölmüştür. Kontrol grubundaki derslerde uygulanan etkinliklerden bazıları “Öğrenelim çizelim”, “Hikâye yazıyorum”, “Kirli toprakta bitki yetiştirme”, “Hayalimdeki çevre” şeklindedir. Ayrıca üniteye yer alan çevre sorunları ile ilgili animasyon izleme, kelime bulmaca oyunu, ünite sonundaki soruları çözme gibi etkinliklerde gerçekleştirilmiştir. Kontrol grubunda genellikle anlatım, soru cevap, tartışma yöntemleri kullanılmıştır. Gerçekleştirilen etkinliklere yönelik ders planları Ek-7’de yer almaktadır.
- ✓ Deney grubunun yer aldığı yedinci sınıf şubesindeki dersler ise “Küresel Çevre Sorunları” ünitesinin kazanımlarına uygun şekilde sistem düşüncesi temelli etkinlikler aracılığı ile yürütölmüştür. Gerçekleştirilen etkinliklere yönelik ders planları Ek-8’de yer almaktadır.
- ✓ Kontrol ve deney grubu için dersler 8 hafta toplam 16 ders saati sürmüştür. Ancak deneyisel işlem süreci içinde öğrenciler bir hafta süre ile ara tatile ayrılmıştır. Hem deney hem kontrol grubu için derslerin bittikten hemen sonraki hafta nicel ölçme araçları son test olarak uygulanmıştır. Son test gerçekleştirildikten sonra ise deney

grubu öğrencileri ile yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Tablo 6’da deneysel işlemlere yönelik iş-zaman takvimi yer almaktadır.

Tablo 6. Deneysel İşlemlere Yönelik İş-Zaman Takvimi

Haftalar	Tarih	Gerçekleştirilen Etkinlikler
1.Hafta	21-25 Mart 2022	Öğrencilerle tanışma, deney ve kontrol grubunun uygulama süreci ile ilgili bilgilendirilmesi ve ön testlerin uygulanması
2.Hafta	28 Mart – 1 Nisan 2022	“Örümcek ağı ve Mamut Oyunu” etkinliği
3.Hafta	4 - 8 Nisan 2022	“İçeri Dışarı” etkinliği
4.Hafta	11 - 15 Nisan 2022	Ara Tatil
5.Hafta	18 - 22 Nisan 2022	“Plastikler Her Yerde” etkinliği
6.Hafta	25 - 29 Nisan 2022	“Isınan Küre” etkinliği
7.Hafta	2 - 6 Mayıs 2022	“Kuruyan Gölün Hikâyesi” etkinliği
8.Hafta	9 - 13 Mayıs 2022	“Kıvılcımdan Yok Oluşa” etkinliği
9.Hafta	16 - 20 Mayıs 2022	“Temiz Hava Haktır” etkinliği
10.Hafta	23 – 27 Mayıs 2022	“İklim Değişiyor ” etkinliği
11.Hafta	30 – 3 Haziran 2022	Deney ve kontrol grubuna son testlerin uygulanması
12.Hafta	6 – 10 Haziran 2022	Yarı yapılandırılmış görüşmenin gerçekleştirilmesi
13.Hafta	13 – 17 Haziran 2022	Okulların kapanışı

Verilerin Toplanması

Araştırmaya dair veri toplama süreci ilk olarak araştırmacının ilgili valilik aracılığı ile İl Millî Eğitim Müdürlüğü’nden izin yazısı alması ile başlamıştır. Araştırmanın nicel boyutunda deneysel işlemlere başlamadan önce deney ve kontrol gruplarına 21-25 Mart 2022 haftasında ölçme araçları ön test olarak uygulanmıştır. CEDTD-X için deney ve kontrol grubu öğrencilerine iki ders saati (80 dakika) süre ayrılmıştır. Ayrıca öğrencilere problem çözme becerisi algı ölçeği ve üstbilişsel farkındalık ölçeğinin doldurulması için ise bir ders saati süre verilmiştir. Deneysel sürecin bitmesinin ardından (sekiz hafta) sonra 30 Mayıs - 3 Haziran 2022 haftasında ise aynı ölçme araçları aynı süreler içinde son test olarak uygulanmıştır.

Araştırmanın nitel boyutunda deney grubu öğrencilerinden her etkinlik sonrasında okulda ders saati dışında günlük yazmaları istenmiştir. Etkinliklerin bitiminden sonra uygulanan son testlerin ardından öğrenciler ile bireysel görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Görüşmeler öğrencilerle okul ortamında fakat ders dışında kendilerinin belirlediği saatlerde yapılmıştır. Her bir öğrenci ile görüşme yaklaşık olarak 8-9 dakika sürmüştür. Görüşmeler öğrencilerin izni alınarak ses kayıt cihazı ile kaydedilmiştir. Öğrencilerin görüşlerinin yazıya aktarılmasının ardından öğrenciler ile paylaşılarak düşünceleri teyit edilmeye çalışılmıştır. Tablo 7’de etkinliklerin gerçekleştirildiği haftalara göre öğrencilerin günlük yazma durumları sunulmuştur.

Tablo 7. *Etkinliklerin Gerçekleştirildiği Haftalara Göre Öğrencilerin Günlük Yazma Durumları*

Katılımcılar	1.Hafta	2.Hafta	3.Hafta	4.Hafta	5.Hafta	6.Hafta	7.Hafta	8.Hafta
Ö1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Ö2	✓		✓	✓	✓		✓	
Ö3			✓	✓	✓	✓		✓
Ö4	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Ö5			✓	✓	✓		✓	✓
Ö6		✓	✓	✓			✓	✓
Ö7		✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Ö8		✓	✓		✓	✓		✓
Ö9	✓	✓	✓	✓				✓
Ö10			✓	✓	✓	✓	✓	
Ö11		✓	✓		✓			✓
Ö12	✓		✓	✓		✓		✓
Ö13				✓	✓	✓	✓	
Ö14		✓	✓	✓				✓
Ö15	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Ö16	✓		✓	✓	✓	✓	✓	
Ö17	✓		✓	✓	✓	✓	✓	
Ö18	✓	✓	✓					✓
Ö19			✓	✓			✓	
Ö20		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Ö21	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Ö22	✓	✓	✓	✓	✓		✓	
Ö23		✓	✓	✓	✓	✓		✓
Ö24	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓

Tablo 7 incelendiğinde öğrencilerin haftalık günlük yazma durumlarının değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Özellikle etkinliklerin gerçekleştirildiği ilk haftalarda öğrencilerin evlerinde günlük yazma konusunda gönülsüz davrandıkları fark edilmiş, sonraki haftalarda ise deney grubu öğrencilerinin günlüklerini okulda, ders dışındaki zaman diliminde yazmaları sağlanmıştır.

Verilerin Analizi

Araştırmada karma yöntem kullanılmasından dolayı süreçte hem nicel hem de nitel veriler elde edilmiştir. Elde edilen verilerin analizi nicel verilerin analizi ve nitel verilerin analizi olmak üzere ayrı başlıklar hâlinde sunulmuştur.

Nicel Verilerin Analizi

Araştırmanın nicel boyutunda öncelikle deney ve kontrol grubu öğrencilerinden toplanan verilerin betimsel analizi gerçekleştirilmiştir. Öncelikle deney ve kontrol grubunun eleştirel düşünme beceri testi, problem çözme becerilerine yönelik algı ve üstbilişsel farkındalık puanlarını karşılaştırmak için bu veri toplama araçlarından elde edilen verilerin parametrik testlere uygunluğu bakımından normallik analizleri gerçekleştirilmiştir. Bu anlamda deney ve kontrol gruplarının normal dağılım gösterip göstermediklerinin tespit edilmesi amacıyla grupların veri toplama araçlarından aldıkları puanların merkezi eğilim ölçümlerine ve basıklık ve çarpıklık katsayılarına bakılmıştır. Merkezi eğilim ölçüleri olarak aritmetik ortalama ve ortanca değerleri hesaplanmış, bu değerlerin birbirine yakın olması dağılımın normal olduğunun göstergesi olarak kabul edilmiştir. Ayrıca deney ve kontrol grubunun ön testlerden aldıkları puan dağılımının normallik sınaması Shapiro Wilks testi ile kontrol edilmiştir. Hair vd., (2010) tarafından çarpıklık ve basıklık katsayılarının analizinde değerlerin -1.96 ile +1.96 arasında olmasının verilerin normal dağılım sergilediğinin göstergesi olduğu ileri sürülmektedir. Ayrıca parametrik testlerin önemli bir varsayımı olan verilerin homojen bir dağılım sergileyip sergilemediğini test etmek amacıyla Levene testi yapılmıştır.

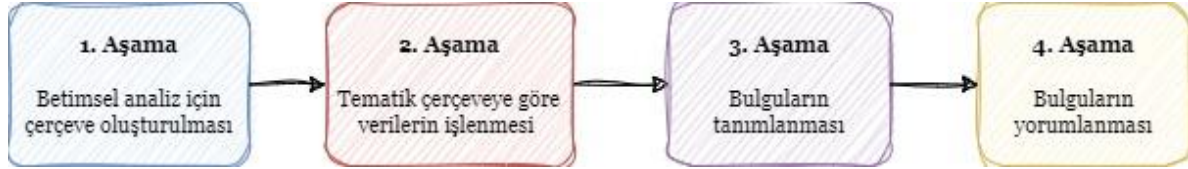
Yapılan analizler sonucunda ölçeklerin normal dağılım gösterdiği belirlenmiş; verilerin analizinde parametrik tekniklerin uygulanmasının uygun olduğuna karar verilmiştir. Bu bağlamda deney ve kontrol grupların birbirine eşit olup olmadığını test etmek amacıyla bağımsız örneklem için t testi, her grubun kendi içinde anlamlı düzeyde farklılık olup olmadığını saptamak amacıyla bağımlı gruplar t testi yapılmıştır. Araştırma kapsamında veri analizleri SPSS 22.000 programı aracılığıyla gerçekleştirilmiştir. Yapılan istatistiksel analiz tekniklerine yönelik varsayımların sonuçlarını gösteren tablolar Ek-9'da yer almaktadır.

Nitel Verilerin Analizi

Araştırmada elde edilen nitel verilerin analizinde betimsel analizden yararlanılmıştır. Betimsel analiz, verilerin önceden belirlenen temalara göre özetlenmesini ve yorumlanmasını içeren nitel veri analizi türüdür. Bu analiz türünde araştırmacı gördüğü ya da gözlemiş olduğu bireylerin görüşlerini çarpıcı bir biçimde yansıtabilmek amacıyla doğrudan alıntılara sık sık yer verebilmektedir. Betimsel analiz de temel amaç elde edilen bulguların okuyucuya özetlenerek

ve yorumlanarak sunulmasıdır (Yıldırım & Şimşek, 2008). Şekil 15'te araştırmada gerçekleştirilen betimsel analizin aşamaları yer almaktadır.

Şekil 15. Betimsel Analizin Aşamaları



1. Aşama betimsel analiz için çerçeve oluşturulması ile başlamıştır. Yarı yapılandırılmış görüşme formu ve öğrenci günlükleri soruları tema olarak belirlenmiştir.
2. Aşamada nitel veriler okunarak tematik çerçeveye göre kodlar elde edilmiştir. Bu aşamada ayrıca kodların hangi öğrencilere ait olduğu belirlenmiş ve kullanılacak doğrudan alıntılar seçilmiştir.
3. Aşamada elde edilen veriler organize edilerek tablo hâlinde sunularak ve doğrudan alıntılara yer verilmiştir. Bu aşamada, yarı yapılandırılmış görüşme gerçekleştirilen 15 öğrenci Ö1'den Ö15'e kadar kodlar ile tanımlanırken, öğrenci günlüklerinin analizinde ise öğrenciler Ö1, Ö2, Ö3,.....Ö24 şeklinde kodlar ile tanımlanmıştır.
4. Aşamada ise yarı yapılandırılmış görüşmeler ve öğrenci günlüklerinden elde edilen veriler yorumlanmıştır.

Araştırmacının Rolü

Araştırmacı deneysel işlem süreci başlamadan önce hazırlık aşamasında EsdX Uzaktan Eğitim Platformunda yayınlanan EsdX 101 Uygulayıcı Eğitimine ve 24 Ocak-1 Şubat 2021 tarihlerinde 1. Bölümleri, 10-12 Şubat 2021 tarihlerinde 2. Bölümleri çevrimiçi düzenlenen Stella Online Tanıtım eğitimleri ile “Eğitimde Sistem Düşüncesi Uygulayıcı Eğitimi” tamamlanmıştır. Eğitim sonunda verilen katılım belgesi Ek-10'da yer almaktadır. Ayrıca bu eğitimlere ek olarak sistem düşüncesi alanında çalışmaları olan üç alan uzmanı ile yaklaşık bir dönem boyunca her hafta belirlenen bir saatte çevrimiçi platform üzerinden toplantılar gerçekleştirilmiştir. Bu görüşmeler esnasında asıl uygulama için yapılması planlanan etkilere yönelik dönüt ve düzeltmeler üzerinde fikir alışverişinde bulunulmuştur. Bundan dolayı seçmeli çevre eğitimi dersi deney ve kontrol gruplarında araştırmacı tarafından yürütülmüştür.

Geçerlik ve Güvenirlik

Araştırmaların iç ve dış geçerliğini tehdit eden bazı faktörler yer almaktadır. Araştırma sürecinde bu faktörlere dikkat edilmesi araştırmanın geçerliğinin yükselmesini sağlayacaktır. Bu araştırma kapsamında iç geçerliğe yönelik muhtemel tehditler ve bu tehditlerin giderilmesine yönelik alınan önlemler Tablo 8’de belirtilmiştir.

Tablo 8. İç Geçerliği Sağlamak Amacıyla Yapılan Çalışmalar

İç Geçerliğe Yönelik Tehditler	Alınan Önlemler
Çalışma Gruplarının Seçimi	Deney ve kontrol gruplarının yedinci sınıf şubeleri arasından seçimleri yansız atama ile yapılmıştır.
Deneklerin Olgunlaşması	Araştırmanın uygulama süreci 13 hafta olduğu için çalışma gruplarında doğal faktörler haricinde araştırma sonuçlarını etkileyecek belirgin bir etki ile karşılaşmamıştır.
Veri Toplama Aracı	Veri toplama araçları araştırmacı tarafından hem deney hem kontrol grubuna ön test ve son test olarak uygulandığı için geçerliği etkileyecek bir tehdit oluşmamıştır.
Çalışma Gruplarının Geçmişi	Deney ve kontrol grupları için deneysel sürecin haricinde bağımlı değişkenler üzerinde değişime neden olabilecek somut bir durum gözlemlenmemiştir.
Denek Kaybı Etkisi	Deney ve kontrol grubunda herhangi bir denek kaybı olmamıştır. Araştırmanın başlangıcından sonuna kadar, deney grubunda 24, kontrol grubunda ise 25 öğrenci yer almıştır.
Ön test Etkisi	Deney ve kontrol gruplarının ön testi 21-25 Mart 2022 haftası, son testi ise 30 Mayıs – 3 Haziran 2022 haftasında yapıldığından dolayı aradan geçen yaklaşık 10 haftalık zaman diliminde öğrencilerin ön testteki cevaplarını hatırlama ihtimallerinin düşük olduğu kabul edilir.
İstatistiksel Regresyon	Nicel verilerin analizinde, deney ve kontrol gruplarına uygulanan ölçme araçlarının normallik analizleri yapılmıştır. Yapılan analizler sonucunda verilerin normal dağılım ile uygunluk göstermesi; araştırmada deney ve kontrol gruplarının varlığı ve yansız atama ile belirlenmiş olmaları da regresyon etkisinin azalmasını sağlamıştır.
Beklentilerin Etkisi	Çalışma gruplarına deneysel süreç öncesinde deneysel koşullar ve uygulanacak testler hakkında herhangi bir bilgilendirme yapılmamış ve çalışma gruplarında bu yönde bir beklenti oluşturulmamıştır.

Korkmaz (2018) ve Ozan’dan (2017) yararlanılmıştır.

Ayrıca bu araştırma sürecinde dış geçerliği yönelik muhtemel tehditler ve bu tehditlerin giderilmesine yönelik uygulanan önlemler Tablo 9’da belirtilmiştir.

Tablo 9. Dış Geçerliği Sağlamak Amacıyla Yapılan Çalışmalar

Dış Geçerliğe Yönelik Tehditler	Alınan Önlemler
Seçim Yöntemi ve Deneysel İşlem Arasında Etkileşim	Çalışmanın deney ve kontrol gruplarının belirlenmesi yansız atama yoluyla gerçekleştirilmiştir. Deney grubunda 24, kontrol grubunda 25 öğrenci bulunmaktadır. Bu sayede deneysel çalışmalar için vurgulanan her grupta en az 15 kişi olma ölçütüne uyulmuştur. Böylelikle araştırmadan elde edilen sonuçları benzer durum veya ortamlar için de genellemek mümkündür.
Deney Ortamı ve Deneysel İşlem Arasında Etkileşim	Araştırmanın gerçekleştirildiği deney ve kontrol grubunun sınıf ortamlarında etkileşimli tahta dışında herhangi bir özel araç gereç ya da materyal bulunmamaktadır.
Zaman ve Deneysel İşlem Arasında Etkileşim	Deneysel süreçler, doğal zaman dilimi içerisinde, 2021-2022 eğitim öğretim yılının bahar döneminde başlayıp 11 hafta sürmüştür. Deneysel süreç boyunca çalışma grubundaki öğrenciler için özel bir zaman dilimi ayrılmamıştır.

Korkmaz (2018) ve Ozan'dan (2017) yararlanılmıştır.

Araştırmanın nitel boyutunun geçerlik ve güvenilirliğini sağlamak amacı ile bazı önlemler alınmıştır. Belirlenen geçerlik ve güvenilirlik ölçütlerine göre alınan önlemler Tablo 10'da sunulmuştur.

Tablo 10. Araştırmanın Nitel Boyutuna Yönelik Geçerlik ve Güvenirlikle İlgili Alınan Önlemler

Ölçüt	Strateji	Önlemler
İç Geçerlik	Veri Çeşitlemesi	Veriler yarı yapılandırılmış görüşme ve öğrenci günlüğü kullanılarak toplanmıştır.
	Dış Denetim	Yapılan araştırmanın niteliğinin arttırılmasına yönelik her aşamada uzman görüşlerinden yararlanılmıştır.
Dış Geçerlik	Doğrudan Alıntı	Yazılan günlük ve yapılan görüşmelerle ilgili doğrudan alıntılara sıklıkla yer verilmiştir.
	Amaçlı Örneklem	Çalışma grubuna karar verilirken araştırmanın amacına uygun olmasına dikkat edilmiştir.
İç Güvenirlik	Tutarlılık İncelemesi	Öğrenci günlüğü ile yarı yapılandırılmış görüşme verilerinin analizinde alan uzmanı ile birlikte betimsel analiz yapılması sağlanmıştır.
Dış Güvenirlik	Teyit İncelemesi	Çalışmada elde edilen bulguların daha sonrada teyit edilebilmesini sağlamak amacıyla kullanılan veri toplama araçları, elde edilen ham veriler, veri analizi sürecinde yapılan çalışmalar araştırmacı tarafından saklanmıştır.

Korkmaz (2018) ve Ozan'dan (2017) yararlanılmıştır.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

Bulgular

Bu bölümde, araştırmanın soruları doğrultusunda veri toplama araçlarından elde edilen bulgulara yer verilmiştir.

Birinci Araştırma Sorusuna İlişkin Bulgular

Uygulama sonrası deney ve kontrol grubu eleştirel düşünme becerileri, üstbilişsel farkındalık ve problem çözme becerilerine yönelik algıları arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığı sorusuna yanıt bulmak için bağımsız gruplar t testi yapılmış olup, sonuçlar Tablo 11’de gösterilmiştir.

Tablo 11. Deney ve Kontrol Grubunun Eleştirel Düşünme Becerileri, Üstbilişsel Farkındalık ve Problem Çözme Becerilerine Yönelik Algı Ölçeği Son Test Sonuçlarına İlişkin Bulgular

Ölçekler	Alt boyutları	Gruplar	N	$\bar{X}$	SS	sd	t	p
Eleştirel düşünme beceri testi	Toplam	Deney	24	50.23	7.99	47	1.59	.11
		Kontrol	25	45.80	11.11			
Problem çözme becerilerine yönelik algı	Problem çözme becerilerine yönelik algı	Deney	24	61.83	5.19	47	2.31	.02*
		Kontrol	25	56.72	9.69			
	Problem çözme becerilerine yönelik isteklilik ve kararlılık algısı	Deney	24	28.79	2.10	47	4.17	.00**
		Kontrol	25	24.56	5.68			
	Toplam	Deney	24	90.62	6.00	47	3.41	.00**
		Kontrol	25	81.28	13.59			
Üstbilişsel farkındalık ölçeği	Toplam	Deney	24	71.66	5.64	47	3.49	.00**
		Kontrol	25	64.28	9.66			

*p < .05, ** p < .01

Tablo 11 incelendiğinde deney ve kontrol grubu öğrencilerinin eleştirel düşünme beceri testi son test puanları arasında ($\bar{X}_{\text{deney}}=50.23$, $SS = 7.99$; $\bar{X}_{\text{kontrol}}=45.80$, $SS= 11.11$) anlamlı bir farklılığa ulaşılmamıştır ($t(24) = 1.59$; $p > .05$). Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin problem çözme becerilerine yönelik algı ölçeği puanlarına ($\bar{X}_{\text{deney}}=90.62$, $SS=6.00$; $\bar{X}_{\text{kontrol}} = 81.28$, $SS = 13.59$) bakıldığında ise ölçeğin geneli için anlamlı farklılığa ($t(24) = 3.41$; $p < .01$) ulaşılmıştır. Ayrıca problem çözme becerilerine yönelik algı alt boyutu için son test puanlarına ($\bar{X}_{\text{deneyfak1}} = 61.83$, $SS = 5.19$; $\bar{X}_{\text{kontrolfak1}} = 56.72$, $SS = 9.69$) bakıldığında ise anlamlı farklılık ($t(24) = 2.31$;

$p < .05$) ortaya çıkmıştır. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin problem çözme becerilerine yönelik isteklilik ve kararlılık algısı alt boyutunda ise son test puanları arasında ($\bar{X}_{\text{deneyfak2}} = 28.79$, $SS = 2.10$; $\bar{X}_{\text{kontrolfak2}} = 24.56$, $SS = 5.68$) anlamlı farklılığa ($t(24) = 4.17$; $p < .01$) ulaşılmıştır. Ayrıca deney ve kontrol grubu öğrencilerinin üstbilişsel farkındalık ölçeği puanları açısından da aralarında ($\bar{X}_{\text{deney}} = 71.66$, $SS = 5.64$; $\bar{X}_{\text{kontrol}} = 64.28$, $SS = 9.66$) anlamlı farklılık ($t(24) = 3.49$; $p < .01$) olduğu görülmektedir. Buna göre sistem düşüncesi temelli çevre eğitimi etkinliklerinin deney grubundaki öğrencilerin kontrol grubuna göre eleştirel düşünme becerilerinin gelişimi üzerinde anlamlı bir farklılığa yol açmadığı ancak problem çözme beceri algıları ve üstbilişsel farkındalıkları üzerinde anlamlı bir farklılığa sebep olduğu söylenebilir.

İkinci Araştırma Sorusuna İlişkin Bulgular

Deney grubu öğrencilerinin uygulama öncesi ve sonrası eleştirel düşünme becerileri, üstbilişsel farkındalık, problem çözme becerilerine yönelik algıları arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığı sorusuna yanıt bulmak için yapılan bağımlı gruplar t testi sonuçları Tablo 12’de gösterilmiştir.

Tablo 12. Deney Grubunun Eleştirel Düşünme Becerileri, Üstbilişsel Farkındalık ve Problem Çözme Becerilerine Yönelik Algı Ölçeği Ön Test ve Son Test Sonuçlarına İlişkin Bulgular

Ölçekler	Alt boyutları	Gruplar	N	$\bar{X}$	SS	sd	t	p
Eleştirel düşünme beceri testi	Toplam	Ön test	24	45.18	8.37	23	-2.26	.03*
		Son test	24	50.23	7.99			
Problem çözme becerilerine yönelik algı	Problem çözme becerilerine yönelik algı	Ön test	24	55.08	5.86	23	-5.26	.00**
		Son test	24	61.83	5.19			
	Problem çözme becerilerine yönelik isteklilik ve kararlılık algısı	Ön test	24	23.91	4.05	23	-6.76	.00**
		Son test	24	28.79	2.10			
	Toplam	Ön test	24	79.00	7.61	23	-9.33	.00**
		Son test	24	90.62	6.00			
Üstbilişsel farkındalık ölçeği	Toplam	Ön test	24	66.37	5.95	23	-8.85	.00**
		Son test	24	71.66	5.64			

* $p < .05$, ** $p < .01$

Tablo 12’ye göre deney grubu öğrencilerinin eleştirel düşünme beceri testi ön test ve son test puanları arasında ($\bar{X}_{\text{öntest}} = 45.18$, $SS = 8.37$; $\bar{X}_{\text{sontest}} = 50.23$, $SS = 7.99$) anlamlı farklılığa ulaşılmıştır ($t(24) = -2.26$; $p < .05$). Deney grubu öğrencilerinin eleştirel düşünme beceri testi aritmetik ortalama puanlarında artış ($\bar{X}_{\text{öntest}} = 45.18$, $\bar{X}_{\text{sontest}} = 50.23$) olduğu belirlenmiştir. Deney grubu öğrencilerinin problem çözme becerilerine yönelik algı puanları incelendiğinde

ölçeğin geneli ($\bar{X}_{\text{öntest}} = 79.00$, $SS = 7.61$; $\bar{X}_{\text{son test}} = 90.62$, $SS = 6.00$) açısından anlamlı farklılığa ($t(24) = -9.33$; $p < .01$) ulaşılmıştır. Problem çözme becerilerine yönelik algı ölçeği geneli için ise aritmetik ortalama ($\bar{X}_{\text{öntest}} = 79.00$; $\bar{X}_{\text{son test}} = 90.62$) puanlarında yükseliş gözlenmiştir. Ayrıca, problem çözme becerilerine yönelik algı alt boyutu açısından ön test ve son test puanları arasında ($\bar{X}_{\text{fak1öntest}} = 55.08$, $SS = 5.86$; $\bar{X}_{\text{fak1son test}} = 61.83$, $SS = 5.19$) anlamlı farklılığa ulaşılmıştır ($t(24) = -5.26$; $p < .05$). Problem çözme becerilerine yönelik isteklilik ve kararlılık algısı alt boyutu açısından ise ön test ve son test puanları arasında ($\bar{X}_{\text{fak2öntest}} = 23.91$, $SS = 4.05$; $\bar{X}_{\text{fak2son test}} = 28.79$, $SS = 2.10$) anlamlı farklılığa ulaşılmıştır ($t(24) = -6.76$; $p < .01$). Ayrıca deney grubunun üstbilişsel farkındalık ölçeği puanları açısından ön test ve son test puanları arasında ($\bar{X}_{\text{öntest}} = 66.37$, $SS = 5.95$; $\bar{X}_{\text{son test}} = 71.66$, $SS = 5.64$) anlamlı farklılığa ulaşılmıştır ($t(24) = -8.85$; $p < .01$). Deney grubunun üstbilişsel farkındalık ölçeği aritmetik ortalaması ($\bar{X}_{\text{öntest}} = 66.37$; $\bar{X}_{\text{son test}} = 71.66$) yükselmiştir. Buna göre deney grubunda uygulanan sistem düşüncesi temelli çevre eğitiminin öğrencilerin eleştirel düşünme becerileri, problem çözme becerilerine yönelik algı ve üstbilişsel farkındalık puanlarını istatistiksel açıdan anlamlı ölçüde artırdığı söylenebilir.

Üçüncü Araştırma Sorusuna İlişkin Bulgular

Kontrol grubu öğrencilerinin uygulama öncesi ve sonrası eleştirel düşünme becerileri, üstbilişsel farkındalık, problem çözme becerilerine yönelik algıları arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığı sorusuna yanıt bulmak için yapılan bağımlı gruplar t testi sonuçları Tablo 13'te gösterilmiştir.

Tablo 13. Kontrol Grubunun Eleştirel Düşünme Becerileri, Üstbilişsel Farkındalık ve Problem Çözme Becerilerine Yönelik Algı Ölçeği Ön Test ve Son Test Sonuçlarına İlişkin Bulgular

Ölçekler	Alt boyutları	Gruplar	N	$\bar{X}$	SS	sd	t	p
Eleştirel düşünme beceri testi	Toplam	Ön test		43.49	9.33	24	-.92	.36
		Son test		45.80	11.12			
Problem çözme becerilerine yönelik algı	Problem çözme becerilerine yönelik algı	Ön test		54.84	7.49	24	-2.88	.00**
		Son test		56.72	9.69			
	Problem çözme becerilerine yönelik isteklilik ve kararlılık algısı	Ön test		23.56	5.64	24	-.74	.46
		Son test		24.56	5.20			
	Toplam	Ön test		78.40	9.81	24	1.14	.10
		Son test		81.28	13.59			
Üstbilişsel farkındalık ölçeği	Toplam	Ön test		63.48	7.63	24	-.47	.69
		Son test		64.28	9.66			

Tablo 13'e göre kontrol grubu öğrencilerinin eleştirel düşünme beceri testi ön test ve son test puanları arasında ($\bar{X}_{\text{öntest}} = 43.49$, $SS = 9.33$; $\bar{X}_{\text{son test}} = 45.80$, $SS = 11.12$) anlamlı farklılığa ulaşılmamıştır ($t(24) = -.92$; $p > .05$). Kontrol grubu öğrencilerinin eleştirel düşünme beceri testi aritmetik ortalama puanı ($\bar{X}_{\text{öntest}} = 43.49$; $\bar{X}_{\text{son test}} = 45.80$) yükselmiştir. Kontrol grubu öğrencilerinin problem çözme becerilerine yönelik algı puanları ($\bar{X}_{\text{öntest}} = 78.40$, $SS = 9.81$; $\bar{X}_{\text{son test}} = 81.28$, $SS = 13.59$) incelendiğinde ölçeğin geneli açısından anlamlı farklılığa ($t(24) = 1.14$; $p > .05$) ulaşılmamıştır. Kontrol grubu problem çözme becerilerine yönelik algı ölçeğinin genel aritmetik ortalamasının ($\bar{X}_{\text{öntest}} = 78.40$; $\bar{X}_{\text{son test}} = 81.28$) arttığı görülmüştür. Ayrıca, problem çözme becerilerine yönelik algı alt boyutu açısından ön test ve son test puanları arasında ($\bar{X}_{\text{fak1öntest}} = 54.84$, $SS = 7.49$; $\bar{X}_{\text{fak1son test}} = 56.72$, $SS = 9.69$) anlamlı farklılığa ulaşılmıştır ($t(24) = -2.88$; $p < .01$). Problem çözme becerilerine yönelik isteklilik ve kararlılık algısı alt boyutunda açısından da açısından ön test ve son test puanları arasında ($\bar{X}_{\text{fak2öntest}} = 23.56$, $SS = 5.64$; $\bar{X}_{\text{fak2son test}} = 24.56$, $SS = 5.20$) anlamlı farklılığa ($t(24) = -.74$; $p > .05$) ulaşılmamıştır. Ayrıca kontrol grubunun üstbilişsel farkındalık ölçeği puanları açısından ön test ve son test puanları arasında ($\bar{X}_{\text{öntest}} = 63.48$, $SS = 7.63$; $\bar{X}_{\text{son test}} = 64.28$, $SS = 9.66$) anlamlı farklılığa ulaşılmamıştır ($t(24) = -.47$; $p > .05$). Buna göre seçmeli çevre eğitimi kitabındaki etkinliklerin kontrol grubunda yer alan öğrencilerin problem çözme becerilerine yönelik algılarında anlamlı bir farklılığa yol açtığı ancak eleştirel düşünme becerisi ve üstbilişsel farkındalıkları üzerinde anlamlı farklılık oluşturmadığı söylenebilir.

Dördüncü Araştırma Sorusuna İlişkin Bulgular

“Deney grubu öğrencilerinin sistem düşüncesi temelli çevre eğitimi dersi uygulama sürecine yönelik görüşleri nelerdir?” şeklinde belirtilen dördüncü araştırma sorusuna yanıt aranmıştır. Bu doğrultuda, öğrenciler ile gerçekleştirilen yarı yapılandırılmış görüşmeler ile öğrencilerin yazdıkları günlüklerinden elde edilen veriler betimsel analize tabi tutularak veriler kodlanmıştır. Yarı yapılandırılmış görüşme soruları ve öğrenci günlüğünde yer alan sorular tema olarak belirlenmiştir. Analiz sonucu ortaya çıkan kodlar gruplandırılarak kategoriler elde edilmiş ve tablo şeklinde sunulmuştur.

Öğrenciler ile Gerçekleştirilen Görüşmelerden Elde Edilen Bulgular

Öğrenciler ile gerçekleştirilen bireysel görüşmelerden elde edilen veriler betimsel analize tabi tutulmuştur. Elde edilen kodlar kategoriler hâlinde düzenlenerek aşağıda belirtilen görüşme soruları çerçevesinde temalaştırılmıştır.

1. Sistem düşüncesi yaklaşımı ile hazırlanan etkinlikler ile ilgili duygu ve düşünceleriniz (olumlu/olumsuz) nelerdir?

- ✓ Bu dersin size neler kazandırdığını (akademik, sosyal, duygusal) düşünüyorsunuz?
 - ✓ Çevre eğitimi dersi süresince kendinizi nasıl hissettiniz?
2. Sistem düşüncesi yaklaşımının diğer derslerinizde işlediğiniz yöntem ve tekniklerden;
- ✓ Benzer ve farklı yönleri olduğunu düşünüyor musunuz? Bu düşüncenizin nedenini açıklayabilir misiniz?
3. Sistem düşüncesi yaklaşımı ile gerçekleştirilen etkinliklere yönelik;
- ✓ En çok sevdiğiniz etkinlikler hangileri oldu? Bu etkinlikleri diğerlerinden ayıran sebepler nelerdir?
 - ✓ Keyif almadığınızı/sevemediğiniz etkinlikler var mıydı? Bu etkinlikler hangileriydi? Bu etkinlikleri sevmemenizin sebepleri nelerdir?
4. Sistem düşüncesi yaklaşımının farklı derslerde de uygulanmasını ister misiniz? Evet/ hayır ise nedenini açıklayabilir misiniz?
5. Sistem düşüncesi yaklaşımı etkinliklerinden öğrendiğiniz bilgileri günlük hayatta kullanıyor musunuz? Cevabınız evet ise örnek verebilir misiniz?

Öğrencilerin “Çevre eğitimi dersi süresince kendinizi nasıl hissettiniz?” sorusuna verdikleri yanıtlara ilişkin bulgular Tablo 14’te gösterilmiştir.

Tablo 14. Öğrencilerin Çevre Eğitimi Dersi Süresince Kendilerini Nasıl Hissettiğine Dair Bulgular

Kategori	Kodlar	Öğrenciler
Derse yönelik duygu	Mutluluk	Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö9, Ö10, Ö11, Ö12, Ö13, Ö14, Ö15
	Merak	Ö9, Ö11, Ö13, Ö15
	Heyecan	Ö4
	Şaşkınlık	Ö8

Tablo 14’te görüldüğü üzere öğrencilerin tamamı ders süresince kendini mutlu hissettiğini belirtmiştir. Öğrencilerden dördü ders süresinde kendini meraklı olarak tanımlamıştır. Ayrıca bir öğrenci kendisini heyecanlı, bir diğeri ise şaşkın şeklinde ifade etmiştir. Öğrencilerin çevre eğitimi dersi süresince kendilerini nasıl hissettiğine dair doğrudan alıntıları aşağıdaki gibidir:

“Mutluydum. Aynı zamanda derse girmeden önce hocam bu hafta neler anlatacak diye heyecanlıydım.” (Ö4)

“Hocam sizinle yaptığımız ders çok eğlenceliydi. Sizin dersinizden çok şey öğrendim. Hiçbirini unutmadım. Umarım bir daha olur.” (Ö5)

“Hocam çoğu konuyu bilmiyordum baya şaşırdım. Mesela Aral Gölü'nün kurumasını izlediğimizde şaşırmıştım.” (Ö8)

“Geldiğinizde elinizde poşet gibi bir şey oluyordu hep merak ediyordum ne yapacağınızı.” (Ö9)

“Hocam gerçekten çok yararlı oldu. Dersler çok eğlenceli geçti. Çok mutluydum. Özellikle sizinle çalışmak çok güzeldi.” (Ö13)

Öğrencilerin “Sistem düşüncesi temelli çevre eğitimi dersinin size neler kazandırdığını (akademik, sosyal, duygusal) düşünüyorsunuz?” sorusuna verdikleri yanıtlara dair bulgular Tablo 15’te gösterilmiştir.

Tablo 15. Öğrencilerin Sistem Düşüncesi Temelli Çevre Eğitimi Dersinin Akademik, Sosyal, Duygusal Açıdan Katkılarına Yönelik Görüşlerine İlişkin Bulgular

Kategoriler	Kodlar	Öğrenciler
Akademik katkıları	Grafik yorumlama	Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö9, Ö10, Ö11, Ö12, Ö13, Ö14, Ö15
	Farklı bakış açısı sağlama	Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö8, Ö11, Ö12, Ö15
	Bütüncül düşünme	Ö3, Ö5, Ö8, Ö10, Ö11, Ö14
	Sorun çözme	Ö4, Ö6, Ö8, Ö9, Ö10
	Transfer	Ö3, Ö14, Ö15
Duygusal katkıları	Çevresel farkındalık	Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö8, Ö9, Ö10, Ö12, Ö13, Ö14
	Çevreye saygı duyma	Ö1, Ö2, Ö7, Ö11, Ö15
Sosyal katkıları	İletişim	Ö1, Ö3, Ö4, Ö5, Ö7, Ö9, Ö14

Tablo 15 incelendiğinde sistem düşüncesi temelli çevre eğitimi dersinin öğrencilere akademik, duygusal ve sosyal yönden olmak üzere üç kategori altında katkı sağladığı görülmektedir. Akademik katkı kategorisi incelendiğinde öğrencilerin tamamı sistem düşüncesi temelli çevre eğitiminin grafik yorumlama becerisini geliştirdiğini ifade etmiştir. Aynı zamanda öğrencilerden sekizi etkinliklerin onlara farklı bakış açıları kazandırdığını, altısı gerçekleştirdikleri etkinlikler sayesinde karşılaştıkları sorunları çözmeye ilişkin daha fazla fikir üretebildiklerini belirtmiştir. Ayrıca beş öğrenci sistem düşüncesi etkinliklerinin onların bütüncül düşüncelerine yardımcı olduğunu vurgularken, üç öğrenci ise sistem düşüncesi araçlarından öğrendiklerini diğer derslere transfer edebildiklerini ifade etmişlerdir. Sistem düşüncesi temelli çevre eğitimi dersinin öğrencilere duygusal açıdan katkıları incelendiğinde ise öğrencilerin 10’u sistem düşüncesi temelli uygulamaların çevresel farkındalıklarını arttırdığını, 5’i ise çevreye daha fazla saygı duyduklarını vurgulamışlardır. Ayrıca öğrencilerden yedisi sistem düşüncesi etkinliklerinin arkadaşları ile iletişimi arttırdığını ifade ederek sosyal açıdan katkısını ifade etmişlerdir.

Öğrencilerin sistem düşüncesi temelli çevre eğitimi dersinin akademik, sosyal, duygusal açıdan katkılarına yönelik görüşlerine dair doğrudan alıntılardan bazıları aşağıdaki gibidir:

“Hocam mesela hayatta bilmediğim şeyleri öğrendim. Göllerin nasıl kurduğunu, dünyanın beyazlığının nasıl oluştuğunu. Aslında bu zamana kadar düşünmemiştim. Bilmiyorum yani kendiliğinden kuruyor zannediyordum.” (Ö2)

“Çevremizdeki farklı farklı şeylerin birbirlerini etkilediklerini anladım.” (Ö3)

“Hocam yani sürekli ders esnasında stok akış diyagramını konuştuk nasıl yapsam diye. Eve gittiğimde de çiziyordum. Kardeşim ne yapıyorsun diyordu, şu anda beşe gidiyor. Ben ona da öğretmeye çalıştım biraz.” (Ö1)

“Mamut oyununda grup olmamız, çember oyununda birlikte konuşmamız, bu etkinliklerde fikir alışverişinde bulunduk. Beraber bir şeyin üstesinden gelmeye çalıştık.” (Ö5)

“İnsanların bilmeden veya bilerek çok kötü şeylere neden olduğunu anladım.” (Ö6)

“Bazı arkadaşlarımı sınıfta tanımamışım. Ama çember etkinliği sayesinde daha iyi tanımış oldum.” (Ö7)

“Farklı insanlar gibi olmamayı düşündüm. Umursamamak kötü bir şey. Bir süreden sonra umursamazsan dünyada yaşayamazsın zaten.” (Ö8)

“Hocam çevreyle ilgili sorunların çözüm yollarını, zararlarının nasıl sonuçlandığını, uygulanan yöntemleri ben stok akış diyagramında öğrendim.” (Ö9)

“Hocam etkinlikler olaylara ve insanlara bakış açımı değiştirdi. Mesela bir şeylere farklı yönlerden de bakmamı sağladı. Ondan sonra sadece üstünkörü değil olaylar hakkında daha derinlemesine düşünmemi sağladı.” (Ö15)

“Ben grafik çizmekte zorlanıyordum açıkçası. Ama sizin sayenizde hem çiziyorum, hem de yorumlama yeteneğimde gelişti.” (Ö11)

“Ondan sonra en küçük bir hatamızdan dolayı nelerin art arda gelebileceğini öğretti bize.” (Ö14)

Öğrencilerin “Sistem düşüncesi temelli hazırlanan etkinlikler ile ilgili olumsuz duygu ve düşünceleriniz olumsuz nelerdir?” sorusuna verdikleri yanıtlar incelendiğinde, öğrencilerin derse yönelik olumsuz düşünce belirtmedikleri bulgusuna ulaşılmıştır.

Öğrencilerin “Sistem düşüncesi yaklaşımının diğer derslerinizde işlediğiniz yöntem ve tekniklere benzer yönleri nelerdir?” sorusuna verdikleri yanıtlara dair Tablo 16’da gösterilmiştir.

Tablo 16. *Sistem Düşüncesi Yaklaşımının Diğer Yöntemlere Benzeyen Yönlerine İlişkin Bulgular*

Kategori	Kodlar	Öğrenciler
Sistem düşüncesi yaklaşımının benzer yönleri	Grafik çizme	Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö9, Ö10, Ö11
	Kavram haritası çizme	Ö9

Öğrencilerin verdiği yanıtlara göre hazırlanan Tablo 16'ya göre öğrencilerin 11'i sistem düşüncesi etkinliklerini diğer derslerde gördükleri grafik çizmeye benzettiklerini ifade etmişlerdir. Yalnızca bir öğrenci stok akış diyagramını kavram haritası çizmeye benzetmiştir.

Öğrencilerin sistem düşüncesi yaklaşımının diğer derslerdeki yöntemlere benzeyen yönlerine ilişkin doğrudan alıntıları aşağıdaki gibidir:

“Hocam matematikte sadece grafik çiziyorduk. Ama sizin dersinizde grafikleri yorumluyorduk. Orada daha çok rakamları kullanıyorduk.” (Ö1)

“Hocam matematikte ve fende grafik çizmek benziyor.” (Ö4)

“Hocam matematik dersinde daha çok soru çözüyoruz. Sistem düşüncesinde o konuyu yorumluyoruz.” (Ö9)

Öğrencilerin “Sistem düşüncesi yaklaşımını diğer derslerinizde işlediğiniz yöntem ve tekniklerden ayıran yönleri nelerdir?” sorusuna verdikleri yanıtlara dair bulgular Tablo 17’de gösterilmiştir.

Tablo 17. *Sistem Düşüncesi Temelli Dersi Diğer Derslerden Ayıran Yönlerine İlişkin Bulgular*

Kategoriler	Kodlar	Öğrenciler
Düşünme becerilerine katkısı	Sorun çözme	Ö6, Ö8, Ö9, Ö10, Ö14
	Zihinsel modelleme	Ö1, Ö7, Ö12, Ö14
	Yordama	Ö5, Ö8, Ö9, Ö10, Ö15
	Farklı bakış açısı sağlama	Ö3, Ö5, Ö8, Ö9, Ö10, Ö11, Ö14, Ö15
	Merak uyandırma	Ö2, Ö4, Ö6, Ö10, Ö13, Ö15
	Bütüncül düşünme	Ö3, Ö5, Ö13, Ö11, Ö15
	Nedensel döngüleri farketme	Ö8, Ö9, Ö12, Ö14, Ö15
Öğrenme sürecine katkısı	Eğlenerek öğrenme	Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö9, Ö10, Ö11, Ö12, Ö13, Ö14, Ö15
	Kalıcı öğrenme	Ö8, Ö9, Ö11
	Aktif katılım	Ö6, Ö9, Ö13
Öğretim yöntemi olarak katkısı	Stok akış diyagramı çizme	Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö9, Ö10, Ö11, Ö12, Ö13, Ö14, Ö15
	Grafik yorumlama	Ö1, Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö9, Ö10, Ö11, Ö12, Ö13, Ö14, Ö15
	Kavramları ilişkilendirme	Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö9, Ö14
	Bulmaca	Ö11, Ö13, Ö14
	Eğitsel oyun	Ö3
	İcat	Ö6

Tablo 17’de öğrencilerin sistem düşüncesini diğer yöntemlerden ayıran yönlerine yönelik öğrenci görüşlerinin kodları ve kategorileri yer almaktadır. Öğrencilerin görüşlerinden

elde edilen verilere göre sistem düşüncesi temelli çevre eğitimi dersini diğer derslerden ayıran yönleri; öğrencilerin düşünme becerilerine sağladığı katkı, öğrenme sürecine sağladığı katkı ve sistem düşüncesinin bir öğretim yöntemi olma bakımından sağladığı katkı açısından üç kategori hâlinde gruplandırılmıştır. Düşünme becerilerine sağladığı katkı kategorisinde; öğrencilerin sekizi sistem düşüncesinin farklı bakış açısı sağladığı yönünde farklılığı olduğunu, altı öğrenci ise sistem düşüncesi uygulamalarının merak uyandırıcı olduğunu ifade etmişlerdir. Ayrıca bu tema altında beş öğrenci sistem düşüncesi uygulamalarının sorunlara çözüm yolu bulmayı sağladığı için farklı olduğunu belirtmiştir. Öğrencilerin beşi yordama becerilerine katkı sağlama, beşi bütüncül düşünmeyi sağlama beşi her şeyin birbiri ile bağlantılı olduğunu yani nedensel döngüleri fark etme ile ilgili farklılıklara sahip olduğunu dile getirmiştir. Ayrıca dört öğrenci sistem düşüncesinin zihinsel model oluşturmaya yardımcı olduğunu belirtmiştir.

Tablo 17 incelendiğinde sistem düşüncesi temelli çevre eğitimi dersini diğer derslerden ayıran bir diğer özelliğin öğrenme sürecine sağladığı katkıları olduğu görülmektedir. Bu kategorideki kodlar incelendiğinde ise; öğrencilerin tamamının sistem düşüncesi etkinliklerinin dersi daha eğlenceli hâle getirdiği yönündeki ifade ettikleri dikkati çekmiştir. Ayrıca sistem düşüncesi etkinliklerinin kalıcı öğrenmeyi sağladığını dile getiren üç öğrenci ile derse katılma isteğini arttırdığını belirten üç öğrenci de bu kategori altında yer almıştır. Sistem düşüncesi temelli çevre eğitimi dersini diğer derslerden ayıran özelliklerinden biri de farklı bir öğretim yöntemi olma açısından değerlendirilmiştir. Bu kategori altında ise öğrencilerin tamamı sistem düşüncesinin stok-akış diyagramı oluşturma ve grafik yorumlama bakımından diğer yöntemlerden farklı olduğunu vurgulamıştır. Ayrıca öğrencilerden yedisi sistem düşüncesinin kavramları birbiri ile ilişkilendirmeyi sağlaması, üçü ise sistem düşüncesi etkinliklerini bulmacaya benzetmesi bakımından diğer yöntemlerden farklı olduğunu ifade etmiştir. Bir öğrenci ise sistem düşüncesinin farklılığını oyunla öğrenme şeklinde dile getirirken bir diğeri ise icat gibi bir şey benzetmesi ile sistem düşüncesinin farklılığını vurgulamıştır.

Öğrencilerin sistem düşüncesi yaklaşımını diğer derslerdeki yöntemlerden ayıran yönlerine ilişkin doğrudan alıntıları aşağıdaki gibidir:

“Problemlere neyin sebep olduğunu, neyin neye sebep olmadığını... Kavramların birbirine nasıl bağlandığını gördüm. Farklı farklı şeylerin birbirlerini etkilediklerini anladım.” (Ö2)

“Hocam ben üç defa stok akış diyagramı çizdim. Üç stok akış diyagramını da birbirine bağlamayı başarmıştım. Bana stok akış diyagramı çizmek çok farklı gelmişti.” (Ö4)

“Stok akış diyagramında kavramları birbirlerine bağlamak farklı oldu.” (Ö8)

“Matematikte hep sayılarla yapıyoruz grafikleri. Ama sizde şekiller ve sayılar farklı. Grafiğin neden olduğunu, yani neyin neden olduğunu, meydana gelen şeylerin farklı olduğunu öğrendik. Matematikten farklı olarak.” (Ö3)

“Diğer derslerdeki grafiklerde geleceği yorumlamadan sadece o anki işlemi yapıp geçiyorduk.” (Ö5)

“Stok akış diyagramı daha geniş çaplı düşünmemizi sağlıyor. Mesela derslerimizde bir yere kadar düşünüyörüz. Stok akış diyagramında yıl olarak çok geniş şekilde düşünüyörüz.” (Ö12)

“Hocam sizin dersinizde sorduğunuz sorulara daha çok cevap verme isteğim arttı.” (Ö6)

“Hocam yani şu an bir icat yaptım hocam. O icadı yaptın gibi oluyorsun. Çizerken aklına bir şeyler geliyor, hemen çiziyorsun.” (Ö6)

“Sorularınız çok güzel hocam. İnsan sordukça cevap vermek istiyor, dersi daha iyi anlıyorsun.” (Ö13)

“Stok akış çiziyoruz hocam. Heyecanlı sorular soruyorsunuz, insanın da fikir belirtesi geliyor.” (Ö9)

“Stok akış çizerek düşüncemi herkese aktarmış oldum bu sayede.” (Ö7)

“Aral gölünün kuruması için bir engel var mı? İnsan onu düşünüyor. Sorunlara çözüm düşünüyorsunuz.” (Ö6)

“Hocam matematik dersinde daha çok soru çözüyoruz. Sizin dersinizde o konuyu yorumluyoruz. O konuyla ilgili gelecekle ilgili çıkarımlarda bulunuyoruz.” (Ö9)

“Biz grafiğin neden durduğunu, nereye doğru gittiğini kestirmeye çalıştık. Hava kirliliğinde burada niye yükselmiştir, burada neden düşmüştür gibi yorum yapıyorduk.” (Ö10)

“Hocam artık daha iyi konuşuyoruz. Mesela bir olayı daha farklı yönlerden bakmamıza neden oluyor.” (Ö15)

“Stok akış diyagramı çizince başka bir yönden bakmaya, başka ne olabilir diye düşünmeye başladık. Bulmaca gibi bir şey.” (Ö14)

“Stok akış neyin nerede ne zaman artacağını da gösterdi. Bir konunun birden fazla çözümünün olduğunu. O stoğu etkileyen etkenlerin neler olduğunu. Sonra sorunlarını ve çözümlerini bulduk.” (Ö9)

“Stok akış gerçekten zekâ isteyen bir şeydi. Bir şeyin sebebini düşünmeye çalışıyorduk. Bu aşırı zor bir şeydi. Bir de onun sonucunu düşünmeye çalışıyordun. İkisini aynı anda düşünmekte biraz insanın kafasını karıştırıyordu.” (Ö13)

“Çember etkinliğinde herşeyin birbirine bağlı olduğunu biri olmadan diğerinin olamayacağını öğrendik.” (Ö14)

“Dersinizde grafikleri daha ayrıntılı bir şekilde yorumlamayı öğrendik. Daha farklı fikirler edinebilmeyi öğrendim.” (Ö5)

“Çember etkinliği çok güzeldi. Çevremde ki şeyleri küçük anlamda düşünürken baya bir şey varmış çevremde aslında onu fark ettim. Birde her şeyin birbirlerine bağlı olduklarını, birinin birini etkilediğini gördük.” (Ö8)

“Bazı sorular kafa karıştırıcıydı. O yüzden meraklı yanları vardı.” (Ö15)

Öğrencilerin “Sistem düşüncesi temelli etkinliklerden en çok sevdiğiniz etkinlik hangisi oldu?” sorusuna verdikleri yanıtlara ilişkin bulgular Tablo 18’de gösterilmiştir.

Tablo 18. Öğrencilerin En Sevdikleri Sistem Düşüncesi Temelli Etkinliklere İlişkin Bulgular

Kategori	Kodlar	Öğrenciler
En sevilen etkinlik	Kuruyan gölün hikâyesi	Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö6, Ö7, Ö8, Ö11, Ö12, Ö15
	Mamut oyunu	Ö5, Ö10, Ö13, Ö14
	Çember etkinliği	Ö9

Tablo 18’e göre öğrencilerin dokuzunun en sevdiği etkinlik “kuruyan gölün hikâyesi” olmuştur. Öğrencilerden dördü ise en sevdiği etkinliğin “mamut oyunu” olduğunu belirtmiştir. Ayrıca “kıvılcımdan yok oluşa” ve “çember etkinliği” de birer öğrenci tarafından en sevilen etkinlik olarak ifade edilmiştir.

Öğrencilerin sistem düşüncesi yaklaşımı ile gerçekleştirilen çevre etkinlikleri arasından en sevdikleri etkinliklere ilişkin doğrudan bir alıntılar aşağıdaki gibidir:

“Hocam Aral Gölü etkinliği idi.” (Ö1)

“En çok sevdiğim etkinlik mamut oyunuydu hocam.” (Ö5)

“Aral Gölü’nün kuruması... o konu daha güzeldi bence.” (Ö6)

“Zarlar falan vardı. Arkadaşlarla grup oluşturduk. Öyle eğleneliydi. Bir de mamutun geleceği ile ilgili kaç mamut doğdu, kaç mamut ölecek diye ondan eğleneliydi.” (Ö10)

“Mamut oyunu çünkü aniden zarı atınca mamut sayısı düşüyordu yine aniden zarı atınca mamut sayısı yeniden yükselişe geçiyordu. Doğum yapıyordu diyorsun. Aşırı heyecanlanıyordum. Tam diyordum ki mamutların nesli tükenecek aniden yükseliyordu. Diyordum ki böyle yükseklerde kalacak aniden düşüyordu.” (Ö13)

Öğrencilerin “Sevdiğiniz etkinlikleri diğerlerinden ayıran özellikleri nelerdir?” sorusuna verdikleri yanıtlara ilişkin bulgular Tablo 19’da gösterilmiştir.

Tablo 19. Öğrencilerin Sevdiği Etkinliği Diğerlerinden Ayıran Özelliklerine İlişkin Bulgular

Kategoriler	Kodlar	Öğrenciler
“Kuruyan gölün hikâyesi” etkinliğini sevme nedenleri	Zaman boyunca değişim	Ö1, Ö2, Ö3, Ö6, Ö7, Ö8, Ö11 Ö12, Ö14, Ö15
	Nedensel döngüleri fark etmek	Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö6, Ö7, Ö11 Ö12, Ö15
	Şaşırtıcı olması	Ö1, Ö2, Ö6, Ö7, Ö8, Ö15
	İnsan faaliyetinin etkisi	Ö3, Ö4, Ö5, Ö7, Ö15
	Üzüntü hissetmesi	Ö1, Ö3, Ö4
“Mamut oyunu” etkinliğini sevme nedeni	Heyecan verici olması	Ö5, Ö10, Ö13, Ö14
“Çember” etkinliğini sevmesinin nedenleri	Nedensel döngüleri fark etme/ Arkadaşlarını tanıma fırsatı	Ö9

Tablo 19’a göre kuruyan gölün hikâyesi etkinliğini sevme nedenleri incelendiğinde öğrencilerin 10’u Google Earth üzerinde gölün zamanla nasıl değiştiğine tanık oldukları için, dokuz öğrenci gölün kurumasındaki nedensel döngüleri fark ettikleri için, öğrencilerin beşi ise gölün kurumasında insan etkeninin olduğunu dile getirerek çok etkilendiğini belirtmiştir. Ayrıca öğrencilerin altısı düşüncelerini belirtirken bu olayın onları çok şaşırttığını vurgularken, üçü ise bu olaydan dolayı üzüntü duyduklarını ifade etmiştir. Mamut oyunu etkinliğini seven dört öğrenci ise heyecan verici buldukları için bu etkinliği seçtiklerini ifade etmişlerdir. Çember etkinliğini seven bir öğrenci ise nedensel döngüleri fark etmeyi sağladığı ve arkadaşlarını daha yakından tanıdığı için bu etkinliği çok sevdiğini belirtmiştir.

Öğrencilerin en sevdiği etkinliği diğerlerinden ayıran özelliklerine ilişkin doğrudan alıntıları aşağıdaki gibidir:

“Hocam kocaman göl kurumuş. Aral Gölü’nün Google Earth’deki zaman içerisindeki değişim grafiği çok etkileyiciydi.” (Ö1)

“Çünkü insanlar yüzünden koskocaman bir göl kuruyup gidiyor. Kurmasına, insanların ondan yararlanamamasına, zehirlenmesine, ölmesine. Kendimi çok değişik hissettim.” (Ö3)

“Hocam insan biraz üzülüyor. Su kaynaklarının hepsinin önüne baraj konulup kaynaklar kesilince. Yani hocam Aral Gölü’nün beslendiği nehirlerle baraj kurulmasaydı belki zehirlenme olmayabilirdi. O beni üzdü.” (Ö4)

“Bir gölün insan eliyle nasıl kuruyacağına şaşırdım. Bir de sadece orada göl kurmadı göç oldu, zehirlenmeler oldu. İnsanların ölümü fazlalaştı. Sadece gölün kuruması değil sorun.” (Ö8)

“Çünkü bir gölün yok oluşunu öğrendik. Zamanla nasıl yok olduğunu gördüm ve sadece yok olmadı onunla birlikte her şey yok oldu. Hastalıklar, göçler, radyoaktif madde falan yeryüzünde bir sürü zarar ortaya çıktı.” (Ö11)

Öğrencilerin keyif almadığınız/sevmediğiniz etkinlikler var mıydı?” sorusuna verdikleri yanıtlara ilişkin bulgular Tablo 20’de gösterilmiştir.

Tablo 20. Öğrencilerin Keyif Almadığı Etkinlik Olup Olmadığına Dair Bulgular

Kategori	Kodlar	Öğrenciler
Keyif alınmayan etkinlik	Sevmediğim etkinlik olmadı	Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö9, Ö10, Ö13, Ö14, Ö15

Tablo 20’ye göre öğrencilerin tamamı keyif almadığı/sevmediği etkinlik olmadığını dile getirmiştir. Öğrencilerin keyif almadığı etkinlik olup olmadığı görüşlerine ilişkin doğrudan alıntılar aşağıdaki gibidir:

“Yok hocam. Bütün etkinlikler çok güzeldi. İçten söylüyorum bunu hepsinde çok eğlendim.” (Ö1)

“Keyif almadığım olmadı ama sevmediğimi söyleyebileceğim bir şey yok. Çoğu derste çok mutluyduk. Duygusal açıdan Aral Gölü’ne çok üzülmüştük.” (Ö5)

“Yok, hocam hepsi çok eğlenceli.” (Ö8)

“Gerçekten bütün etkinlikler çok iyiydi.” (Ö13)

Öğrencilerin “Sistem düşüncesi yaklaşımının farklı derslerde de uygulanmasını ister misiniz? Evet/ hayır ise nedenini açıklayabilir misiniz?” sorusuna verdikleri yanıtlara ilişkin bulgular Tablo 21’de gösterilmiştir.

Tablo 21. Öğrencilerin Sistem Düşüncesinin Uygulanmasını İstedikleri Derslere Yönelik Bulgular

Kategori	Kodlar	Öğrenciler
Sistem düşüncesinin uygulanmasını istediği dersler	Fen bilimleri	Ö1, Ö4, Ö5, Ö7, Ö9, Ö11, Ö12, Ö14, Ö15
	Matematik	Ö2, Ö3, Ö4, Ö6, Ö7, Ö14
	Sosyal bilimler	Ö1, Ö10
	Türkçe	Ö8, Ö15
	Bütün okullar	Ö13, Ö14
	Bütün dersler	Ö13

Tablo 21’de öğrencilerin sistem düşüncesinin uygulanmasını istedikleri derslere yönelik veriler yer almaktadır. Tablo incelendiğinde öğrencilerin dokuzu sistem düşüncesinin fen bilimleri dersine dâhil edilmesini istedikleri görülmektedir. Ayrıca altı öğrenci matematik dersinde, iki öğrenci sosyal bilimler, iki öğrenci ise Türkçe dersinde sistem düşüncesinin uygulanmasını istediğini dile getirmiştir. Üstelik öğrencilerin ikisi sistem düşüncesinin bütün okullarda olması gerektiğini ifade etmişken, bir öğrenci ise bütün derslerde uygulanabileceğini vurgulamıştır.

Öğrencilerin sistem düşüncesinin uygulanmasını istediği derslere yönelik görüşlerine ilişkin doğrudan alıntılar aşağıdaki gibidir:

“Fen bilimleri ve sosyal bilgiler derslerine dâhil edilebilir.” (Ö1)

“Ben fen dersinin böyle işlenmesini isterim. Fen derslerinde daha geniş daha derinlemesine düşünmek isterim.” (Ö5)

“Sosyal biraz kafamı karıştırıyor sosyal dersinde olabilir.” (Ö10)

“Bence bu bütün okullarda olmalı.” (Ö14)

Öğrencilerin sistem düşüncesi yaklaşımının farklı derslerde uygulanmasını isteme sebeplerine ilişkin bulgular Tablo 22’de gösterilmiştir.

Tablo 22. Öğrencilerin Sistem Düşüncesinin Farklı Derslerde Uygulanmasını İsteme Sebeplerine İlişkin Bulgular

Kategoriler	Kodlar	Öğrenciler
Akademik katkıları	Anlamli öğrenme	Ö1, Ö2, Ö4, Ö6, Ö7, Ö8, Ö9, Ö10, Ö13, Ö14
	Kavramları ilişkilendirme	Ö1, Ö10, Ö14
	Çok yönlü düşünme	Ö5, Ö11, Ö13
	Kalıcı öğrenme	Ö11, Ö15
Duygusal katkıları	Eğlenerek öğrenme	Ö1, Ö2, Ö4, Ö5, Ö7, Ö9, Ö10, Ö13, Ö14
	Derse ilgi duyma	Ö3, Ö6, Ö8, Ö12

Tablo 22’de öğrencilerin sistem düşüncesi yaklaşımının farklı derslerde uygulanmasını isteme sebeplerine yönelik veriler yer almaktadır. Tabloya göre, öğrencilerin dokuzu sistem düşüncesinin diğer dersleri daha eğlenceli hâle getirebileceğini, dördü ise derse olan ilgilerinin arttığını ifade etmiştir. Ayrıca 10 öğrenci sistem düşüncesinin diğer dersleri daha iyi anlamayı sağlayacağını dile getirirken, üç öğrenci sistem düşüncesinin kavramları birbirleri ile ilişkilendirebileceğini, diğer üçünün ise çok yönlü düşünmeyi sağlayabileceğini belirtmiştir. Öğrencilerden ikisi ise sistem düşüncesinin derslerde kalıcılığı artırabileceğini ifade etmiştir.

Öğrencilerin sistem düşüncesi yaklaşımının farklı derslerde uygulanmasını isteme sebeplerine ilişkin doğrudan alıntıları şu şekildedir:

“Mesela bir konuyu anlayamadığımda stok akış diyagramının çiziminde o konuyu daha iyi anlayabilirim. Ben hocam daha önce Sosyal dersinde göç konusundaki kavramları birbirine bağlamıştım stok akış çizerek daha iyi anlamıştım.” (Ö1)

“Yani hocam sadece okuyup geçmektense hem okuyup hem çizmek yani stok akış diyagramını çizmek daha mantıklı geliyor. Yani kavramları daha iyi öğreniyorum.” (Ö2)

“Daha kalıcı olurdu hocam. Gidip evde bir şey çalışmıyoruz ama stok akış diyagramını evde devamını getirebiliyorduk.” (Ö11)

“Grafik çizilse veya diyagram yapılsa daha kalıcı olur dersler.” (Ö15)

Öğrencilerin “Sistem düşüncesi temelli çevre eğitimi dersinden öğrendiğiniz bilgileri günlük hayatta kullanıyor musunuz? Cevabınız evet ise örnek verebilir misiniz?” sorusuna verdikleri yanıtlara ilişkin bulgular Tablo 23’te gösterilmiştir.

Tablo 23. Öğrencilerin Sistem Düşüncesi Temelli Çevre Eğitiminden Öğrendiklerini Günlük Hayatta Uygulanmasına İlişkin Bulgular

Kategoriler	Kodlar	Öğrenciler
Çevre bilinci kazanma	Çöpünü çöp kutusuna atma	Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö8, Ö7, Ö9, Ö10 Ö11, Ö12, Ö13, Ö14
	Plastik kullanmama	Ö3, Ö4, Ö5, Ö7
	Su tüketimine dikkat etme	Ö1, Ö8, Ö15
	Parfüm/deodorant kullanmama	Ö1, Ö4
	Geri dönüşüme katkı sağlama	Ö14, Ö15
	Hava kirliliğine duyarlı olma	Ö7
Deneyim paylaşma	Çevresindeki insanları bilinçlendirme	Ö1, Ö3, Ö8, Ö9, Ö11, Ö13
	Akranlarıyla paylaşma	Ö5, Ö12, Ö13

Tablo 23 incelendiğinde öğrencilerin sistem düşüncesi temelli çevre eğitiminden öğrendiklerini günlük hayatta nasıl uyguladıklarına ilişkin veriler olduğu görülmektedir. Öğrencilerin 13’ü çöpünü çöp kutusuna atma konusunda bilinçlendiğini ifade etmiştir. Yine dört öğrenci plastik kullanmama, üç öğrenci su tüketimi, iki öğrenci ise parfüm/deodorant kullanma konusunda bilinçlendiğini belirtmiştir. Ayrıca öğrencilerden ikisi atıkların geri dönüşümü konusunda hassasiyet gösterdiğini, biri ise hava kirliliğine karşı aldığı önlemi vurgulamıştır. Tablo incelendiğinde altı öğrencinin öğrendiği bilgileri etrafındaki insanlarla paylaştığını ve onları bilinçlendirdiğini, üç öğrencinin ise derste öğrendiği oyunları ve öğrendiklerini çevresindeki arkadaşları ile paylaştıkları görülmektedir.

Öğrencilerin sistem düşüncesi temelli çevre eğitiminden öğrendiklerini günlük hayatta uygulanmasına ilişkin doğrudan alıntılar şu şekildedir:

“Hocam ben mesela ellerimi yıkadığımda, dişlerimi fırçaladığımda suyu açık bırakırım. Eskiden bırakırdım daha doğrusu. Ama artık kapatıyorum yani.” (Ö1)

“Bu çember oyununu kuzenlerimizle birlikte oynamıştık. Onlar da çok beğenmişlerdi. Hocam bu mamut oyununu sürekli oynar olduk. Gittiğim şehirlerde ki arkadaşlarımla oynadık canımız sıkıldıkça.” (Ö5)

“Mesela babamla bir yere gitmem lazım kısa mesafe arabayla gidiyorduk. Artık tek başıma bisikletle gidiyorum.” (Ö7)

“Hocam ilk başta aileme, kardeşime falan anlattım. Onlarda baya etkilendi. Ondan sonra hocam doğada gördüğüm çöpleri çöp kutusuna attım. Yeşillikler kirlenmesin diye.” (Ö8)

“Mesela hocam orman yangınları. Etrafta biri cam atıyor diyelim. Gidip onları topluyoruz. Bizim bir top oynadığımız bir yer var hocam bazen çocuklar cam, gazoz falan atıyorlar, onları topluyoruz.” (Ö11)

“Hocam ben çöplere hiç dikkat etmezdim direk yere atardım ama şimdi türüne göre biriktiriyorum babama veriyorum. O da geri dönüşüm kutularına atıyor.” (Ö14)

“İklim değişikliği ile ilgili günlük hayatta daha bir kendimi geriye çektim. Artık uzun vadeli şeyler kullanmaya özen gösterdim, tek seferlik eşyalar kullanmadım. Böyle poşetlerden uzak durdum. Geri dönüşüme özellikle önem verdim.” (Ö15)

Öğrenci Günlüklerinden Elde Edilen Bulgular

Araştırmanın dördüncü sorusunda yer alan “Öğrencilerin sistem düşüncesi temelli çevre eğitimi dersine yönelik görüşleri nelerdir?” sorusuna yanıt bulmak için öğrencilerin günlükleri de değerlendirilmiştir. Bu kapsamda öğrenci günlüğünde yer alan her soru tema olarak belirlenmiş, sorulara verilen yanıtlar betimsel analize tabi tutularak kodlanmış ve tablolar hâlinde sunulmuştur.

Öğrencilerin günlüğünde yer alan “Bugün derste neler öğrendim?” sorusuna verdikleri yanıtlar etkinliğin gerçekleştirildiği haftalara göre ele alınarak incelenmiştir. Elde edilen bulgular Tablo 24’te gösterilmiştir.

Tablo 24. Öğrencilerin Derste Neler Öğrendiğine İlişkin Kodlar

Hafta	Kodlar	Öğrenciler
I. Hafta	Nedensel döngüyü fark etme	Ö1, Ö4, Ö7, Ö11, Ö12, Ö15, Ö16, Ö17, Ö18, Ö21 Ö22
	Grafik çizme	Ö1, Ö2, Ö4, Ö8, Ö9, Ö20, Ö24
	Canlı cansız varlıkları tanıma	Ö2, Ö7
	Canlı ve cansız varlıkların birbirleri ile etkileşimi	Ö4, Ö7, Ö11, Ö12, Ö15, Ö16, Ö17, Ö18, Ö21
	Ekip çalışması	Ö4, Ö16, Ö21
	Doğanın dengesi	Ö1, Ö2, Ö5, Ö15, Ö16, Ö21
II. Hafta	Grafik yorumlama	Ö1, Ö2, Ö3, Ö9, Ö16, Ö18, Ö20, Ö21, Ö22
	Stok kavramını öğrenme	Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö6, Ö7, Ö9, Ö11, Ö12, Ö14, Ö15, Ö16, Ö17, Ö18, Ö20, Ö21, Ö22
	Etken kavramını öğrenme	Ö1, Ö2, Ö4, Ö7, Ö8, Ö12, Ö14, Ö17, Ö18, Ö20
	Akış kavramını öğrenme	Ö2, Ö3, Ö4, Ö7, Ö9, Ö10, Ö12, Ö14, Ö15, Ö17, Ö18, Ö20, Ö21, Ö23

Tablo 24. (Devamı)

III. Hafta	Plastik miktarının zamanla değişimi	Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö7, Ö9, Ö11, Ö13, Ö16, Ö17, Ö18, Ö21, Ö22, Ö23, Ö24
	Stok akış diyagramı çizme	Ö2, Ö7, Ö11, Ö18, Ö19, Ö21, Ö23, Ö24
	Plastiğin zararları	Ö1, Ö4, Ö7, Ö18, Ö19, Ö20, Ö22
	Plastiğin üretim süreci	Ö1, Ö2, Ö4, Ö19, Ö20, Ö23
	Bilinçli tüketici olmanın önemi	Ö1, Ö2, Ö7, Ö10, Ö17, Ö22, Ö24
	Plastik miktarını etkileyen etkenler	Ö2, Ö5, Ö6, Ö7, Ö9, Ö11, Ö12, Ö15, Ö17, Ö18, Ö19, Ö20, Ö24
IV. Hafta	Stok akış diyagramı çizme	Ö1, Ö2, Ö15, Ö17, Ö19, Ö21, Ö22
	Nedensel döngüleri fark etme	Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö7, Ö12, Ö15, Ö16, Ö17, Ö20, Ö21
	Karbondioksit miktarına etki eden faktörler	Ö5, Ö17, Ö20
	Küresel ısınmanın zararları	Ö1, Ö2, Ö4, Ö7, Ö20
	Küresel ısınmanın etkenleri	Ö2, Ö3, Ö5, Ö19, Ö10, Ö12, Ö14, Ö17, Ö15, Ö21, Ö22
	Buzul miktarının etkileri	Ö1, Ö2, Ö4, Ö5, Ö6, Ö7, Ö12, Ö13, Ö15, Ö16, Ö17, Ö20, Ö22
	Karbondioksitin etkileri	Ö1, Ö2, Ö4, Ö12, Ö13, Ö20, Ö21, Ö22
V. Hafta	Karbondioksit miktarının zamanla değişimi	Ö2, Ö15, Ö16, Ö17, Ö21, Ö22
	Stok akış diyagramı çizme	Ö1, Ö2, Ö3, Ö7, Ö10, Ö11, Ö16, Ö17, Ö18, Ö21, Ö22,
	Grafik yorumlama	Ö1, Ö2, Ö7, Ö10, Ö16, Ö20
	Gölün kurumasına sebep olan etkenler	Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö9, Ö13, Ö17, Ö20, Ö21, Ö23
	Aral gölünün zaman içindeki değişimi	Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö7, Ö10, Ö13, Ö16, Ö17, Ö18, Ö21, Ö22, Ö23, Ö24
	İnsan faaliyetlerinin çevreye etkileri	Ö1, Ö2, Ö4, Ö5, Ö7, Ö8, Ö10, Ö14, Ö16, Ö17, Ö21, Ö22, Ö24
	Matematiksel düşünme	Ö7
VI. Hafta	Aral gölünü besleyen nehirlerin önemi	Ö1, Ö3, Ö10, Ö16, Ö20, Ö22
	Orman yangınlarının sonuçları	Ö7, Ö16
	Orman yangınlarının etkenleri	Ö1, Ö3, Ö7, Ö8, Ö10, Ö12, Ö15, Ö16, Ö18, Ö20, Ö21, Ö22, Ö23, Ö24
	Orman yangınlarını engelleyen faktörler	Ö1, Ö3, Ö10, Ö15, Ö23
	Yanan ormanlık alanın büyüklüğü	Ö4, Ö22
	Stok akış diyagramı çizme	Ö3, Ö4, Ö16, Ö17, Ö18, Ö20, Ö21, Ö23
	Ormanlık alan miktarındaki değişim	Ö13, Ö14, Ö17, Ö20, Ö21
	Alev bulutu	Ö13, Ö16, Ö17
	Orman yangını sayısının zamanla değişimi	Ö3, Ö8, Ö12, Ö13, Ö15, Ö16, Ö17, Ö20, Ö22

Tablo 24. (Devamı)

VII. Hafta	Hava kirliliğine neden olan etkenler	Ö1, Ö2, Ö5, Ö6, Ö7, Ö10, Ö16, Ö17, Ö19, Ö20, Ö21, Ö22
	Partikül miktarının artış nedenleri	Ö1, Ö2, Ö4, Ö10, Ö19, Ö20
	Türkiye'nin en temiz ve kirli illeri	Ö1, Ö4, Ö20
	Kirli havanın insan yaşamına etkileri	Ö1, Ö2, Ö4, Ö7, Ö10, Ö13, Ö14, Ö17, Ö19, Ö20, Ö22
VIII. Hafta	Stok akış diyagramı çizme	Ö1, Ö2, Ö10, Ö13, Ö16, Ö19
	Sera gazı miktarındaki değişimin etkileri	Ö3, Ö5, Ö11, Ö14, Ö20, Ö23, Ö24
	İklim değişikliğine neden olan etkenler	Ö3, Ö5, Ö8, Ö9, Ö11, Ö12, Ö14, Ö18, Ö20, Ö24
	Stok akış diyagramı çizme	Ö5, Ö6, Ö8, Ö9, Ö11, Ö14, Ö18, Ö23, Ö24

Tablo 24 incelendiğinde I. Hafta günlük yazan öğrencilerin 11'i çevredeki nedensel döngüyü farkettilerini belirten ifadelerle yer vermiştir. Ayrıca yedi öğrenci grafik çizmeyi, altı öğrenci doğadaki her şeyin dengede olduğunu öğrendiklerini belirtmişlerdir. Öğrencilerden üçü ekip çalışmasını, ikisi ise canlı ve cansız varlıkları tanıdıklarını ifade etmişlerdir. Öğrencilerin ifadelerinden bazıları aşağıda sunulmuştur:

“Her olayın diğerleriyle bağlantılı olduğunu fark ettim yani kelebek etkisini.” (Ö3)

“Çevredeki her olayın, canlı ve cansız varlıkların birbirleriyle ilişkisini, birbirleriyle bağlantılı olduğunu öğrendim. Ayrıca grafik çizmeyi öğrendim.” (Ö5)

“Doğanın birbirinden etkilendiğini ve bir kuşun bile önemli olduğunu öğrendim.” (Ö17)

“Doğa oyununda doğadaki dengenin nasıl olduğunu biliyor olacağım.” (Ö9)

“Doğanın nasıl bir denge oluşturduğunu öğrendim, mamut oyunu ile çok eğlendim ve mutlu oldum, takım olmanın değerini öğrendim.” (Ö12)

“Bazı şeyler olmasa ne olur onu öğrendim, mamut oyununu öğrendim bilmediğim oyunları öğrendim. Grafik çizdik çok mutlu oldum.” (Ö14)

“Her canlının ve cansızın bir biri olmadan yaşayamayacağını öğrendim.” (Ö13)

Tablo 24'te görüldüğü üzere II. hafta günlük yazan öğrencilerin 17'si stok ve akış, 10'u etken, 14'ü akış kavramını öğrendiğini belirtirken, dokuzu ise grafik yorumlamayı öğrendiklerini belirtmişlerdir. Öğrencilerin ifadelerinden bazıları aşağıda sunulmuştur:

“İçeri dışarı oyunu ile stoğun nasıl arttığını ve azaldığını, giriş ve çıkış akışlarını öğrendim.” (Ö1)

“Stok ne demek, etken ne demek, akış ne demek olduğunu öğrendim.” (Ö22)

“Stok akış diyagramını öğrendik, grafik çizip yorumladık.” (Ö18)

“Stok kelimesini, etken kelimesini, artış ve azalışı, grafik yorumlamayı öğrendik.” (Ö9)

“İçeri dışarı oyunu oynadık. Sonra stok, giriş ve çıkış akışları gibi kavramları ve grafik yorumlamayı öğrendik.” (Ö16)

Tablo 24 incelendiğinde III. Hafta günlük yazan öğrencilerin 15’i plastik üretiminin zamanla nasıl değiştiğini öğrendiklerini, 13 öğrencinin plastik miktarını etkileyen etkenleri öğrendiklerini ifade ettikleri görülmektedir. Ayrıca öğrencilerin yedisi plastiğin zararlarını, altısı plastiğin üretim sürecini ve yedisi bilinçli tüketici olmanın önemini öğrendiklerini belirtmişlerdir. Öğrencilerin ifadelerinden bazıları aşağıda sunulmuştur:

“Grafiği inceledik ve plastik üretiminin zamanla artış ve azalışının nedenlerini yorumladık.” (Ö2)

“Yıllara göre plastik fabrikalarının artışını ve plastik kullanımını öğrendik.” (Ö21)

“Plastik üretiminin neden arttığını öğrendim.” (Ö19)

“Dünyadaki plastik üretimini grafik üzerinden yorumlayarak öğrendik.” (Ö23)

“Plastik üretiminin ne zaman artışa geçtiğini ve plastik üretiminin etkenlerini öğrendim.” (Ö7)

“Plastiğin sadece doğaya, tabiata değil insanlara da zarar verdiğini, plastiğin ham maddesinin petrol olduğunu öğrendim.” (Ö22)

“Stok akış diyagramını, grafik yorumlamayı, plastiğin dünyaya zararlarını, plastiğin artışının nedenlerini öğrendik.” (Ö8)

“Plastik kullanımının azalması gerektiğini, plastiğin çevreye çok zarar verdiğini, bilinçli tüketicinin nasıl biri olması gerektiğini öğrendim.” (Ö17)

Tablo 24 incelendiğinde IV. Hafta günlük yazan öğrencilerin 13’ü buzul miktarının etkilerini öğrendiklerini ifade ettikleri görülmektedir. Ayrıca 11 öğrenci nedensel döngüleri farkettiğini, yedisi stok akış diyagramı çizmeyi öğrendiğini belirtmiştir. Öğrencilerin 11’i ise küresel ısınmanın etkenlerini, sekizi karbondioksitin etkilerini, altısı karbondioksit miktarının zamanla değişimini, beşi küresel ısınmanın dünyaya verdiği zararları, üçü karbondioksit miktarına etki eden faktörleri öğrendiklerini belirtmişlerdir. Öğrencilerin ifadelerinden bazıları aşağıda sunulmuştur:

“Küresel ısınmaya neden olan şeyleri öğrendim.” (Ö19)

“Küresel ısınmanın artış ve azalış etkenlerini stok akış diyagramı çizerek öğrendim.” (Ö2)

“Küresel ısınma ve karbondioksit miktarına etki eden faktörleri öğrendim.” (Ö5)

“Dünya sıcaklığı, buzul miktarı, dünyanın beyazlığı ve buzulların erimesi kavramlarının ilişkisini öğrendik.” (Ö21)

“Küresel ısınmanın dünyada ne gibi kötü sonuçları ortaya koyduğunu, dünyanın beyazlığını ve nedensel döngüyü öğrendim.” (Ö15)

“Küresel ısınmanın özelliklerini ve içeriklerini, nedensel döngü gibi güzel şeyleri öğrendik.” (Ö14)

Tablo 24 incelendiğinde V. Hafta günlük yazan öğrencilerin 15’i Aral gölünün zamanla değişimini, 13’ü insan faaliyetlerinin çevreye etkilerini, 11’i stok akış diyagramı çizmeyi öğrendiklerini ifade etmişlerdir. Ayrıca öğrencilerin 11’i gölün kurumasına sebep olan etkenleri, altısı grafik yorumlamayı, altısı Aral gölünü besleyen nehirlerin önemini, biri matematiksel düşünmeyi öğrendiklerini ifade ettikleri görülmektedir. Öğrencilerin ifadelerinden bazıları aşağıda sunulmuştur:

“Aral gölünün acı hikâyesini ve insanların yaptığı hataların telafisinin her zaman olmadığını öğrendim.” (Ö24)

“Aral gölünde insanlığın yaptığı en kötü şeyi öğrendik.” (Ö4)

“İnsanların bir kez daha ne kadar acımasız olduğunu öğrendim.” (Ö2)

“İnsanoğlunun bir göl ne kadar büyük olursa olsun yaptıkları ile o gölü bile kurutabileceğini öğrendik.” (Ö10)

“Aral gölünün insan faaliyetleri ile nasıl kurduğuna şahit olduk” (Ö7)

“Ceyhun ve Seyhun nehirlerindeki barajlar nedeni ile Aral gölünün kurduğunu öğrendim.” (Ö3)

“Aral gölünün gözler önünde yok oluşunu ve stok akış diyagramını çizmeyi öğrendik.” (Ö17)

“Aral gölünün zamanla nasıl değiştiğini, Aral gölündeki nüfusun nasıl değiştiğini, grafik yorumlamayı, gölün küçülmesindeki en büyük etkenin insan olduğunu öğrendim.” (Ö5)

Tablo 24 incelendiğinde VI. Hafta günlük yazan öğrencilerin 14’ü orman yangınlarının etkenlerini, dokuzu orman yangın sayısının zamanla değişimini öğrendiklerini belirtmişlerdir. Öğrencilerin beşi orman yangınlarını etkileyen faktörleri, sekizi stok akış diyagramı çizmeyi, beşi ormanlık alan miktarındaki değişimi, ikisi orman yangınlarının sonuçlarını öğrendiklerini ifade etmişlerdir. Ayrıca öğrencilerden ikisi yanan ormanlık alanın büyüklüğünü, üç öğrenci ise alev bulutu kavramını öğrendiklerini belirtmişlerdir. Öğrencilerin ifadelerinden bazıları aşağıda sunulmuştur:

“Orman yangınlarına neden olan etkenleri ve onları durdurma yollarını öğrendik.” (Ö24)

“Orman yangınlarını durdurmanın yöntemlerini öğrendik.” (Ö1)

“Ormanların yanmasına etki eden etkenleri öğrendim.” (Ö8)

“Stok akış diyagramlarını birbirine bağlamayı öğrendim.” (Ö20)

“Orman yangın sayısının değişimini, yanan orman miktarını, orman yangınlarını etkileyen faktörleri ve etkenleri öğrendik.” (Ö3)

Tablo 24 incelendiğinde VII. Hafta günlük yazan öğrencilerin 12’si hava kirliliğine neden olan etkenleri, 11’i kirli havanın insan yaşamına etkilerini, altısı stok akış diyagramı çizmeyi, altısı partikül miktarının artış nedenlerini öğrendiklerini belirtmişlerdir. Ayrıca üç öğrenci Türkiye’nin en temiz ve kirli illerini öğrendiklerini ifade etmişlerdir. Öğrencilerin ifadelerinden bazıları aşağıda sunulmuştur:

“Partikül miktarının nasıl artış gösterdiğini öğrendim.” (Ö1)

“Temiz havanın nasıl kirlendiğini, kirli hava yüzünden insanların ne kadar zarar gördüğünü ve ne kadar ölüm olduğunu öğrendim.” (Ö7)

“Partiküllerin insanlara verdiği zararları öğrendik.” (Ö22)

“Hava kirliliğinin nelere sebep olduğunu, Türkiye’nin en temiz ve kirli illerini öğrendim.” (Ö20)

“Hava kirliliğine neden olan etkenleri, temiz ve kirli illeri öğrendim.” (Ö4)

“Partikülün ne olduğunu, Türkiye’nin en temiz ve kirli illerini ve bunların nasıl arttığını azaldığını, stok akış diyagramı doldurmayı ve bağlamayı öğrendik.” (Ö10)

Tablo 24 incelendiğinde VIII. Hafta günlük yazan öğrencilerin 10’u iklim değişikliğine neden olan etkenleri, dokuzu stok akış diyagramlarını birbirine bağlamayı, yedisi sera gazı miktarındaki değişimin etkilerini öğrendiklerini belirttikleri görülmektedir. Öğrencilerin ifadelerinden bazıları aşağıda sunulmuştur:

“Stok akış diyagramının birbirlerine nasıl bağlandığını, iklim değişikliğinin etkenlerini öğrendik.” (Ö8)

“Sera gazlarının neler olduğunu, artması veya azalmasının nelere sebep olduğunu öğrendim.” (Ö11)

“Stok akış diyagramlarını birbirine bağlamayı öğrendik.” (Ö24)

Öğrencilerin “Bugün derste ne hissettim?” sorusuna verdikleri yanıtlar ele alınarak ulaşılan bulgular Tablo 25’te gösterilmiştir.

Tablo 25. Etkinliklerin Gerçekleştirildiği Haftalara Göre Öğrencilerin Derste Ne Hissettiğine İlişkin Bulgular

Hafta	Kodlar	Öğrenciler
1. Hafta	Mutluluk	Ö2, Ö4, Ö12, Ö15, Ö16, Ö17, Ö18, Ö21
	Keyif	Ö1, Ö22, Ö24
	Heyecan	Ö14
	Üzüntü	Ö9

Tablo 25. (Devamı)

II. Hafta	Mutluluk	Ö1, Ö4, Ö6, Ö7, Ö8, Ö9, Ö11, Ö14, Ö15, Ö18, Ö20, Ö21, Ö22, Ö23, Ö24
III. Hafta	Mutluluk	Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö6, Ö7, Ö10, Ö12, Ö14, Ö15, Ö16, Ö17, Ö18, Ö19, Ö20, Ö21, Ö22
	Heyecan	Ö2, Ö3
	Üzüntü	Ö1, Ö22,
	Bilgili	Ö7, Ö12, Ö15
	Pişmanlık	Ö4, Ö5, Ö7
IV. Hafta	Mutluluk	Ö2, Ö3, Ö6, Ö10, Ö12, Ö14, Ö15, Ö16, Ö17, Ö19, Ö20, Ö21, Ö22
	Üzgün	Ö1, Ö4, Ö7
V. Hafta	Mutluluk	Ö1, Ö2, Ö5, Ö8, Ö10, Ö16, Ö18, Ö20
	Üzüntü	Ö1, Ö4, Ö7, Ö10, Ö14, Ö17, Ö21, Ö22, Ö24
VI. Hafta	Mutluluk	Ö1, Ö4, Ö10, Ö13, Ö16, Ö17, Ö20, Ö21
	Keyif	Ö7, Ö14
	Üzüntü	Ö22, Ö12
VII. Hafta	Mutluluk	Ö1, Ö2, Ö4, Ö5, Ö6, Ö7, Ö10, Ö13, Ö14, Ö15, Ö16, Ö17, Ö19, Ö20, Ö21, Ö24
VIII. Hafta	Mutluluk	Ö3, Ö6, Ö8, Ö9, Ö11, Ö14, Ö18, Ö20, Ö23, Ö24
	Harika	Ö5, Ö12
	Üzgün	Ö20

Tablo 25 incelendiğinde I. Hafta öğrenci günlük yazan öğrencilerin sekizi kendilerini mutlu, üçü keyifli, biri heyecanlı ve yine biri üzgün hissettiklerini belirtmiştir. Öğrencilerin ifadelerinden bazıları aşağıda sunulmuştur:

“Ders çok eğlenceli geçti, oyun oynayarak grafik ve tablo doldurduk.” (Ö15)

“Çok keyifliydi keşke bir daha bu oyunları yine oynasak.” (Ö1)

“Mamutlar için üzüldüm.” (Ö9)

“Zarlarla bir mamut oyunu öğrendim zar oyunu bilmediğim için biraz farklı hissettim, biraz heyecanlandım.” (Ö14)

Tablo 25 incelendiğinde II. Hafta günlük yazan öğrencilerin 15’i kendilerini mutlu hissettikleri ortaya çıkmıştır. Öğrencilerin ifadelerinden bazıları aşağıda sunulmuştur:

“Mutlu hissettim çünkü bugünkü ders çok güzel geçti.” (Ö24)

“Çok, eğlendim. Derse katılarak yeni bilgiler öğrendim.” (Ö15)

Tablo 25 incelendiğinde III. Hafta günlük yazan öğrencilerin 17’si kendilerini mutlu, üçü bilgili, ikisi üzgün ve yine ikisi ise heyecanlı hissettiğini belirtmiştir. Öğrencilerin ifadelerinden bazıları aşağıda sunulmuştur:

“Pazartesi günleri artık benim için çok eğlenceli.” (Ö17)

“Derste yeni şeyler öğrendiğim için kendimi bilgili hissettim.” (Ö12)

“Kullandığımız plastiğin yaşamımızın sonu olacağını öğrendiğimde pişmanlık duygusu hissettim.” (Ö5)

Tablo 25 incelendiğinde IV. Hafta öğrenme günlüğü yazan öğrencilerin 13’ünün kendilerini mutlu hissettikleri ortaya çıkmıştır. Üç öğrenci ise çevreye verdikleri zarardan dolayı kendilerini üzgün hissettiklerini belirtmişlerdir. Öğrencilerin ifadelerinden bazıları aşağıda sunulmuştur:

“Aslında kullandığımız deodorantların ya da kimyasalların dünyaya ne kadar etki ettiğini ve bizim keyfimizin dünyaya zarar verdiğini düşününce üzgün hissettim.” (Ö1)

“Buzullardaki hayvanların bizim gereksiz kullanımımız yüzünden nesillerinin tükenmesine sebep olduğu için kötü hissettim.” (Ö7)

Tablo 25 incelendiğinde V. Hafta öğrenme günlüğü yazan öğrencilerin dokuzu Aral gölünün kurumasından dolayı kendilerini üzgün hissettiğini belirtmiştir. Ayrıca öğrencilerin sekizi ise ders sürecinde kendini mutlu hissettiğini ifade etmiştir. Öğrencilerin ifadelerinden bazıları aşağıda sunulmuştur:

“Aral gölünün yok olmasına çok üzüldüm.” (Ö10)

“Kötü ve üzgün çünkü Aral gölünün hikâyesi çok üzücü.” (Ö22)

Tablo 25 incelendiğinde VI. Hafta öğrenme günlüğü yazan öğrencilerin dokuzu kendisini mutlu, ikisi keyifli ve yine ikisi üzgün hissettiğini ifade etmiştir. Öğrencilerin ifadelerinden bazıları aşağıda sunulmuştur:

“Çok mutlu hissettim çünkü eğlenceli geçti ve yeni bilgiler öğrendim.” (Ö16)

“Yangınların aslında çok kötü şeylere sebep olduğunu ve bizim en küçük hatamızın büyük yangınlara sebep olmasına üzüldüm.” (Ö22)

Tablo 25 incelendiğinde VII. Hafta öğrenme günlüğü yazan öğrencilerin 16’sı kendilerini mutlu hissettiklerini belirtmiştir. Öğrencilerin ifadelerinden bazıları aşağıda sunulmuştur:

“Eğlendim, sınıftaki diğer arkadaşlarımda eğlenip el kaldırdı.” (Ö2)

“Ders her zamanki gibi çok güzeldi, çok eğlendim.” (Ö24)

Tablo 25 incelendiğinde VIII. Hafta öğrenme günlüğü yazan öğrencilerin dokuzu mutlu, ikisi harika, biri üzgün hissettiğini belirtmiştir. Öğrencilerin ifadelerinden bazıları aşağıda sunulmuştur:

“Harika hissettim, çünkü eğlenceli bir etkinlikti.” (Ö6)

“Kötü hissettim, insanlar dünyaya zarar veriyor, bizde buna göz yumuyoruz.” (Ö20)

Öğrencilerin “Derse yönelik olumlu düşüncelerim?” sorusuna verdikleri yanıtlar ele alınarak ulaşılan bulgular Tablo 26’da gösterilmiştir.

Tablo 26. *Etkinliklerin Gerçekleştirildiği Haftalara Göre Öğrencilerin Derse Yönelik Olumlu Düşüncelerine İlişkin Bulgular*

Hafta	Kodlar	Öğrenciler
I. Hafta	Nedensel döngüleri fark etme	Ö1, Ö9, Ö15, Ö16
	Çevre bilinci sağlama	Ö2, Ö18
	Etkinlikleri beğenme	Ö12, Ö22
	Eğlenerek öğrenme	Ö9, Ö12, Ö17, Ö21
II. Hafta	Aktif katılım	Ö1, Ö7, Ö8, Ö14, Ö18, Ö20, Ö21, Ö22
	Grafik yorumlama	Ö4, Ö7, Ö11, Ö15
	Yeni bilgiler öğrenme	Ö1, Ö4, Ö6, Ö7, Ö8, Ö14, Ö21, Ö22, Ö23, Ö24
III. Hafta	Aktif katılım	Ö1, Ö4, Ö7, Ö8, Ö10, Ö12, Ö14, Ö15, Ö16, Ö17,
	Eğlenerek öğrenme	Ö1, Ö2, Ö6, Ö10, Ö12, Ö15, Ö18, Ö19, Ö22
	Çevre bilinci sağlama	Ö1, Ö2, Ö5, Ö6, Ö7, Ö16, Ö19, Ö21, Ö22, Ö24
	Yeni bilgiler öğrenme	Ö2, Ö3, Ö4, Ö7, Ö9, Ö11, Ö12, Ö18, Ö19, Ö22
IV. Hafta	Çevresindeki insanları bilinçlendirme	Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö9, Ö12, Ö23
	Etkinlikleri beğenme	Ö2, Ö3, Ö4, Ö21
	Derse ilgi duyma	Ö17, Ö22
	Yeni bilgiler öğrenme	Ö4, Ö5, Ö14, Ö16, Ö17, Ö20, Ö22
	Çevre bilinci sağlama	Ö1, Ö3, Ö7, Ö10, Ö14, Ö19, Ö20
	Eğlenerek öğrenme	Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö17, Ö21
V. Hafta	Çevresindeki insanları bilinçlendirme	Ö1, Ö4, Ö7, Ö9, Ö17
	Eğlenerek öğrenme	Ö16, Ö22
	Düşüncelerini ifade edebilme	Ö1, Ö3, Ö4, Ö5, Ö10, Ö11, Ö13, Ö16, Ö20, Ö21, Ö22, Ö23, Ö24
	Tartışma ortamı sağlama	Ö1, Ö2, Ö5, Ö7, Ö8, Ö10, Ö16, Ö21
VI. Hafta	Eğlenerek öğrenme	Ö1, Ö3, Ö15, Ö16, Ö17, Ö18, Ö20
	Derinlemesine öğrenme	Ö1, Ö13
	Düşüncelerini ifade edebilme	Ö1, Ö3, Ö4, Ö7, Ö8, Ö10, Ö15, Ö17, Ö21

Tablo 26. (Devamı)

VII. Hafta	Çevre bilinci sağlama	Ö1, Ö5, Ö7, Ö13, Ö19, Ö24
	Düşüncelerini ifade edebilme	Ö1, Ö2, Ö5, Ö10, Ö16, Ö17, Ö19, Ö20, Ö22
VIII. Hafta	Eğlenerek öğrenme	Ö3, Ö5, Ö6, Ö9, Ö12, Ö14, Ö18, Ö24
	Ekip çalışması	Ö3, Ö8, Ö18, Ö20, Ö23
	Stok akış diyagramını öğrenme	Ö3, Ö5, Ö6, Ö8, Ö9, Ö11, Ö12, Ö14, Ö18, Ö24

Tablo 26 incelendiğinde I. Hafta günlük yazan öğrencilerin dördü doğadaki nedensel döngüleri fark ettiğini, dördü dersin eğlenceli olduğunu, ikisi çevre bilinci kazandığını, ikisi etkinlikleri beğendiğini ifade ederek derse yönelik olumlu düşüncelerini ifade etmişlerdir. Öğrencilerin ifadelerinden bazıları aşağıda sunulmuştur:

“Artık her şeyin önemli olduğu düşünüyorum. Bir çiçeğin bile nelere sebep olabileceği gibi.” (Ö9)

“Çok eğlendim. Sınav haftasında olduğum için biraz stresliydim açıkçası. Bugün biraz moralim bozuktuk ama bu derste gerçekten çok eğlendim ve çok güldüm.” (Ö15)

“Bu ders bana çok iyi geldi. Mesela dünyadaki her şey birbiri ile bağlantılıymış onu anladım.” (Ö16)

“Keşke bir ders daha olsaydı.” (Ö2)

Tablo 26 incelendiğinde II. Hafta günlük yazan öğrencilerin 10’u yeni bilgiler öğrendiğini, sekizi herkesin derse katıldığını, dördü ise grafik yorumlamanın önemini anladıklarını belirterek derse yönelik olumlu düşüncelerini ifade etmişlerdir. Öğrencilerin ifadelerinden bazıları aşağıda sunulmuştur:

“Stok akış diyagramını öğrendim, bilgilendim, düşüncelerimi geliştirdim.” (Ö4)

“Stok kavramını öğrenmek çok eğlenceliydi ve grafik yorumlamayı da öğrendim. Ayrıca bu ders ile herkes derse katılıyor.” (Ö7)

“Grafik yorumlamanın önemini öğrendim bu ders sayesinde.” (Ö15)

Tablo 26 incelendiğinde III. Hafta günlük yazan öğrencilerin 10’u herkesin derse katılmasını, dokuzu dersin eğlenceli olmasını, 10’u çevre bilinci sağlamanı ve yine 10’u yeni bilgiler öğrendiklerini ifade ederek derse yönelik olumlu düşüncelerini belirtmişlerdir. Öğrencilerin ifadelerinden bazıları aşağıda sunulmuştur:

“Hayatımda daha az plastik kullanmanın yararlı olacağını düşündüm. Hayatıma yararlı ve önemli bilgiler girince mutlu oluyorum.” (Ö1)

“Öğretmenim ve arkadaşlarımın çok eğlenceli olduğunu düşündüm.” (Ö15)

“Tüm sınıf beraberce derse katıldı, normalde katılmayan kişilerde katıldı.” (Ö4)

“Bu ders sayesinde çevreyi kirletmemem gerektiğini daha iyi öğrendim.” (Ö19)

Tablo 26 incelendiğinde IV. Hafta günlük yazan öğrencilerin sekizi derste gerçekleştirilen etkinliklerin çevredeki insanları bilinçlendirmeyi sağladığını, yedisi yeni bilgiler öğrendiğini, dördü etkinlikleri beğendiğini, altısı dersin eğlenceli olduğunu, ikisi derse ilgi duymayı sağladığını, yedisi çevre bilinci sağladığını belirterek derse yönelik olumlu düşüncelerini belirtmişlerdir. Öğrencilerin ifadelerinden bazıları aşağıda sunulmuştur:

“Küresel ısınmanın etkilerini öğrenince dünyaya daha yararlı davranmam gerektiğini öğrendim.” (Ö7)

“Bu dersimizde hiç bilmediğimiz yeni bilgiler öğrendim bu benim çok hoşuma gitti ve eğlendim.” (Ö17)

Tablo 26 incelendiğinde V. Hafta günlük yazan öğrencilerin 13’ü derste etkinliklerin düşüncelerini ifade etmeyi sağladığına yönelik olumlu görüşlerini bildirmişlerdir. Sekizi ise etkinliklerin tartışma ortamı sağladığını, beşi çevresindeki insanları bilinçlendirmeye katkı sağladığını, ikisi dersin eğlenceli olduğunu ifade ederek derse yönelik olumlu düşüncelerini belirtmişlerdir. Öğrencilerin ifadelerinden bazıları aşağıda sunulmuştur:

“Bugünkü dersim çok güzel geçti ama çok çabuk bitti çok eğlendim.” (Ö22)

“Derste birçok konu ile ilgili düşüncemi söyleyebiliyorum ve bu çok hoşuma gidiyor.” (Ö2)

“Çok güzel konuları ele aldık ve tartıştık. Bu anlamda bilgilerim arttı.” (Ö1)

Tablo 26 incelendiğinde VI. Hafta günlük yazan öğrencilerin dokuzu etkinliklerin kendi düşüncelerini ifade etmeyi sağladığı yönünde olumlu düşüncelerini belirtmişlerdir. Ayrıca yedi öğrenci dersin eğlenceli geçtiğini, iki öğrenci dersin derinlemesine öğrenmeyi sağladığını ifade ederek etkinliklere yönelik olumlu düşünceler belirtmişlerdir. Öğrencilerin ifadelerinden bazıları aşağıda sunulmuştur:

“Her şeyi ayrıntıları ile öğrenmek hoşuma gidiyor.” (Ö13)

“Çok eğlenceli güzeldi çok eğlendim iyi ki de böyle bir ders işledik.” (Ö6)

“Eğlendim, bilgilendim ve düşüncelerimi söyledim. Herkes derse katıldı.” (Ö7)

Tablo 26 incelendiğinde VII. Hafta günlük yazan öğrencilerin dokuzu etkinliklerin düşüncelerini ifade edebilmeyi, altısı ise çevre bilinci sağladığı yönünde olumlu düşünce ifade etmiştir. Öğrencilerin ifadelerinden bazıları aşağıda sunulmuştur:

“Çevreye karşı duyarlılığımı arttırdığı ve bilinçli bir birey olmamı sağladığı için çok teşekkür ediyorum.” (Ö13)

“Arkadaşlarımızla bilgi alışverişi yaptık ve düşüncelerimizi paylaştık.” (Ö10)

“Ders biraz daha uzun sürseydi daha iyi olurdu çünkü çok yeni şeyler öğrendik.” (Ö17)

“Her hafta yeni bilgiler öğreniyoruz ve düşüncelerimizi söylüyoruz bu ders sayesinde.” (Ö2)

Tablo 26 incelendiğinde VIII. Hafta günlük yazan öğrencilerin 10’u stok akış diyagramını öğrendiğini, sekizi dersin eğlenceli olmasını, beşi ise grup hâlinde çalışılmasını olumlu görüş olarak ifade etmişlerdir. Öğrencilerin ifadelerinden bazıları aşağıda sunulmuştur:

“Ders her zamanki gibi çok eğlenceliydi.” (Ö5)

“Derste arkadaşım ile grup olarak diyagram çizdik, güzel geçti.” (Ö23)

“Stok akış diyagramı öğrendiğim ve çizdiğim için olumlu düşüncelere sahibim.” (Ö9)

“En sevdiğim arkadaşım ile grup halinde çalıştığım için çok mutlu oldum.” (Ö18)

“Keşke bir ders daha olsaydı.” (Ö11)

Öğrencilerin günlükte yer alan “Derse yönelik olumsuz düşüncelerim?” sorusuna verdikleri yanıtlar incelediğinde, öğrencilerin derse yönelik olumsuz düşünce ifade etmedikleri görülmüştür.

Öğrencilerin “Derste öğrendiklerimi günlük hayatta şu şekilde kullanabilirim” sorusuna verdikleri yanıtlar ele alınarak ulaşılan bulgular Tablo 27’de gösterilmiştir.

Tablo 27. Öğrencilerin Derste Öğrendiklerini Günlük Hayatta Kullanma Şekillerine Yönelik Bulgular

Hafta	Kodlar	Öğrenciler
I. Hafta	Bütünsel düşünme	Ö1, Ö2, Ö12, Ö16, Ö17, Ö21
	Farklı bakış açısı sağlama	Ö2, Ö4, Ö9, Ö15, Ö18, Ö22
	Çevre bilinci kazanma	Ö1, Ö4, Ö24
	Öğrendiklerini akranlarıyla paylaşma	Ö1, Ö2, Ö4, Ö16, Ö23
II. Hafta	Çevresindeki insanlarla paylaşma	Ö1, Ö18, Ö17, Ö22
	Grafik yorumlama	Ö1, Ö4, Ö6, Ö7, Ö8, Ö9, Ö11, Ö14, Ö15, Ö18, Ö20, Ö21,
	Doğanın dengesini fark etme	Ö11, Ö14, Ö23, Ö24, Ö20
III. Hafta	Öğrendiklerini çevresi ile paylaşma	Ö1, Ö4, Ö5, Ö16, Ö19
	Plastik kullanımını azaltma	Ö1, Ö2, Ö7, Ö14, Ö15, Ö22, Ö23,
	Bilinçli tüketici olma	Ö1, Ö2, Ö3, Ö10, Ö16, Ö19, Ö20, Ö21, Ö22
	Transfer	Ö2, Ö6, Ö7, Ö22, Ö23
	Grafik yorumlama	Ö14, Ö17, Ö18

Tablo 27. (Devamı)

IV. Hafta	Kimyasal madde kullanımını azaltma	Ö1, Ö2, Ö4, Ö5, Ö7, Ö10, Ö12, Ö15, Ö17, Ö19, Ö16, Ö21
	Karbon salınımını azaltma	Ö3, Ö5, Ö7, Ö9, Ö10, Ö13, Ö15, Ö17, Ö23
	Akranları ile paylaşma	Ö1, Ö3, Ö14, Ö19, Ö22, Ö23
V. Hafta	Çevre bilinci kazanma	Ö2, Ö3, Ö5, Ö10, Ö12, Ö13, Ö15, Ö18, Ö21, Ö22, Ö23
	Su israfını önleme	Ö1, Ö4, Ö16, Ö20
	Öğrendiklerini çevresi ile paylaşma	Ö3, Ö5, Ö8, Ö11, Ö17, Ö20, Ö21, Ö22
VI. Hafta	Çevre bilinci kazanma	Ö1, Ö3, Ö4, Ö7, Ö10, Ö15, Ö17
	Çevresindeki insanları bilinçlendirme	Ö1, Ö4, Ö8, Ö15, Ö16, Ö17
	Ormanları koruma	Ö1, Ö3, Ö4, Ö10, Ö12, Ö13, Ö16, Ö20, Ö22, Ö24
VII. Hafta	Doğayı koruma	Ö2, Ö4, Ö5, Ö10, Ö17, Ö20, Ö22
	Çevreye saygı duyma	Ö1, Ö2, Ö15, Ö21, Ö24
	Çözüm yolları üretme	Ö6, Ö16
	Çevresindeki insanları bilinçlendirme	Ö1, Ö14, Ö16, Ö19
	Filtre kullanımının önemine inanma	Ö2, Ö4, Ö7, Ö13, Ö16, Ö20
VIII. Hafta	Transfer	Ö3, Ö8, Ö12
	Akranları ile tartışabilme	Ö8, Ö14,
	Çevresindeki insanları bilinçlendirme	Ö5, Ö6, Ö9, Ö11, Ö12
	Çevre bilinci kazanma	Ö3, Ö5, Ö6, Ö9, Ö11, Ö12, Ö20, Ö23

Tablo 27 incelendiğinde I. Hafta günlük yazan öğrencilerin altısı sistem düşüncesi uygulamalarının günlük yaşamda kendilerine bütünsel düşünme becerisi kazandırdığını, altısı olayları farklı bakış açısı ile değerlendirmelerini sağladığını, beşi öğrendiklerini akranlarıyla paylaştığını, üçü çevre bilincine sahip olduklarını ifade ederek bu düşünme biçimlerini günlük hayatlarında kullanabileceklerini vurgulamışlardır. Öğrencilerin ifadelerinden bazıları aşağıda sunulmuştur:

“Çevremdeki her şeyin birbirleriyle bağlantısı olduğunu öğrendiğim için bir şey yaparken yan etkilerinin olduğunu düşünürüm.” (Ö2)

“Mesela artık her şeye çok geniş ve her yönden bakabilirim.” (Ö18)

Tablo 27 incelendiğinde II. Hafta günlük yazan öğrencilerin 12’si grafik yorumlama becerilerini günlük hayatta kullanabileceklerini belirtmiştir. Ayrıca beş öğrenci doğanın dengesini fark ettiklerini vurgularken, dördü ise öğrendiklerini çevresindeki insanlarla paylaşabileceklerini ifade etmişlerdir. Öğrencilerin ifadelerinden bazıları aşağıda sunulmuştur:

“Grafik nasıl yorumlanır öğrendiğim için, hem grafik çizebilir hem de grafik okuyabilirim.” (Ö21)

“Doğanın bir düzeni olduğunu ve bozulursa yaşam olmayacağını bilirim.” (Ö11)

“Nasıl grafik çizmem gerektiğini öğrendim.” (Ö14)

Tablo 27 incelendiğinde III. Hafta günlük yazan öğrencilerin dokuzunun derste öğrendiklerini günlük yaşamlarında bilinçli tüketici olma, yedisi plastik kullanımını azaltma, beşi öğrendiklerini çevresi ile paylaşma, beşi öğrendiklerini diğer derslere de transfer edebileceklerine yönelik olarak kullanabileceklerini ifade etmişlerdir. Öğrencilerin ifadelerinden bazıları aşağıda sunulmuştur:

“Ben olsam elimden geldikçe plastik poşetleri toplatırım.” (Ö2)

“Diğer derslerimde grafik yorumlarken kullanabilirim, sınavlarda kullanabilirim.” (Ö18)

“Plastiği çöpe, denize atmak yerine geri dönüşüme atabilirim, bez ya da pamuktan yapılmış malzemeleri kullanırım.” (Ö22)

“Plastikleri geri dönüşüm kutusuna atarım.” (Ö1)

“Plastik şişe yerine metal matara kullanabilirim, markete kendi çantam ile gidebilirim.” (Ö7)

Tablo 27 incelendiğinde IV. Hafta günlük yazan öğrencilerin 12’si derste öğrendiklerini günlük yaşamlarında kimyasal madde kullanımını azaltma, dokuzu karbon salınımını azaltma, altısı ise öğrendiklerini akranları ile paylaşmaya yönelik olarak kullanabileceklerini ifade etmişlerdir. Öğrencilerin ifadelerinden bazıları aşağıda sunulmuştur:

“Öğrendiğim bu bilgileri arkadaşlarımla tartışırım ve bilgilerimi onlarla paylaşıyorum.” (Ö19)

“Küresel ısınmanın hayatımıza olan etkilerinde yer alan kimyasalları kullanmamaya çalışırım.” (Ö1)

“Karbondioksiti arttıran şeylerden olabildiğince uzak duracağım.” (Ö7)

“Dünyadaki karbondioksitin nasıl arttığını öğrendiğim için artık daha nasıl azaltacağım ile ilgili dikkatli davranırım.” (Ö23)

“Küresel ısınmayı azaltmaya çalışmak için öğrendiklerimi tanıdıklarımın anlatmalı ve uygulamalıyım.” (Ö3)

Tablo 27 incelendiğinde V. Hafta günlük yazan öğrencilerin 11’i günlük hayatta çevreye karşı daha bilinçli davranmaları gerektiğini, dördü su israfını önlemeye yönelik davranış geliştireceklerini ve sekizi öğrendiklerini çevrelerindeki diğer insanlar ile paylaşarak onları da bilgilendirebileceklerini ifade etmişlerdir. Öğrencilerin ifadelerinden bazıları aşağıda sunulmuştur:

“Aral gölüne ne olduğunu etrafımdaki insanlara en ince ayrıntısına kadar anlatabilirim.” (Ö21)

“Suyu artık israf etmemem gerektiğini anladım.” (Ö4)

“Artık çevremdeki insanları bilinçlendirerek onlara öğrendiklerimi anlatacağım.” (Ö3)

“İnsanların hırslarının nelere sebep olduğunu biliyorum artık. Bende çevreye karşı daha bilinçli davranacağım.” (Ö10)

Tablo 27 incelendiğinde VI. Hafta günlük yazan öğrencilerin 10’u ormanları korumak için çeşitli faaliyetlerde bulunabileceklerini dile getirmiştir. Ayrıca yedisi günlük yaşamdaki davranışlarını çevre bilinci ile değerlendirerek gerçekleştireceklerini, altısı çevresindeki insanları bilinçlendireceklerini ifade etmişlerdir. Öğrencilerin ifadelerinden bazıları aşağıda sunulmuştur:

“Ağaçların ne kadar önemli olduğunu bir kere daha anlamış oldum ve daha çok ağaç dikmek için uğraşacağım.” (Ö12)

“Artık çevremdeki insanları bilgilendirebilirim böylece doğaya bir katkı olabilir.” (Ö8)

“Orman yangınları ile ilgili herkesi bilgilendirip, yangınları azaltmak için çözümler bulabilirim.” (Ö16)

Tablo 27 incelendiğinde VII. Hafta günlük yazan öğrencilerin yedisi derste öğrendiklerinden yola çıkarak doğayı koruma davranışı geliştirdiklerini, altısının fabrikaların filtre kullanımının önemine inandıklarını belirtmiştir. Dördü ise öğrendiklerin konular ile ilgili çevresindeki etraflarındaki insanları bilgilendirebileceklerini ifade etmiştir. Ayrıca öğrencilerin beşi çevreye saygı duyduğunu, ikisi ise çevre ile ilgili sorunlara yönelik çözüm yolları üretebileceklerini belirtmişlerdir. Öğrencilerin ifadelerinden bazıları aşağıda sunulmuştur:

“Çevreye zarar vermemeye ve doğayı korumaya çalışırım.” (Ö21)

“Fabrika bacalarındaki filtrenin ne kadar önemli olduğunu anladım.” (Ö7)

“Bilinçsiz kişileri uyarabilirim.” (Ö19)

“Artık çevreye daha saygılı olabilirim. Hava kirliliğini önlemek için çözüm yolları bulabilirim.” (Ö2)

“Motorlu araç yerine elektrikli araç kullanabilirim.” (Ö16)

Tablo 27 incelendiğinde VIII. Hafta günlük yazan öğrencilerin sekizi derste öğrendikleri ile çevreye karşı daha bilinçli yaklaşabileceklerini belirtmişlerdir. Ayrıca üç öğrenci öğrendiklerini diğer derslere transfer etme, beş öğrenci derste konular ile ilgili çevresindeki insanları bilinçlendirmeyi ve ikisi ise akranları ile bu konular hakkında tartışabileceklerini ifade etmişlerdir. Öğrencilerin ifadelerinden bazıları aşağıda sunulmuştur:

“Sera etkisinin artmasını nasıl engelleyeceğime yönelik tedbirli davranırım.”(Ö3)

“Çevremdeki insanları iklim değişikliği ile ilgili bilgilendirebilirim.” (Ö9)

*“Günlük hayatta yaptığım davranışlarımın sonuçlarını hakkında daha iyi düşünürüm.”
(Ö23)*

“Arkadaşlarımla bu konu hakkında tartışırken fikirlerimi ifade edebilirim, bu yüzden bilinçli birey olurum.” (Ö14)



BEŞİNCİ BÖLÜM

Sonuç ve Tartışma

Çalışmanın bu bölümünde bulgulardan elde edilen sonuçların tartışılmasına ve bu sonuçlar doğrultusunda uygulama süreci ile araştırmacılara yönelik geliştirilen önerilere yer verilmiştir. Araştırmada, sistem düşüncesi temelli çevre eğitiminin ortaokul öğrencilerinin eleştirel düşünme, üstbilişsel farkındalık ve problem çözme becerilerine yönelik algıları üzerindeki etkisi ve sürece yönelik öğrenci görüşlerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda, deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin belirlenen bu değişkenlere yönelik nicel veri toplama araçlarından elde ettikleri puanlar analiz edilmiştir. Ayrıca, öğrencilerle yapılan yarı yapılandırılmış görüşmeler ile öğrenci günlüklerinden elde edilen nitel verilerde analiz edilmiştir. Nicel ve nitel verilerden elde edilen sonuçlar birbirlerini destekleyecek şekilde ve alan yazınındaki bulgulardan da yararlanılarak tartışılmıştır. Sonuçlar doğrultusunda ise uygulama sürecine ve araştırmacılara yönelik geliştirilen önerilere yer verilmiştir.

Eleştirel Düşünme Becerisine İlişkin Sonuç ve Tartışma

Sistem düşüncesi temelli çevre eğitimi uygulamaları sonrasında; kontrol grubu öğrencilerinin uygulama öncesi ve sonrası eleştirel düşünme beceri testi puanları arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığı da incelenmiş, seçmeli çevre eğitimi ders kitabındaki etkinliklerin uygulandığı kontrol grubundaki öğrencilerin eleştirel düşünme beceri testi ön test ve son test puanları arasında anlamlı farklılık olmadığı bulgusu elde edilmiştir. Buna göre seçmeli çevre eğitimi ders kitabındaki etkinliklerin kontrol grubundaki öğrencilerin eleştirel düşünme becerileri üzerinde etkisi olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Deney grubu öğrencilerinin ise eleştirel düşünme beceri test puanları ile uygulamanın yapılmadığı kontrol grubu öğrencilerinin eleştirel düşünme beceri test puanları arasında anlamlı bir farklılık olmadığı bulgusu elde edilmiştir. Buna göre, sistem düşüncesi temelli çevre eğitimi etkinliklerinin, deney grubundaki öğrencilerin kontrol grubunda yer alan öğrencilere göre eleştirel düşünme becerilerine etki etmediği sonucuna ulaşılmıştır. Tez çalışmasından elde edilen bu sonuç, sekiz haftalık uygulama sürecinin eleştirel düşünme becerilerinin geliştirilmesi için yeterli bir süre olmadığı şeklinde yorumlanabilir. Çünkü alan yazınında eleştirel düşünme becerisinin gelişiminin uzun bir süreci kapsayabildiği ifade edilmektedir (Facione, 1990; Huitt, 1998). Ayrıca öğrencilerin eleştirel düşünme süreçlerine çok da alışık olmamaları bu tarz

düşünme süreçlerini geliştirmek için daha fazla zamana ihtiyaç duymalarına sebep olabilmektedir (Yaman & Emir, 2019).

Nosich (2012) eleştirel düşünmenin önündeki engellerin kişiliğin derinlerine işlenerek ve yaygın biçimde çevredeki birçok insan tarafından da sürekli pekiştirildiğini vurgulamaktadır. Eleştirel düşünme becerisinin kazandırılmasına yönelik uzun süreli çalışmalar gerçekleştiren Browne ve Keeley (2007) de bazı öğrencilerin sahip oldukları yeteneklerin eleştirel düşünme becerilerini daha kısa sürede edinmelerine yol açtığını belirtmişlerdir. Eleştirel düşünme becerisinin gelişiminde hem kalıtsal hem de sonradan öğrenebilen yetenekler rol oynamaktadır. Doğuştan sahip olunan kalıtsal yeteneklerin yanında, ailenin tutumu, sosyoekonomik özellikler, çevrenin yapısı ve benzeri durumların eleştirel düşünme becerilerinin gelişmesine ya da gelişmemesine sebep olabildiği belirtilmektedir (Özdemir, 2005; Synder & Synder, 2008).

Emir (2012) de eğitim, yaş, akademik başarı, sosyoekonomik düzey, anne-baba eğitim düzeyi gibi değişkenlerin eleştirel düşünme becerisinin gelişimini etkileyen faktörler arasında yer aldığını işaret etmektedir. Ayrıca Brahler vd. (2002) tarafından öğrencilerin eleştirel öğrenme becerilerinin gelişiminde öğrenme ortamının, bu ortamın sosyal yapısının ve öğretmenin öğretme stili gibi çeşitli değişkenlerin de etkisinin olduğu vurgulanmaktadır. Alan yazınında belirtilen bu faktörler, yapılan araştırmada sistem düşüncesi temelli çevre eğitimi etkinliklerinin öğrencilerin eleştirel düşünme beceri gelişimleri üzerine etki etmemesinin olası nedenleri olarak ifade edilebilir.

Her ne kadar araştırmanın nicel verilerinden elde edilen sonuç sistem düşüncesi temelli çevre eğitimi etkinliklerinin deney grubu öğrencilerinin kontrol grubu öğrencilerine göre eleştirel düşünme becerilerine etki etmediği yönünde olsa da yarı yapılandırılmış görüşmeler ve öğrenci günlüklerinden elde edilen nitel veri bulguları incelendiğinde öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerinin göstergesi sayılabilecek veriler elde edilmiştir. Bu veriler incelendiğinde; uygulama sürecinde gerçekleştirilen etkinliklerin öğrencilerin olayları farklı bakış açılarından değerlendirmelerine, yordama becerilerinin gelişmesine, olayları çok yönlü ve bütünsel bakış açısı ile düşünmelerine katkı sağladığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuç öğrencilerin karmaşık dünya sorunları hakkında bütünsel olarak düşünmelerine yardımcı olduğu (Peters, 2017) bulgusunu da desteklemektedir.

Ayrıca gerçekleştirilen etkinlikler sayesinde sınıfta tartışma ortamı oluştuğunu ve bu sayede düşüncelerini rahatlıkla ifade edebildikleri, çevre sorunları hakkında derinlemesine düşünme imkânı buldukları sonuçları da ortaya çıkmıştır. Bu sonuçlar, Lyneis ve Fox-Melanson (2001) ile Stuntz vd. (2001) tarafından yapılan çalışmada sistem düşüncesinin öğrencilerin daha iyi sorular sorarak öğretim materyalini daha derinlemesine anlayabilmelerine imkân sağladığı

bulgusu ile örtüşmektedir. Ayrıca bu sonuç sistem düşüncesinin öğrencilerin daha iyi sorular sormasını (The Creative Learning Exchange, 2002) sağladığı bulgusu ile de örtüşmektedir. Üstelik tez çalışmasından elde edilen bu sonuç, öğrencilerin sistem düşüncesi modellemesi üzerinde çalışırken, sisteme ilişkin kavramsal anlayışlarını destekleyen, alana özgü bilgilerini analiz etmelerini, sentezlemelerini ve değerlendirmelerini gerektiren oldukça zorlu ve ilgi çekici bir etkinlik (Bravo vd., 2009; Stratford vd., 1998) olduğu bilgisini destekler niteliktedir.

Araştırmanın nitel veri bulgularından, öğrencilerin küresel çevre sorunlarının (örneğin, küresel ısınma, orman yangınları veya Aral gölünün kuruması gibi) zaman boyunca değişimlerine yönelik çıkarımlarda bulunduklarını, bu sayede grafik yorumlama becerilerinin geliştiği sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca öğrenciler çevre sorunlarına yönelik stok-akış diyagramları hazırlamayı, bu sayede ise çevre sorunlarının etkenlerine dair çıkarımlarda bulunduklarını ifade etmişlerdir. Bu verilerden hareketle her ne kadar nicel veriler sistem düşüncesi temelli çevre eğitiminin eleştirel düşünme becerileri üzerine anlamlı etkisinin olmadığı sonucunu ortaya çıkarsa da nitel verilerden elde edilen sonuçlar sistem düşüncesi temelli etkinliklerin öğrencilerin eleştirel düşünme becerisinin göstergesi sayılabilecek düşünme becerilerine katkı sağladığı şeklinde yorumlanabilir.

Ayrıca uygulama öncesi ve sonrası deney grubu öğrencilerinin eleştirel düşünme beceri test puanları arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığı araştırıldığında ise sistem düşüncesi temelli çevre eğitimi etkinliklerinin deney grubu öğrencilerinin eleştirel düşünme becerilerini anlamlı şekilde artırdığı bulgusu elde edilmiştir. Buna göre sistem düşüncesi temelli çevre eğitimi etkinliklerinin deney grubu öğrencilerinin eleştirel düşünme becerileri üzerinde olumlu etkiye sahip olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. Bu sonuç Fanta vd. (2019) tarafından vurgulanan sistem düşüncesinin eleştirel düşünmeyi teşvik etme sürecinde mozaik taşlardan biri olarak kabul edilmesi gerektiği fikrini de desteklemektedir. Ayrıca alan yazınında yapılan diğer araştırmaların (Hammond, 2003; Lyneis & Fox-Melanson, 2001; Senge, 1993; Senge vd., 2014; Ventura vd., 2017, Akt., Arrington vd., 2021; Waddock, 2006) sistem düşüncesi araçlarının öğrencilerin eleştirel düşünme becerileri üzerindeki olumlu etki ettiği bulgularını da destekler niteliktedir.

Problem Çözme Becerisine Yönelik Algıya İlişkin Sonuç ve Tartışma

Sistem düşüncesi temelli çevre eğitimi uygulamaları sonrasında kontrol grubu öğrencilerinin problem çözme becerilerine yönelik algı puanları açısından ölçeğin geneli için anlamlı farklılık oluşmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Benzer şekilde kontrol grubunun problem çözme becerilerine yönelik isteklilik ve kararlılık algısı alt boyutunda ise ön test ve son test puanları arasında anlamlı farklılık olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Ancak kontrol grubu

öğrencilerinin problem çözme becerilerine yönelik algı alt boyutunda ön test ve son test puanları arasında anlamlı farklılık olduğu saptanmıştır.

Sistem düşüncesi temelli çevre eğitimi uygulamaları sonrasında deney grubu öğrencilerinin ise problem çözme becerilerine yönelik algı ölçeği geneli ve alt boyutları (problem çözme becerilerine yönelik algı, problem çözme becerilerine yönelik isteklilik ve kararlılık algısı) ile uygulamanın yapılmadığı kontrol grubu öğrencilerinin problem çözme becerilerine yönelik algı ölçeğinin geneli ve alt boyutlarına göre anlamlı düzeyde farklılık olduğu bulgusu elde edilmiştir. Buna göre, sistem düşüncesi temelli çevre eğitimi etkinliklerinin, ortaokul öğrencilerinin problem çözme becerilerine yönelik algıları ile problem çözme becerilerine yönelik isteklilik ve kararlılık algılarını artırdığı sonucuna ulaşılmıştır. Nuhoğlu (2008) tarafından yapılan çalışmada da sistem dinamiği yaklaşımının ortaokul öğrencilerinin problem çözmeye yönelik becerilerinde deney grubu lehine anlamlı farklılık oluşturduğu sonucuna ulaşılmıştır. Araştırmacı ortaya çıkan bu farklılığın sebebini, sistem dinamiği ile modelleme yapmanın öğrencilerin bir problemi bütün olarak değerlendirmelerini sonra onları tek tek çözüme yönlendirmeleri şeklinde yorumlamıştır.

Waters Vakfı (2010) tarafından gerçekleştirilen işbirlikçi eylem araştırması sonucunda da sistem düşüncesinin öğrencilerin problem çözme becerilerinin geliştirilmesine yardımcı olduğunu ortaya koymuştur. Liu vd. (2020) gerçekleştirdikleri çalışmalarında ise öğrencilerin deniz ortamına ilişkin zihinsel modellerin, algılanan sorunların kapsamı ile önemli ölçüde ilişkili olduğunu, daha eksiksiz ve sistemik zihinsel modellere sahip olan öğrencilerin ilgili problemlerin daha geniş bir kapsamını algıladıklarını belirtmişlerdir. Çalışmanın sonuçları, Geleneksel öğretim yöntemleriyle öğrenen öğrencilerin kazandıkları beceriler ile sistem yaklaşımıyla öğrenen öğrencilerin kazandıkları beceriler arasında farklılık ortaya çıktığını vurgulamıştır.

Uygulama sürecinde deney grubu öğrencileri tarafından yazılan günlükler ile öğrenciler ile gerçekleştirilen yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen nitel veri bulguları da incelenmiştir. Elde edilen verilerden öğrencilerin, etkinliklerde yer alan küresel çevre sorunlarına yönelik stok akış diyagramları çizmeyi öğrendikleri, ayrıca stok, etken ve akış gibi öğelerin nelerden etkilendiğini de anladıkları sonuçları ortaya çıkmıştır. Bu sayede sistem düşüncesi temelli etkinliklerin öğrencilerin çevre sorunlara yönelik farklı çözüm yolları düşünmelerine yardımcı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Benzer şekilde Forrester (1996) sistem düşüncesini derslerinde uygulayan öğretmenlerin ve araştırmacıların öğrencilerinin zamanla değişim grafiklerini, stok-akış diyagramlarını ve sistem dinamiği modellerini kullanarak disiplinler arası problemlerin sonuçlarını anlar hâle geldiklerini belirtmektedir.

Nitel veri bulgularından elde edilen bu sonuçların yanı sıra sistem düşüncesi etkinliklerinin öğrenciler tarafından bulmacaya benzetildiği, heyecan verici bulunduğu, derse katılma isteği ve merakı uyandırdığı şeklinde sonuçları ortaya çıkmıştır. Ayrıca etkinliklerin derse aktif katılımı sağladığı, ekip çalışmasına imkân verdiği ve bu sayede öğrencilerin öğrendiklerini akranlarıyla paylaşma imkânı sunduğuna yönelik sonuçlar da elde edilmiştir. Benzer şekilde Benson (2007) tarafından gerçekleştirilen çalışma neticesinde de sistem düşüncesi odaklı öğrenme ortamında öğrencilerin problem çözme girişimlerini uygulama fırsatı bulduklarını, disiplinler arası bağlantılarla yüzleştiklerini ve düşündürücü diyaloglarla derinlemesine analizler yapmaya teşvik edildikleri sonuçlarına ulaşılmıştır.

Alan yazını incelendiğinde elde edilen bu sonuçları destekleyen farklı çalışmaların da olduğu görülmüştür. Örneğin, Aşık ve Doğança-Küçük (2021) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada sistem düşüncesinin, bir sistemin algılanan sorunlarını ve olası başarısızlık nedenlerini çözerken çeşitli stratejiler sunduğu yönündeki bulgusu bu çalışmanın sonuçlarını desteklemektedir. Benzer şekilde (Covitt vd., 2009; Hofman-Bergholm, 2018; Lyneis & Fox-Melanson, 2001; Nuhoglu, 2008; Roychoudhury vd., 2017; Stuntz vd., 2001; The Creative Learning Exchange, 2002; Water Foundation, 2012; Wiek vd., 2011) tarafından gerçekleştirilen çalışmaların neticesinde ortaya çıkan; sistem düşüncesinin, çoklu değişkenleri/bakış açılarını ve karşılıklı ilişkileri inceleyerek bütünü anlamaya çalışan bir problem çözme becerisi olduğu bulgusu da elde edilen sonuçlar ile örtüşmektedir.

Alan yazınındaki bazı araştırmacıların (Checkland, 1999; McKim & McKendree, 2020; Senge vd., 2014) gerçekleştirdikleri çalışmalar neticesinde ise elde ettikleri bulgulardan sistem düşüncesinin problem çözme becerisinin önemli bir yordayıcısı olduğu sonucunu savundukları görülmüştür. Mathews vd. (2008) ise yaptıkları çalışmanın sonucunda, öğrencilerin sistem düşüncesini kavradıktan sonra, sisteme nerede ve ne zaman müdahale edecekleri konusunda hipotezler belirleyip test edebildiklerini, bu durumun ise daha sonra öğrencilerin problemlere çözüm önermelerini sağladığını belirtmişlerdir.

Peters (2017) tarafından gerçekleştirilen çalışmanın neticesinde de sistem düşüncesinin, öğrencilerin karmaşık, gerçek dünya sorunları hakkında bütünsel olarak düşünmelerine yardımcı olduğunu belirtmekte, sistem düşüncesinin sorunları çözmek için bütüncül bir yaklaşım oluşturan örgütsel bir yöntem olduğu vurgulanmaktadır. Üstelik araştırmacı, problem çözme sürecinin problemin anlaşılmasını ve yanıt verebilirliğini geliştirmek için sistem düşüncesini içermesi gerektiğine dikkati çekmektedir. Jacobson vd. (2017) ise probleme dayalı bir öğretimin lise öğrencilerine sistem düşüncesini öğretmede geleneksel öğretim yaklaşımından daha başarılı olduğunu bildirmiştir. Ayrıca konular üzerine tartışmalar ve

düşünceler içeren probleme dayalı bir yaklaşımın, sistemlerdeki karmaşık ilişkilerin daha derin bir şekilde anlaşılmasına olanak sağladığı bulgusuna ulaşılmıştır.

Melton vd. (2022) tarafından gerçekleştirilen bir başka çalışmada ise problem çözme sürecinde sistem düşüncesini kullanmanın sistemlerin sınırlarını genişletmek ve sistemin gizli boyutlarını ve diğer sistemlerle karşılıklı ilişkileri açığa çıkarmaya katkı sağladığını belirtilmiştir. Çalışma da karbon döngüsü sistemini bir karşılıklı ilişkiler ağına (teknoloji, sosyoekonomik, çevresel, politik) bağlayarak öğrencilerin resmin tamamını görmelerine ve problem çözme sürecine katkıda bulunduğunu vurgulamışlardır. Tez çalışmasından elde edilen, sistem düşüncesi temelli çevre eğitiminin öğrencilerin problem çözme becerilerine yönelik algılarını geliştirdiği sonucu alan yazınında ulaşılan tüm bu çalışma bulgularını destekleyici niteliktedir.

Üstbilişsel Farkındalığa İlişkin Sonuç ve Tartışma

Sistem düşüncesi temelli çevre eğitimi uygulamaları sonrasında deney grubu öğrencilerinin üstbilişsel farkındalık ölçeği puanlarının kontrol grubu öğrencilerinin üstbilişsel farkındalık ölçeği puanlarına göre daha yüksek olduğu bulgusu elde edilmiştir. Buna göre, sistem düşüncesi temelli çevre eğitimi etkinliklerinin ortaokul öğrencilerinin üstbilişsel farkındalıklarını artırdığı sonucuna ulaşılmıştır.

Uygulama sürecinde deney grubu öğrencileri tarafından yazılan günlükleri ile öğrencilerle gerçekleştirilen yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen nitel veri bulguları da incelenmiştir. Elde edilen veriler değerlendirildiğinde; sistem düşüncesi etkinliklerinde gerçekleştirilen grafik, stok akış ve nedensel döngü diyagramı çizimlerinin öğrencilerin zihinlerindeki düşünceleri kâğıda aktarmaya yani zihinsel modelleme yapmalarına, doğadaki dengeyi ve oluşan nedensel döngüleri fark etmelerine, kavramları birbiri ile ilişkilendirmelerine imkân sağladığı sonucuna ulaşılmıştır. Araştırmadan elde edilen bu sonuç Waters Vakfı (2012) tarafından gerçekleştirilen işbirlikçi eylem araştırması neticesinde sistem düşüncesi yoluyla öğrenmenin öğrencilerin düşüncelerini görünür kılmasına, düşünceleri arasında bağlantılar kurmasına yardımcı olduğu sonucu ile benzerlik göstermektedir. Ben-David ve Orion (2012) tarafından gerçekleştirilen çalışma sonucunda da sistem düşüncesi araçlarından biri olan akış şemaları gibi görseller ve somut grafiklerin üstbilişsel öğrenmeyi kolaylaştırıcı etkiye sahip olduğu belirtilmiştir. Shepardson vd. (2007) tarafından gerçekleştirilen çalışma neticesinde de sistem düşüncesinin öğrencilere kendi zihinsel modellerini keşfetme fırsatları sunduğu vurgulanmıştır. Crawford ve Jordan, 2013, Akt., Spellman vd. (2016) ise gerçekleştirdikleri çalışmada öğrencilerin üstbilişsel stratejileri kullanarak fikirleri arasındaki bağlantıların bir sistem modelinde gösterdiklerinde sosyal-ekolojik sistemler gibi daha büyük sistemleri daha

iyi anlayabileceklerini belirtmişlerdir. Ayrıca bazı araştırmacılar öğrencilere sistemin ilişkileri hakkında düşünmeyi sağlayan açık bir zihinsel çerçeve sunulduğunda öğrencilerin mekanizma (etkileşimler) ve parça (bileşenler) arasında birden fazla bağlantı görebileceklerini savunmaktadırlar (Hmelo-Silver vd., 2011; Jordan vd., 2013).

Alan yazını incelendiğinde elde edilen bu sonuçları destekleyen farklı çalışmalar da olduğu görülmüştür. Eilam ve Reisfeld (2017), Hmelo-Silver vd. (2017) tarafından gerçekleştirilen çalışmaların neticesinde ise sistem düşüncesinin aynı zamanda üstbilişsel bir beceri olarak kabul edilmesi de çalışmanın bu sonucuna katkıda bulunmaktadır. Yine bazı araştırmacılar yaptıkları çalışmaların sonucunda, karmaşık sistemler hakkında düşünme, sistemleri ve ilişkileri tanımlama, farklı bakış açıları kullanma gibi becerilerin bilinçli ve farkında olarak gerçekleştirilmesini de üstbiliş olarak tanımlamaktadırlar. Üstelik araştırmacılar üstbilişin, tutarsızlıkları ve sonuçları fark etme, kısıtlamaları belirleme gibi özelliklerinin sistem düşüncesi beceri alanlarıyla büyük paralellikler gösterdiğine de işaret etmektedirler (Aşık & Doğança-Küçük, 2021; Cabrera vd., 2015; Gregory, 2000; Lyneis & Fox-Melanson, 2001; Stuntz vd., 2001).

Mehren vd. (2018) tarafından yapılan çalışmanın sonucunda da üstbilişsel bir strateji olarak sistem düşüncesi yaklaşımının önemi vurgulanmıştır. Araştırmacılar dünyanın sayısız (coğrafi) alt sistemden oluşan mümkün olan en büyük sistem olduğunu, bir sistem düşünürünün coğrafi koşulların bilişsel analizinde ve zihinsel temsilinde sistemlerin üst ilkelerini hesaba katmaları gerektiğini belirtmişlerdir. Bu bakış açısının, öngörülemeyen ve istenmeyen olumsuz etkilere sahip bu tür sistemlerde insan müdahalesini önleyebilen, sistemlerin iç ve dış etkileşimi ve karmaşıklığının daha derin bir şekilde anlaşılmasını sağlayacağına dikkati çekmişlerdir.

Benzer şekilde Hmelo-Silver ve Azevedo (2006) tarafından gerçekleştirilen çalışmanın neticesinde, öğrencilerin karmaşık sistemler hakkında bilgi edinme becerilerini etkileyen en önemli konulardan birinin üstbilişsel süreçler olduğunu ve bu nedenle bu becerilerin incelenmesini çok önemli gördüklerini ifade etmişlerdir. Tripto vd. (2016) tarafından yapılan çalışmada ise, biyoloji dersinde lise öğrencilerinin insan vücudu sistemini anlamalarını değerlendirmek ve üstbilişsel farkındalığı geliştirmek için bir araç olarak yansıtıcı görüşmenin etkisi araştırılmıştır. Çalışmanın sonucunda üstbilişsel farkındalık geliştirmenin, öğrencilerin karmaşık sistemler hakkında bilgi edinmelerine yardımcı olmak için kritik öneme sahip olduğu vurgulanmıştır. Çalışmada öğrencilerin hem etkileşimleri hem de kalıpları ele alan karmaşık ve çeşitli sistem dili kullanımına geçişleri, açık sorularda ortaya çıkan üstbilişsel süreçle mümkün olduğu belirtilmiştir. Bu noktada Gell-Mann (1995) sistem düşüncesinin bilgiyi çerçevelediğini, öğrenmeyi etkin hâle getirdiğini vurgulamaktadır. Böylelikle

öğretmenlerin bir derste kullanılan bilgiyi ve düşünme becerilerini kontrol ederek üstbilişsel farkındalığı ve konular arasında öğrenme aktarımı için bir fırsat yaratmış olacaklarını belirtmektedir. Tez çalışmasından elde edilen, sistem düşüncesi temelli çevre eğitiminin öğrencilerin üstbilişsel farkındalıklarını artırdığı sonucu alan yazınında ulaşılan bu çalışmaların bulgularını destekleyici niteliktedir.

Araştırmanın Uygulama Sürecine İlişkin Ulaşılan Sonuçları

Araştırmada deney grubu öğrencilerinin sistem düşüncesi temelli çevre eğitimi dersi uygulama sürecine yönelik görüşleri yarı yapılandırılmış görüşmeler ve öğrenci günlüklerinden elde edilen bulgular birlikte yorumlanarak sunulmuştur:

Deney grubu öğrencilerinin sistem düşüncesi temelli çevre eğitimi uygulamalarına yönelik görüşlerinin olumlu yönde olduğu söylenebilir. Elde edilen verilerden öğrencilerin sistem düşüncesi etkinliklerini beğendikleri, etkinlikler boyunca kendilerini mutlu, heyecanlı, meraklı ve şaşkın olarak nitelendirdikleri sonucuna ulaşılmıştır. Forrester (1992) da benzer bir sonuç ile sistem düşüncesi etkinliklerinin okul öncesinden daha ileri seviyelere kadar eğitimdeki gençlerin enerjisini, merakını ve yaratıcılığını yönlendirdiğini vurgulamaktadır. Ayrıca Nuhoğlu (2008) tarafından yapılan tez çalışması sonucunda da sistem dinamiği yaklaşımının ilköğretim öğrencilerinin ilgileri, heyecanları ve merakları ile şekillendiği sonucuna ulaşmıştır. Benzer şekilde İnelmen (2010) tarafından gerçekleştirilen çalışmanın sonucunda da sistem düşüncesi araçlarının bireyin eğitim yolculuğunda rehber olarak kullanıldığında öğrenme açısından çok büyük keyif kaynağı olduğu vurgulanmıştır.

Araştırmada ayrıca deney grubu öğrencilerinin sistem düşüncesi temelli çevre eğitimi uygulamalarına yönelik görüşlerinden ortaya çıkan bir diğer sonuç ise sistem düşüncesi etkinliklerinin bazı öğrenciler tarafından diğer derslerde uyguladıkları grafik ve kavram haritası çizme tekniklerine benzetildiğidir. Ancak sistem düşüncesinin farklı yönlerine ilişkin ortaya çıkan sonuç ise sistem düşüncesi araçlarının öğrenciler için yeni bir yöntem olduğu, etkinliklerin oyun şeklinde olduğu ve dersi eğlenceli hâle getirdiği, aynı zamanda gerçekleştirilen etkinliklerin öğrenmeyi daha kalıcı hâle getirdiği, herkesin derse katılımını sağladığı yönündedir. Bu sonuç Waters Vakfı (2012) tarafından gerçekleştirilen işbirlikçi eylem araştırması neticesinde sistem düşüncesi yoluyla öğrenmenin öğrencilerin derse katılımını artırmasına yardımcı olduğu sonucu ile benzerlik göstermektedir.

Ossimitz (2000), sistem düşüncesi yaklaşımıyla ilgili yaptığı deneysel çalışma sonrasındaki deneyimlerinde de öğrencilerin sistem düşüncesinin yeni bir yöntem olarak öğrenmelerine rağmen çok eğlenceli bulduklarını ve sınıf arkadaşlarıyla birlikte olaylar

arasındaki ilişkileri tartışarak keşfetmenin keyifli olduğunu dile getirmişlerdir. Aynı şekilde Nuhoğlu (2014) tarafından gerçekleştirilen bir başka araştırma sonucunda da ortaokul öğrencileri benzer görüşler dile getirmişlerdir. Öğrenciler sistem düşüncesinin daha önce hiç bilmedikleri bir yöntem olmasına rağmen sınıf arkadaşlarıyla birlikte kendilerinin keşfederek öğrenmesine izin verildiği için çok keyif aldıklarını ifade etmişlerdir.

Deney grubu öğrencilerinin görüşlerinin neticesinde en sevilen etkinliğin “Kuruyan gölün hikâyesi” olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. Öğrencilerin bu etkinliği sevmeye nedenleri ise Google Earth üzerinde gölün zamanla nasıl değiştiğine tanık olmaları, bu süreci şaşırtıcı bulmaları, gölün kuruması sürecindeki nedensel döngüleri fark etmeleri şeklinde belirlenmiştir. Araştırmanın uygulama sürecine ilişkin ortaya çıkan bir diğer sonuç ise öğrencilerin çoğunluğunun sistem düşüncesi etkinliklerinin fen bilimleri dersine de entegre edilmesini istediği şeklindedir. Öğrencilerin sistem düşüncesi etkinliklerinin farklı derslerde uygulanmasını isteme sebeplerine ilişkin sonuçlar ise, dersi eğlenceli hâle getirdiği, dersi daha iyi anlamayı ve kalıcı öğrenmeyi sağladığı, derste ki kavramları birbirleri ile ilişkilendirmeye yardımcı olduğu, çok yönlü düşünmeyi sağladığı şeklindedir.

Öğrencilerle yapılan görüşmeler ve yazdıkları günlükler neticesinde sistem düşüncesi temelli çevre eğitiminden öğrendiklerini günlük hayatta nasıl uyguladıklarına ilişkin elde edilen verilere göre öğrencilerin çevre ile ilgili farkındalıklarını artırdığı, çevreye karşı daha özenli ve bilinçli bir tutum geliştirdikleri bu sayede çevre bilinci kazandıkları sonuçlarına ulaşılmıştır. Üstelik öğrencilerin öğrendiği bilgileri çevrelerindeki insanlarla ve akranları ile paylaşma eğilimi gösterdikleri sonucu elde edilmiştir.

Öneriler

Bu bölümde araştırmanın sonuçlarından yola çıkılarak uygulama sürecine ve araştırmacılara yönelik geliştirilen önerilere yer verilmiştir.

Uygulama Sürecine Yönelik Öneriler

- ✓ Sistem düşüncesi temelli çevre eğitimi etkinliklerinin ortaokul öğrencilerinin eleştirel düşünme becerisine katkısı bakımından ortaya çıkan sonuç değerlendirildiğinde, uygulama süresinin/saatinin artırılması ve ek etkinlikler ile öğretme-öğrenme sürecinin zenginleştirilmesi sağlanabilir.
- ✓ Sistem düşüncesi temelli çevre eğitimi etkinliklerinin ortaokul öğrencilerinin problem çözme becerisine yönelik algılarına ve üst bilişsel farkındalıklarına sağladığı katkı değerlendirildiğinde; ortaokul öğrencilerinin seçmeli çevre eğitimi dersini tercih etmeleri konusunda teşvik edilebilirler.
- ✓ Öğrencilerle yapılan görüşmeler neticesinde ortaya çıkan sonuç doğrultusunda sistem düşüncesi temelli etkinliklerin farklı derslerin öğretme-öğrenme sürecine dâhil edilmesi sağlanabilir.
- ✓ Ortaokul Seçmeli Çevre Eğitimi dersi öğretim programı sistem düşüncesi temelli etkinlikler ile zenginleştirilerek yeniden düzenlenebilir.

Araştırmacılara Yönelik Öneriler

- ✓ Sistem düşüncesi temelli çevre eğitiminin farklı örneklem grupları ile tekrarlanarak sonuçların etkililiği karşılaştırılabilir.
- ✓ Sistem düşüncesi temelli çevre eğitiminin aynı veya farklı değişkenler üzerinden bilimsel araştırmalar yürütülerek bu araştırmadan elde edilen bulguların geçerlik ve güvenilirliğinin sınanması sağlanabilir.
- ✓ Sistem düşüncesi temelli etkinlikler çevre eğitimi öğretim programının bir ünitesi için değil daha fazla sayıda ünite ve uygulama süresi ile yeniden yapılandırılabilir.
- ✓ Sistem düşüncesi temelli etkinlikler farklı dersler kapsamında da geliştirilerek aynı veya farklı değişkenler üzerinden bilimsel araştırmalar yürütülebilir.
- ✓ Sistem düşüncesi ile ilgili gerçekleştirilmesi planlanan bilimsel çalışmaların farklı araştırma yaklaşımları (eylem, tasarım tabanlı araştırma gibi) kullanılarak tasarlanması ve sonuçlarının karşılaştırılması sağlanabilir.

KAYNAKÇA

- Abdyrov, A., Galiyev, T., Yessekeshova, M., Aldabergenova, S., & Alshynbayeva, Z. (2016). On systems thinking and ways of building it in learning. *International Journal of Environmental and Science Education*, 11(18), 11149-11161. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1120625>
- Akar, Ü. (2007). *Öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerileri ve eleştirel düşünme beceri düzeyleri arasındaki ilişki* (Tez No. 206181) [Doktora tezi, Kocatepe Üniversitesi-Afyon]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Arnold, R. D., & Wade, J. P. (2015). A definition of systems thinking: A systems approach. *Procedia Computer Science*, 44, 669–678. <http://doi.org/10.1016/j.procs.2015.03.050>
- Arrington, T. L., Moore, A. L., & Bagdy, L. M. (2021). K12 practitioners' perceptions of learning from failure, creativity, and systems thinking: A collective case study. *TechTrends*, 65, 636-645. <https://doi.org/10.1007/s11528-021-00596-7>
- Aşık, G., & Doğança-Küçük, Z. (2021). Metacognition in action as a possible explanation for stock-flow failure. *System Dynamics Review*, 37(4), 253-282. <https://doi.org/10.1002/sdr.1692>
- Ballew, M. T., Goldberg, M. H., Rosenthal, S. A., Gustafson, A., & Leiserowitz, A. (2019). Systems thinking as a pathway to global warming beliefs and attitudes through an ecological worldview. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116(17), 8214-8219. <https://doi.org/10.1073/pnas.1819310116>
- Barlas, Y. (2005). Dinamik sistem yaklaşımı: Modeller, kurumsal öğrenme ve sorun. *Endüstri ve Otomasyon Dergisi*, 94, 30-34.
- Bartlett, G. (2001, January). *Systemic thinking: A simple thinking technique for gaining systemic focus* [Paper presentation]. International Conference on Thinking. <https://www.coursehero.com/file/12659052/Systemic-Thinking/>
- Ben-David, A., & Orion, N. (2012). Teachers' voices on integrating metacognition into science education. *International Journal of Science Education*, 35, 3161–3193. <https://doi.org/10.1080/09500693.2012.697208>
- Ben-Zvi-Assaraf, O. B. Z., Dodick, J., & Tripto, J. (2013). High school students' understanding of the human body system. *Research in Science Education*, 43, 33-56. <https://doi.org/10.1007/s11165-011-9245-2>
- Ben-Zvi-Assaraf, O., & Orion, N. (2005). Development of system thinking skills in the context of earth science system education. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(5), 518–560. <http://doi.org/10.1002/tea.20061>
- Ben-Zvi-Assaraf, O., & Orion, N. (2009). A design based research of an earth systems based environmental curriculum. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 5(1), 47-62. <https://doi.org/10.12973/ejmste/75256>
- Ben-Zvi-Assaraf, O., & Orion, N. (2010a). Four case studies, six years later: Developing system thinking skills in junior high school and sustaining them over time. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(10), 1253-1280. <https://doi.org/10.1002/tea.20383>
- Ben-Zvi-Assaraf, O., & Orion, N. (2010b). System thinking skills at the elementary school level. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 47(5), 540-563. <http://doi.org/10.1002/tea.20351>

- Ben-Zvi-Assaraf, O., & Orpaz, I. (2010). The “life at the poles” study unit: Developing junior high school students’ ability to recognize the relations between earth systems. *Research in Science Education*, 40, 525-549. <https://doi.org/10.1007/s11165-009-9132-2>
- Benli-Özdemir, E., & Arık, S. (2018). Çocukların üstbilişsel farkındalıkları ile sürdürülebilir kalkınmaya yönelik tutumlarının incelenmesi. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Türk Dünyası Uygulama ve Araştırma Merkezi Eğitim Dergisi*, 3(1), 1-22. <https://dergipark.org.tr/en/pub/estudamegitim/issue/40296/481242>
- Benson, T. A. (2007). *Developing a systems thinking capacity in learners of all ages*. Systems Thinking in Schools Program. <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=df96d1ecfb925c720b8a2d7d5ce20e6d6aa8bb99>
- Bergan-Roller, H. E., Galt, N. J., Chizinski, C. J., Helikar, T., & Dauer, J. T. (2018). Simulated computational model lesson improves foundational systems thinking skills and conceptual knowledge in biology students. *BioScience*, 68(8), 612-621. <https://doi.org/10.1093/biosci/biy054>
- Bielik, T., Stephens, L., McIntyre, C., Damelin, D., & Krajcik, J. S. (2022). Supporting student system modelling practice through curriculum and technology design. *Journal of Science Education and Technology*, 31(2), 217–231. <https://doi.org/10.1007/s10956-021-09943-y>
- Bilmez, N. (2018). Newton bilim anlayışının kuvvetler ayrılığı teorisine etkisi. *Uluslararası Yönetim ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 5(10), 114-122. <https://dergipark.org.tr/en/pub/uysad/issue/39011/457052>
- Boardman, J., & Sauser, B. (2008). *Systems thinking: Coping with 21st century problems*. CRC Press.
- Boardman, J., Sauser, B., John, L., & Edson, R. (2009, October 11-14). *The conceptagon: A framework for systems thinking and systems practice* [Paper presentation]. International Conference on Systems, Man and Cybernetics, San Antonio, United States.
- Boersma, K., Waarlo, A. J., & Klaassen, K. (2011). The feasibility of systems thinking in biology education. *Journal of Biological Education*, 45(4), 190-197. <https://doi.org/10.1080/00219266.2011.627139>
- Bonnett, M. (2019). Environmental education and the issue of nature. In *Curriculum and Environmental Education* (pp. 71-85). Routledge.
- Bosch O., Maani K., & Smith C. (2007, June 18-21). *Systems thinking – language of complexity for scientists and managers*. Proceedings of the Conference on Improving the Triple Bottom Line Returns from Small-scale Forestry, Ormoc, The Philippines.
- Bosch, O.J.H., Nguyen, N.C., Maeno, T., & Yasui, T. (2013). Managing complexity issues through evolutionary learning laboratories. *Systems Research and Behavioral Science*, 30, 116–135. <https://doi.org/10.1002/sres.2171>
- Brahler, C.J., Quitadamo, I.J. & Johnson, E.C. (2002). Student critical thinking is enhanced by developing exercise prescriptions using online learning modules. *Advances in Physiology Education*, 26 (3), 210-221. <https://doi.org/10.1152/advan.00018.2001>
- Bravo, C., van Joolingen, W. R., & de Jong, T. (2009). Using Co-lab to build system dynamics models: Students’ actions and online tutorial advice. *Computers & Education*, 53(2), 243–251. <http://doi.org/10.1016/j.compedu.2009.02.005>
- Browne, M. N., & Keely, S. M. (2007). *Asking the right questions: A Guide to critical thinking* (8th ed.). Upper Saddle River.

- Buckle Henning, P., & Chen, W. C. (2012). Systems thinking: Common ground or untapped territory?. *Systems Research and Behavioral Science*, 29(5), 470-483. <https://doi.org/10.1002/sres.2155>
- Budak, U. S., & Ceyhan, G. D. (2023). Research trends on systems thinking approach in science education. *International Journal of Science Education*, 1-18. <https://doi.org/10.1080/09500693.2023.2245106>
- Bunge, M. (2000). Systemism: The alternative to individualism and holism. *The Journal of Socio-Economics*, 29, 147–157. [https://doi.org/10.1016/S1053-5357\(00\)00058-5](https://doi.org/10.1016/S1053-5357(00)00058-5)
- Büyüköztürk, Ş. (2014). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı*. Pegem Akademi.
- Cabrera, D., Cabrera, L., & Powers, E. (2015). A unifying theory of systems thinking with psychosocial applications. *Systems Research and Behavioral Science*, 32, 534-545. <https://doi.org/10.1002/sres.2351>
- Cabrera, D., Colosi, L., & Lobdell, C. (2008). Systems thinking. *Evaluation and Program Planning*, 31(3), 299-310. <https://doi.org/10.1016/j.evalprogplan.2007.12.001>
- Capra, F., & Luisi, P. L. (2014). The systems view of life: A unifying vision. *Cambridge University Press*. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511895555>
- Chang, C. Y. (2001). Comparing the impacts of a problem-based computer-assisted instruction and the direct-interactive teaching method on student science achievement. *Journal of Science Education and Technology*, 10(2), 147-153. <https://link.springer.com/article/10.1023/a:1009469014218>
- Checkland, P. (1999). Systems thinking. *Rethinking Management Information Systems*, 45-56.
- Christensen, L. B. Johnson, B. R., & Turner, L. A. (2015). *Araştırma yöntemleri. Desen ve analiz* (A. Aypay, Çev. Ed.). Anı. (Çalışmanın orijinali 2014'te yayımlanmıştır)
- Clancy, T. R., Effken, J. A., & Pesut, D. (2008). Applications of complex systems theory in nursing education, research, and practice. *Nursing Outlook*, 56(5), 248-256. <https://doi.org/10.1016/j.outlook.2008.06.010>
- Clark, S., Petersen, J. E., Frantz, C. M., Roose, D., Ginn, J., & Rosenberg-Daneri, D. (2017). Teaching systems thinking to 4th and 5th graders using Environmental Dashboard display technology. *PloS one*, 12(4), e0176322. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0176322>
- Cloud, J. P. (2005). Some systems thinking concepts for environmental educators during the decade of education for sustainable development. *Applied Environmental Education And Communication*, 4(3), 225-228. <https://doi.org/10.1080/15330150591004625>
- Creative Learning Exchange. (2019). *Research about system thinking and system dynamics in K-12 education*. <http://www.clexchange.org/resources/research.asp>
- Creswell, J. W. (2013). *Nitel araştırma yöntemleri* (M. Bütün & S.B. Demir, Çev. Ed.). Siyasal. (Çalışmanın orijinali 2013'te yayımlanmıştır)
- Creswell, J. W., & Plano-Clark, V. L. (2011). *Karma yöntem araştırmaları tasarımı ve yürütülmesi* (Y. Dede & S. B. Beşir, Çev. Ed.). Anı. (Çalışmanın orijinali 2011'de yayımlanmıştır)
- Costello, W. (2001). Computer-based simulations as learning tools: changing student mental models of real-world dynamical systems. *Creative Learning Exchange*, 24. <http://http://static.clexchange.org/ftp/documents/implementation/IM200104ChangingStuMentMod.pdf>

- Cox, M., Elen, J., & Steegen, A. (2019). The use of causal diagrams to foster systems thinking in geography education: Results of an intervention study. *Journal of Geography*, 118(6), 238-251. <https://doi.org/10.1080/00221341.2019.1608460>
- Covitt, B. A., Gunckel, K. L., & Anderson, C. W. (2009). Students' developing understanding of water in environmental systems. *The Journal of Environmental Education*, 40(3), 37-51. <https://doi.org/10.3200/JOEE.40.3.37-51>
- Çakmak, S. (2019). *Lise öğrencilerinin kelebeğin yaşam döngüsü bağlamında sistem düşünme becerileri* (Tez No. 564656) [Yüksek lisans tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi-Konya]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Çam-Aktaş, B. (2013). *Ortaöğretimde uluslararası bakalorya programı ile ulusal programdaki anadil öğretimi derslerinin eleştirel düşünme becerileri açısından karşılaştırılması* (Tez No. 322040) [Doktora tezi, Anadolu Üniversitesi-Eskişehir]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- De-Sousa, L. O. (2013). *Promoting education for sustainable development: An environmental management systems framework for South African primary schools* [Doctoral dissertation, North-West University]. <https://repository.nwu.ac.za/handle/10394/8673>
- Doğança, Z. (2013). *Designing system based environmental instruction program and evaluating its effects on seventh grade students* (Tez No. 362519) [Doktora tezi, Boğaziçi Üniversitesi-İstanbul]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Dori, D., Sillitto, H., Griego, R.M., McKinney, D., Arnold, E.P., Godfrey, P., Martin, J., Jackson, S., & Krob, D. (2019). System definition, system worldviews, and systemness characteristics. *IEEE Systems Journal*, 14(2), 1538-1548. <https://doi.org/10.1109/JSYST.2019.2904116>
- Eberbach, C., Hmelo-Silver, C. E., Jordan, R., Taylor, J., & Hunter, R. (2021). Multidimensional trajectories for understanding ecosystems. *Science Education*, 105(3), 521-540. <https://doi.org/10.1002/sce.21613>
- Efkliides, A. (2006). Metacognition and affect: What can metacognitive experiences tell us about the learning process?. *Educational Research Review*, 1(1), 3-14. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2005.11.001>
- Eğitimde Sistem Düşüncesi Derneği (2021). *Sistem düşünürü alışkanlıkları*. <https://egitimdesistemdusuncesi.org/nedir/aliskanliklar.php>
- Eilam, B., & Reisfeld, D. (2017). A curriculum unit for promoting complex system thinking: the case of combined system dynamics and agent based models for population growth. *Journal of Advances in Education Research*, 2(2), 39-60. <https://doi.org/10.22606/jaer.2017.22001>
- Elmas, R., Arslan, H. Ö., Pamuk, S., Pesman, H., & Sözbilir, M. (2021). Fen eğitiminde yeni bir yaklaşım olarak sistemsel düşünme. *Türkiye Kimya Derneği Dergisi Kısım C: Kimya Eğitimi*, 6(1), 107-132. <https://doi.org/10.37995/jotcsc.889340>
- Emir, S. (2012). Eğitim fakültesi öğrencilerinin eleştirel düşünme eğilimleri. *Hasan Ali Yücel Eğitim Fakültesi Dergisi*, 17(1), 34-57. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/93144>
- Erkenekli, M. (2011). Bilimsel yöntemlerin tarihi ve sistem dinamiklerinin doğuşu. B. Çelik, M. Erkenekli, H. Şeşen ve M. Polat (Eds.), *Sistem dinamikleri içinde* (ss. 1-41). Detay.
- Evagorou, M., Korfiatis, K., Nicolaou, C., & Constantinou, C. (2009). An investigation of the potential of interactive 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>
- Facione, P. A. (1990). *The California critical thinking skills test: College level. technical report. Experimental validation and content validity*. California Academic Press. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED327549.pdf>
- Fanta, D., Bräutigam, J., Greiff, S., & Rieß, W. (2017). Development and validation of an instrument for measuring systems thinking student teachers in ecological contexts. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 23, 241-259.
- Fanta, D., Braeutigam, J., & Riess, W. (2019). Fostering systems thinking in student teachers of biology and geography an intervention study. *Journal of Biological Education*, 54(3), 226–244. <http://doi.org/10.1080/00219266.2019.1569083>
- Feriver-Gezer, Ş. (2018). *Systems thinking skills of preschool children in early childhood education contexts of Turkey and Germany* (Tez No. 509565) [Doktora tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi-Ankara]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Flood, R. L. (2010). The relationship of systems thinking to action research. *Systemic Practice And Action Research*, 23(4), 269-284. <https://doi.org/10.1007/s11213-010-9169-1>
- Forrester, J. W. (1992). *Road Map 1: System dynamics and learner centered learning in kindergarten through 12th grade education*. MIT System Dynamics in Education Project.
- Forrester, J. W. (1994). System dynamics, systems thinking and soft OR. *System Dynamics Review*, 10(2-3), 245-256. <https://doi.org/10.1002/sdr.4260100211>
- Forrester, J. W. (1996). *Road Map 1: System Dynamics and K-12 Teachers*. MIT System Dynamics in Education Project.
- Forrester, J. W. (2007). Systems dynamics a personal view of the first fifty years. *System Dynamics Review*, 23(2-3), 345–358. <https://doi.org/10.1002/sdr.382>
- Forrester, J. W. (2016). Learning through system dynamics as preparation for the 21st century. *System Dynamics Review*, 32(3-4), 187-203.
- Gell-Mann, M. (1995). What is complexity? Remarks on simplicity and complexity by the Nobel prize-winning author of the quark and the jaguar. *Complexity*, 1(1), 16–19. <https://doi.org/10.1002/cplx.6130010105>
- Gilissen, M. G., Knippels, M. C. P., & van Joolingen, W. R. (2020). Bringing systems thinking into the classroom. *International Journal of Science Education*, 42(8), 1253-1280. <https://doi.org/10.1080/09500693.2020.1755741>
- Gillmeister, K. M. (2017). *Development of early conceptions in systems thinking in an environmental context: An exploratory study of preschool students' understanding of stocks & flows, behavior over time and feedback* [Doctoral dissertation, State University of New York]. ProQuest Dissertations And Theses.
- Glesne, C. (2013). *Nitel araştırmaya giriş* (A. Ersoy & P. Yalçınoglu, Çev. Ed.). Anı. (Çalışmanın orijinali 1992'de yayımlanmıştır)
- Goldstone, R. L., & Wilensky, U. (2008). Promoting transfer by grounding complex systems principles. *The Journal of the Learning Sciences*, 17(4), 465-516. <https://doi.org/10.1080/10508400802394898>
- Göktepe, E. (2020). Sistem düşüncesi temel becerileri. *Eğitimde Sistem Düşüncesi Yıllığı*, (7). <https://egitimdesistemdusuncesi.org/ojs/index.php/esdy/article/view/10>

- Göktepe, E. (Ed.) (2022). *Eğitimde sistem düşüncesi*. <https://drive.google.com/file/d/1bXLWge6VRSMqlZmVR95H1Am8fKAZzfu9/view>
- Graefe, A. N. (2010). *Assessing the potential benefits of learning about environmental issues through a systems thinking pedagogy* [Masters theses, James Madison University-United States of America]. <https://commons.lib.jmu.edu/master201019/421>
- Grant, W. E. (1998). Ecology and natural resource management: Reflections from a systems perspective. *Ecological Modelling*, 108(1-3), 67-76. [https://doi.org/10.1016/S0304-3800\(98\)00019-2](https://doi.org/10.1016/S0304-3800(98)00019-2)
- Gregory, W. J. (2000). Transforming self and society: A critical appreciation model. *Systemic Practice and Action Research*, 13(4), 475-501. <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1009541430809>
- Grohs, J. R., Kirk, G. R., Soledad, M. M., & Knight, D. B. (2018). Assessing systems thinking: A tool to measure complex reasoning through ill-structured problems. *Thinking Skills and Creativity*, 28, 110–130. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2018.03.003>
- 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>
- Gülveren, H. (2007). *Eğitim fakültesi öğrencilerinin eleştirel düşünme becerileri ve bu becerileri etkileyen eleştirel düşünme faktörleri* (Tez No. 211603) [Doktora tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi-İzmir]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2010). *Multivariate data analysis* (7th ed.). Prentice Hall.
- Hammond, D. (2003). Ecology and social theory: Structure, function, and evolution. In D. Hammond (Ed.), *The science of synthesis: Exploring the social science implications of general systems theory* (pp. 77-102). University Press of Colorado.
- Haury, D. L. (2002). *Fundamental skills in science: Observation*. Columbus: ERIC Clearinghouse for Science Mathematics and Environmental Education. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED478714.pdf>
- Heimlich, J.E. (1992). *Promoting concern for the environment*, Colombus: ERIC Clearinghouse for Science, Mathematics and Environmental Education. <https://eric.ed.gov/?id=ED351206>
- Hight, J. (1995). System dynamics for kids. *Technology Review*, 1-5. <https://static.clexchange.org/ftp/documents/sdintro/D-4489-1.pdf>
- Hiller, K. Y., Remington, S. M., & Armstrong, C. M. (2012). Assessing systems thinking skills in two undergraduate sustainability courses: a comparison of teaching strategies. *Journal of Sustainability Education*, 3. <https://krex.k-state.edu/handle/2097/13783>
- Hilton, M. (2010). *Exploring the intersection of science education and 21st century skills: A workshop summary*. The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/12771>.
- Hmelo-Silver, C. E., & Azevedo, R. (2006). Understanding complex systems: Some core challenges. *The Journal of the learning sciences*, 15(1), 53-61. https://doi.org/10.1207/s15327809jls1501_7
- Hmelo-Silver, C. E., Holton, D. L., & Kolodner, J. L. (2000). Designing to learn about complex systems. *The Journal Of The Learning Sciences*, 9(3), 247-298.

- Hmelo-Silver, C. E., Jordan, R., Eberbach, C., & Sinha, S. (2017). Systems learning with a conceptual representation: A quasi-experimental study. *Instructional Science*, 45, 53-72. <https://doi.org/10.1007/s11251-016-9392-y>
- Hmelo-Silver, C. E., Jordan, R., Honwad, S., Eberbach, C., Sinha, S., Goel, A., Rugaber, S., & Joyner, D. (2011). Foregrounding behaviors and functions to promote ecosystem understanding. In *Proceedings of Hawaii International Conference on Education, Honolulu* (pp. 2005–2013). <https://dilab.gatech.edu/publications/EDU2011.pdf>
- Hofman-Bergholm, M. (2018). Could education for sustainable development benefit from a systems thinking approach?. *Systems*, 6(4), 43. <https://doi.org/10.3390/systems6040043>
- Hogan, K. (2000). Assessing students' systems reasoning in ecology. *Journal of Biological Education*, 35(1), 22-28. <https://doi.org/10.1080/00219266.2000.9655731>
- Hogan, K., & Thomas, D. (2001). Cognitive comparisons of students' systems modeling in ecology. *Journal of Science Education and Technology*, 10, 319-345. <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1012243102249>
- Hokayem, H., & Gotwals, A. W. (2016). Early elementary students' understanding of complex ecosystems: A learning progression approach. *Journal of Research in Science Teaching*, 53(10), 1524-1545. <https://doi.org/10.1002/tea.21336>
- Holyoak, K. (2011). The cognitive neuroscience of creativity: A critical review. *Creative Research Journal*, 23(2), 137–154. <https://doi.org/10.1080/10400419.2011.571191>
- Hopper, M., & Stave, K. A. (2008, July). *Assessing the effectiveness of systems thinking interventions in the classroom* [Paper presentation]. 26th International Conference of The System Dynamics Society (pp. 1-26).
- Hossain, N. U. I., Dayarathna, V. L., Nagahi, M., & Jaradat, R. (2020). Systems thinking: A review and bibliometric analysis. *Systems*, 8(3), 23. <https://doi.org/10.3390/systems8030023>
- Hrin, T. N., Milenković, D. D., Segedinac, M. D., & Horvat, S. (2016). Enhancement and assessment of students' systems thinking skills by application of systemic synthesis questions in theorganic chemistry course. *Journal of the Serbian Chemical Society*, 81(12), 1455–1471. <https://doi.org/10.2298/JSC160811097H>
- 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>
- Huitt, W. (1998). Critical thinking: An overview. *Educational Psychology Interactive*, 3(6), 34-50. <https://www.edpsycinteractive.org/topics/cognition/critthnk.html>
- Hyötyniemi, H. (2006). Neocybernetics in biological systems. *Control Engineering Laboratory, Helsinki University of Technology, Report*, 151. <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=daa97d3f7832a2544301af6994d838fbb695399b>
- İnel-Ekici, D. İ., & Balım, A. G. (2013). Ortaokul öğrencileri için problem çözme becerilerine yönelik algı ölçeği: Geçerlilik ve güvenirlik çalışması. *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 10(1), 67-86. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/146231>
- İnelmen, E. (2010). Implementing system thinking in the design of a learning environment. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 2(2), 501-506. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.03.052>

- Jacobson, M. J., Markauskaite, L., Portolese, A., Kapur, M., Lai, P. K., & Roberts, G. (2017). Designs for learning about climate change as a complex system. *Learning and Instruction*, 52, 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2017.03.007>
- 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
- Jaradat, R. M., Keating, C. B., & Bradley, J. M. (2017). Individual capacity and organizational competency for systems thinking. *IEEE Systems Journal*, 12(2), 1203-1210. <https://doi.org/10.1109/JSYST.2017.2652218>
- Jordan, R. C., Hmelo-Silver, C., Liu, L., & Gray, S. A. (2013). Fostering reasoning about complex systems: Using the aquarium to teach systems thinking. *Applied Environmental Education & Communication*, 12(1), 55-64. <https://doi.org/10.1080/1533015X.2013.797860>
- Kalaycı, Ş. (2008). *SPSS uygulamalı çok değişkenli istatistik teknikleri*. Asil Yayın
- Kali, Y., Orion, N., & Eylon, B. S. (2003). Effect of knowledge integration activities on students' perception of the Earth's crust as a cyclic system. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 40(6), 545-565. <https://doi.org/10.1002/tea.10096>
- Karaarslan, G. (2016). *Science teachers as esd educators: An outdoor esd model for developing systems thinking skills* (Tez No. 439199) [Doktora tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi-Ankara]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Karakelle, S., & Saraç, S. (2007). Çocuklar için üstbilişsel farkındalık ölçeği (ÜBFÖ-Ç) A ve B formları: Geçerlik ve güvenirlik çalışması. *Türk Psikoloji Yazıları*, 10(20), 87-103. <https://tr-scales.arabpsychology.com/wp-content/uploads/pdf/ust-bilissel-farkindalik-olcegi-ubfo-c-a-formu-toad.pdf>
- Karlsson, R., Nasir, J., Bergeå, O., & Jonsson, T. (2000, November 8-10). *Systems thinking for sustainable resource management in environmental management education* [Paper presentation]. 1st International Conference on Systems Thinking in Management, Australia. <http://ceur-ws.org/Vol-72>
- Keynan, A., Ben-Zvi-Assaraf, O., & Goldman, D. (2014). The repertory grid as a tool for evaluating the development of students' ecological system thinking abilities. *Studies in Educational Evaluation*, 41, 90-105. <https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2013.09.012>
- Kim, D. H. (1990). Reinforcing and balancing loops: Building blocks of dynamic systems. *The Systems Thinker*, 1(1), 3. <https://thesystemsthinker.com/reinforcing-and-balancing-loops-building-blocks-of-dynamic-systems/>
- Kim, D. H. (1995). *Systems thinking tools: A user's reference guide*. Pegasus Communications.
- Kim, D. H. (1999). *Introduction to systems thinking*. Pegasus Communications.
- King, C. A. (2008). Community resilience and contemporary agri-ecological systems: Reconnecting people and food, and people with people. *Systems Research and Behavioral Science: The Official Journal of the International Federation for Systems Research*, 25(1), 111-124. <https://doi.org/10.1002/sres.854>
- Klopfer, E., & Squire, K. (2008). Environmental detectives the development of an augmented reality platform for environmental simulations. *Educational Technology Research and Development*, 56, 203-228. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11423-007-9037-6>

- Korkmaz, Z. S. (2018). *Eleştirel düşünme becerileri eğitiminin öğretmenlerin ve öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerine etkisi* (Tez No. 526276) [Doktora tezi, Atatürk Üniversitesi-Erzurum]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Krasny, M. E. (2009). A response to Scotts concerns about the relevance of environmental education research: Applying social-ecological systems thinking and consilience to defining research goals. *Environmental Education Research*, 15, 189-198. <https://doi.org/10.1080/13504620902770352>
- Küçüköğlu, A., Nuhoğlu, H., & Derya-Taşçı, A. (2023). Sistem düşüncesi ile ilgili yapılan eğitim araştırmalarının bibliyometrik analizi. *E-International Journal of Educational Research*, 14(4), 126-145. <https://doi.org/10.19160/e-ijer.1281742>
- LaVigne, A. (2009). Systems thinking and dynamic modeling within K-12 schools: effects on student learning. <https://www.ppi-int.com/wp-content/uploads/2009/09/SyEN-012.pdf>
- Lannon-Kim, C. (1991). Revitalizing the schools: A systems thinking approach. *The Systems Thinker*, 2(5), 1-4.
- Larsson M. (2009) *Learning systems thinking: The role of semiotic and cognitive resources* [Doctoral dissertation, Lund University-Sweden]. <https://lucris.lub.lu.se/ws/portalfiles/portal/5258082/1524624.pdf>
- Leischow, S. J., & Milstein, B. (2006). Systems thinking and modeling for public health practice. *American Journal of Public Health*, 96(3), 403-405. <https://doi.org/10.2105/AJPH.2005.082842>
- Lezak, S. B., & Thibodeau, P. H. (2016). Systems thinking and environmental concern. *Journal of Environmental Psychology*, 46, 143-153. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2016.04.005>
- Lich, K. H., Urban, J. B., Frerichs, L., & Dave, G. (2017). Extending systems thinking in planning and evaluation using group concept mapping and system dynamics to tackle complex problems. *Evaluation and Program Planning*, 60, 254-264. <https://doi.org/10.1016/j.evalprogplan.2016.10.008>
- Liu, L., Hmelo-Silver, C. E., & Marathe, S. (2005). *Function before form: An alternative approach to learning about complex systems*. In annual meeting of the American Educational Research Association. Montreal CA.
- Liu, S. C. (2022). Examining undergraduate students' systems thinking competency through a problem scenario in the context of climate change education. *Environmental Education Research*, 1-16. <https://doi.org/10.1080/13504622.2022.2120187>
- Liu, S. C., Lin, H. S., & Tsai, C. Y. (2020). Ninth grade students' mental models of the marine environment and their implications for environmental science education in Taiwan. *The Journal of Environmental Education*, 51(1), 72-82. <https://doi.org/10.1080/00958964.2019.1633990>
- Luong, J., & Arnold, R. D. (2016). Enhancing the effects of theatre of the oppressed techniques using through thinking: Reflections on an applied workshop. *Pedagogy and Theatre of the Oppressed Journal*, 1(1). <https://scholarworks.uni.edu/ptoj>
- Lyneis, D. (1995). Systems thinking in 25 words or less. http://www.clexchange.org/ftp/documents/whyk12sd/Y_1995-08STIn25WordsOrLess.pdf
- Lyneis, D. A., & Fox-Melanson, D. (2001, July). *The challenge of infusing system dynamics into a K-8 curriculum* [Paper presentation]. 19th International System Dynamics Society Conference. Atlanta, Georgia.
- Maani K., & Maharraj 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., Schreiber, N., & Schmiemann, P. (2022). Young students' reasoning about ecosystems: The role of systems thinking, knowledge, conceptions and representation. *Research in Science Education*, 52(1), 79-98. <https://doi.org/10.1007/s11165-020-09917-x>
- Mambrey, S., Timm, J., Landskron, J. J., & Schmiemann, P. (2020). The impact of system specificson systems thinking. *Journal of Research in Science Teaching*, 57(10), 1632–1651. <https://doi.org/10.1002/tea.21649>
- Mandinach, E. (1989). Model building and the use of computer simulation of dynamic systems. *Journal of Educational Computing Research*, 5(2), 221- 243. <https://doi.org/10.2190/7W4F-XY0H-L6FH-39R8>
- Mandinach, E. B., & Cline, H. F. (1994). Modeling and simulation in the secondary school curriculum: The impact on teachers. *Interactive Learning Environments*, 4(3), 271-289. <https://doi.org/10.1080/1049482940040307>
- Martin, L. A. (1997). Road map 2: The first step. MIT System dynamics in education project. <http://sysdyn.clexchange.org/sdep/Roadmaps/RM2/D-4694.pdf>
- Marshall, C., & Rossman, G. B. (2014). *Designing qualitative research* (8th ed.). Sage.
- Mathews, L. G., Jones, A., Szostak, R., & Repko, A. (2008). Using systems thinking to improve interdisciplinary learning outcomes: Reflections on a pilot study in land economics. *Issues in Interdisciplinary Studies*, 26, 73-104.
- McKim, A., & McKendree, R. (2020). Metacognition, systems thinking, and problem-solving ability in school-based agriculture, food, and natural resources education. *Advancements in Agricultural Development*, 1(1), 38-47. <https://doi.org/10.37433/aad.v1i1.21>
- Meadows, D. H. (2008). *Thinking in systems: A primer*. Chelsea Green Publishing. <https://wtf.tw/ref/meadows.pdf>
- Mecit, Ö. (2006). *7E öğrenme evresi modelinin beşinci sınıf öğrencilerinin eleştirel düşünme yeteneği gelişimine etkisi* (Tez No. 181125) [Doktora tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi-Ankara]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Mehren, R., Rempfler, A., Buchholz, J., Hartig, J., & Ulrich-Riedhammer, E. M. (2018). System competence modelling: Theoretical foundation and empirical validation of a model involving natural, social and human-environment systems. *Journal of Research in Science Teaching*, 55(5), 685-711. <https://doi.org/10.1002/tea.21436>
- Melton, J. W., Ali-Saiful, J., & Pat-Shein, 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>
- Monat, J., & Gannon, T., (2015). What is systems thinking? A review of selected literature plus recommendations. *American Journal of Systems Science*, 4(1), 11-26. <https://doi.org/10.5923/j.ajss.20150401.02>
- Monroe, M. C., Plate, R. R., & Colley, L. (2015). Assessing an introduction to systems thinking. *Natural Sciences Education*, 44(1), 11-17. <https://doi.org/10.4195/nse2014.08.0017>
- Morecroft, J., & Robinson, S. (2014). Explaining puzzling dynamics: A comparison of system dynamics and discrete-event simulation. *Discrete Event Simulation and System Dynamics for Management Decision Making*, 165-198. <https://doi.org/10.1002/9781118762745.ch09>

- National Research Council. (NRC). (2010). *Exploring the intersection of science education and 21st century skills: A workshop summary*. National Academy Press.
- Nersessian, N. J. (2008). Mental modeling in conceptual change. In S. Vosniadou (Ed.), *International handbook of research on conceptual change* (pp. 391–416). Routledge. <https://sites.cc.gatech.edu/aimosaic/faculty/nersessian/papers/Nersessian-ModelingConceptualChange.pdf>
- Next Generation Science Standards Lead States. (NGSS). (2013). *Next generation science standards: For states, by states*. National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/18290>
- Nguyen, N. C., Graham, D., Ross, H., Maani, K., & Bosch, O. (2012). Educating systems thinking for sustainability: Experience with a developing country. *Systems Research and Behavioral Science*, 29(1), 14-29. <https://doi.org/10.1002/sres.1097>
- Nosich, G. M. (2012). *Learning to think things through: a guide to critical thinking across the curriculum*. Centers for Teaching Excellence-Book Library. <https://digitalcommons.georgiasouthern.edu/ct2-library/197>
- Nuhoğlu, H. (2008). *İlköğretim fen ve teknoloji dersinde sistem dinamiği yaklaşımının tutuma, başarıya ve farklı becerilere etkisinin araştırılması* (Tez No. 226872) [Doktora tezi, Gazi Üniversitesi-Ankara]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Nuhoğlu, H. (2009). Evaluation of the middle school students' understanding level of basic system concepts. *Elementary Education Online*, 8(3).
- Nuhoğlu, H. (2014). Güncel sosyo-bilimsel konulara yönelik sistem dinamiği temelli kurulan öğrenci modellerinin değerlendirilmesi. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 14(5), 1957-1976. <https://doi.org/10.12738/estp.2014.5.2091>
- Nuhoğlu, H., & Derya-Taşçı A. (2023, 27-30 Eylül). *Türkiye’de fen bilimleri eğitimi alanında sistem düşüncesi ile ilgili yapılan akademik çalışmaların sistematik incelenmesi* (Sözlü bildiri). 15. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Kars.
- O’Connor, D., & McDermott, I. (2008). *The art of systems thinking: essential skills for creativity and problem solving*. Alpina Biznes Buks.
- Onat, N. C., Kucukvar, M., Halog, A., & Cloutier, S. (2017). Systems thinking for life cycle sustainability assessment: A review of recent developments, applications, and future perspectives. *Sustainability*, 9(5), 706. <https://doi.org/10.3390/su9050706>
- Orion, N. (2002). An earth systems curriculum development model. In *Global science literacy* (pp. 159-168). Springer Netherlands.
- Ormancı, Ü., Çepni, S., & Balım, A.G. (2018). Ortaokul 6. sınıf öğrencilerinin sistem düşünme becerilerine ilişkin durumlarının belirlenmesi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 44 (44). <https://doi.org/10.9779/PUJE.2018.203>
- Ossimitz, G. (2000). *Teaching system dynamics and systems thinking in austria and germany* [Paper presentation]. 18th International Conference of the System Dynamics Society. Bergen, Norway
- Ozan, C. (2017). *Biçimlendirici değerlendirmenin öğrencilerin akademik başarı, tutum ve öz düzenleme becerilerine etkisi* (Tez No. 458732) [Doktora tezi, Atatürk Üniversitesi-Erzurum]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Özdemir, S. (2005). Üniversite öğrencilerinin eleştirel düşünme becerilerinin çeşitli değişkenler açısından değerlendirilmesi. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 3(3), 297-316. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/256389>

- Öztaş, M. (2018). *Assessing pre-service science teachers' systems thinking skills using real life scenarios* (Tez No. 502093) [Yüksek lisans tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi-Ankara]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Paewai, S. R., Meyer, L. H., & Houston, D. J. (2007). Problem solving academic workloads management: A university response. *Higher Education Quarterly*, 61(3), 375-390. <https://doi.org/10.1111/j.1468-2273.2007.00360.x>
- Park, B. Y., & Lee, H. (2014). Development and application of systems thinking-based STEAM education program to improve secondary science gifted and talented students' systems thinking skill. *Journal of Gifted/Talented Education*, 24(3), 421-444. <https://doi.org/10.9722/JGTE.2014.24.3.421>
- Paul, R. W. (1993). The logic of creative and critical thinking. *American Behavioral Scientist*, 37(1), 21-39. <https://doi.org/10.1177/0002764293037001004>
- Peters, B. G. (2017). What is so wicked about wicked problems? A conceptual analysis and a research program. *Policy and Society*. 36(3), 385-396. <https://doi.org/10.1080/14494035.2017.1361633>
- Pierson, A. E., & Brady, C. E. (2020). Expanding opportunities for systems thinking, conceptual learning, and participation through embodied and computational modeling. *Systems*, 8(4), 48. <https://doi.org/10.3390/systems8040048>
- Plate, R. (2010). Assessing individuals' understanding of nonlinear causal structures in complex systems. *System Dynamics Review*, 26(1), 19-33. <http://doi.org/10.1002/sdr.432>
- Ponto, C. F., & Linder, N. P. (2011). *Sustainable tomorrow: A teachers' guidebook for applying systems thinking to environmental education curricula*. Association of Fish & Wildlife Agencies.
- Raved, L., & Yarden, A. (2014). Developing seventh grade students' systems thinking skills in the context of the human circulatory system. *Frontiers in Public Health*, 2, 260. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2014.00260>
- Reiner, M., & Eilam, B. (2001). Conceptual classroom environment a system view of learning. *International Journal of Science Education*, 23(6), 551-568. <https://doi.org/10.1080/095006901300172458>
- Rempfler, A., & Uphues, R. (2012). System competence in geography education. Development of competence models, diagnosing pupils' achievement. *European Journal of Geography*, 3(1), 6-22. <https://www.eurogeojournal.eu/index.php/egj/article/view/81/55>
- Resnick, L. B., (1987). Education and learning to think. <http://elibrary.pcu.edu.ph:9000/digi/NA02/1987/1032.pdf>
- Reshetova, Z. A. (2002). Organization of learning and development of the student. *Voprosy Psikhologii*, 5, 70-78
- Richmond, B. (1990). Systems thinking: Critical thinking skills for the 1990s and beyond. *System Dynamics Review*, 9(2), 113-133. <http://doi.org/10.1002/sdr.4260090203>
- Richmond, B. (1994). *Systems dynamics/systems thinking: let's just get on with it* [Paper presentation]. International Systems Dynamics Conference. Sterling, Scotland.
- Richmond, B. (2000). *The thinking in systems thinking. Honing your skills*. Pegasus Communications. <https://thesystemsthinker.com/the-thinking-in-systems-thinking-honing-your-skills/>

- Rickey, D., & Stacy, A. M. (2000). The role of metacognition in learning chemistry. *Journal of Chemical Education*, 77, 915–920. <http://doi.org/10.1021/ed077p915>
- Riess, W., & Mischo, C. (2010). Promoting systems thinking through biology lessons. *International Journal of Science Education*, 32(6), 705-725. <https://doi.org/1080/09500690902769946>
- Rodriguez, M., Kohen, R., & Delval, J. (2015). Children's and adolescents' thoughts on pollution: cognitive abilities required to understand environmental systems. *Environmental Education Research*, 21(1), 76-91. <https://doi.org/10.1080/13504622.2013.862613>
- Rosenkr nzer, F., H rsch, 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>
- Rost, J., A. Laustroeer, & N. Raack. (2003). Competence models in education for sustainability. *Praxis der Naturwissenschaften/Chemie in der Schule*, 8(52), 10-15. <https://cir.nii.ac.jp/crid/1572543025670891136>
- Roychoudhury, A., Shepardson, D. P., Hirsch, A., Niyogi, D., Mehta, J., & Top, S. (2017). The need to introduce system thinking in teaching climate change. *Science Educator*, 25(2), 73-81. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1132081.pdf>
- Ruiz-Primo, M. A. (2009, February). *Towards a framework for assessing 21st century science skills* [Paper presentation]. *Workshop on Exploring the Intersection of Science Education and the Development of 21st Century Skills*. Washington, DC. <http://www7.nationalacademies.org/bose/RuizPrimo.pdf>
- Sayılı, A. (1999). *Bilim tarihi* (2. baskı). G ndoĖan.
- Sarybekov, M. N. & Sydyknazarov, M. K. (2008). *Dictionary of science: General scientific terms and definitions, notions and categories: A study guide*. Neil Ardley.
- Schaffernicht, M. F., & Groesser, S. N. (2016). A competence development framework for learning and teaching system dynamics. *System Dynamics Review*, 32(1), 52-81. <https://doi.org/10.1002/sdr.1550>
- Schoen, L., & Fusarelli, L. D. (2008). Innovation, NCLB, and the fear factor: The challenge of leading 21st-century schools in an era of accountability. *Educational Policy*, 22(1), 181-203. <https://doi.org/10.1177/0895904807311291>
- Schoenfeld, A. H. (2016). Learning to think mathematically: Problem solving, metacognition, and sense making in mathematics. *Journal of Education*, 196(2), 1-38. <https://doi.org/10.1177/002205741619600202>
- Schraw, G., Crippen, K. J., & Hartley, K. (2006). Promoting self-regulation in science education: metacognition as part of a broader perspective on learning. *Research in Science Education*, 36, 111–139. <https://doi.org/10.1007/s11165-005-3917-8>
- Schuler, S., Fanta, D., Rosenkraenzer, F., & Riess, W. (2018). Systems thinking within the scope of education for sustainable development (ESD) a heuristic competence model as a basis for (science) teacher education. *Journal of Geography in Higher Education*, 42(2), 192-204. <https://doi.org/10.1080/03098265.2017.1339264>
- Senge, P. (1993). *Beşinci disiplin:  Ėrenen organizasyon d ş n ş  ve uygulaması* (A. İldeniz & A. DoĖukan,  ev. Ed.). Yapı Kredi. ( alışmanın orijinali 1990'da yayımlanmıştır)

- Senge, P., McCabe, N. C., Lucas, T., Smith, B., Dutton, J., & Kleiner, A. (2014). *Öğrenen okullar* (M. Çetin, Çev. Ed.). Nobel. (Çalışmanın orijinali 2000'de yayımlanmıştır)
- Shepardson, D. P., Roychoudhury, A., Hirsch, A., Niyogi, D., & Top, S. M. (2014). When the atmosphere warms it rains and ice melts: seventh grade students' conceptions of a climate system. *Environmental Education Research*, 20(3), 333-353. <https://doi.org/10.1080/13504622.2013.803037>
- Shepardson, D. P., Wee, B., Priddy, M., & Harbor, J. (2007). Students' mental models of the environment. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 44(2), 327-348. <https://doi.org/10.1002/tea.20161>
- Snapir, Z., Eberbach, C., Ben-Zvi-Assaraf, O., Hmelo-Silver, C., & Tripto, J. (2017). Characterising the development of the understanding of human body systems in high-school biology students a longitudinal study. *International Journal of Science Education*, 39(15), 2092-2127. <https://doi.org/10.1080/09500693.2017.1364445>
- Snyder, M. J., & Snyder L. G. (2008). Teaching critical thinking and problem solving skills. *The Delta Pi Epsilon Journal*, 50(2), 90-99.
- Sommer, C., & Lücken, M. (2012). System competence. Are elementary students able to deal with a biological system?. *Nordic Studies in Science Education*, 6(2), 125-143. <https://doi.org/10.5617/nordina.255>
- Soytürk, B. B. Ö., & Şahin, F. (2016). Ortaokul öğrencilerinde sistemik düşünme becerileri ile akademik başarı arasındaki ilişkinin incelenmesi. *Journal of Human Sciences*, 13(1), 1473-1487. <https://doi.org/10.14687/ijhs.v13i1.3644>
- Spellman, K. V., Deutsch, A., Mulder, C. P., & Carsten-Conner, L. D. (2016). Metacognitive learning in the ecology classroom: A tool for preparing problem solvers in a time of rapid change?. *Ecosphere*, 7(8), e01411. <https://doi.org/10.1002/ecs2.1411>
- Squires, A., Wade, J., Dominick, P., & Gelosh, D. (2011). *Building a competency taxonomy to guide experience acceleration of lead program systems engineers* [Paper presentation]. 9th Annual Conference on Systems Engineering Research (CSER). Redondo beach, CA.
- Sterman, J. D. (2000). *Business dynamics: Systems thinking and modeling for a complex world*. McGraw-Hill.
- Stave, K. A., & Hopper, M., (2007). *What constitutes systems thinking? A proposed taxonomy*. [Paper presentation]. 25th International Conference of the System Dynamics Society. Boston, MA.
- Stieff, M., & Wilensky, U. (2003). Connected chemistry in incorporating interactive simulations into the chemistry classroom. *Journal of Science Education and Technology*, 12, 285-302. <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1025085023936>
- Stratford, S. J., Krajcik, J., & Soloway, E. (1998). Secondary students' dynamic modeling processes: Analyzing, reasoning about, synthesizing, and testing models of stream ecosystems. *Journal of Science Education and Technology*, 7, 215-234. <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1021840407112>
- Stuntz, L. N., Lyneis, D. A., & Richardson, G. P. (2001). *The future of system dynamics and learner-centered learning in K-12 education* [Paper presentation]. 19th International Conference of the System Dynamics Society. Atlanta, Georgia.
- Stuntz, L. N., & Lyneis, D. A. (2007). *System dynamics in K-12 education: Lessons learned* [Paper presentation]. 25th International Conference of the System Dynamics Society. Atlanta, Georgia.

- Sweeney, L. B. (2001). Guidelines for daily systems thinking practice. *The Systems Thinker*, 12(2), 6.
- 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>
- Sweeney, L. B., & Meadows, D. (2010). *The systems thinking playbook: Exercises to stretch and build learning and systems thinking capabilities*. Chelsea Green.
- Sweeney, L. B., & Sterman, J. D. (2007) Thinking about systems: Student and teacher conceptions of natural and social systems. *System Dynamics Review: The Journal of the System Dynamics Society*, 23(2-3), 285-311. <https://doi.org/10.1002/sdr.366>
- Tabak, A., Sığı, Ü., Polat, M., Şeşen, H., & Çelik, B. (2011). Yönetim bilimi açısından sistem teorisi. B. Çelik, M. Erkenekli, H. Şeşen ve M. Polat (Ed.), *Sistem dinamikleri içinde* (ss. 71-141). Detay.
- Taşdelen, Ö. (2016). *Biyoloji öğretmen adaylarının sistem düşüncesi ve biyolojik mantık yaklaşımlarına yönelik algı ve becerilerinin değerlendirilmesi* (Tez No. 299754) [Doktora tezi, Gazi Üniversitesi-Ankara]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- 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 İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 19(2), 75-100. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/211296>
- Teddle, C., & Tashakkori, A. (2011). *Karma yöntem araştırmalarının temelleri* (Y. Dede & S. B. Demir, Çev. Ed.). Anı. (Çalışmanın orijinali 1998’de yayımlanmıştır)
- The Creative Learning Exchange. (2002). *The future of system dynamics and learner- centered learning in K-12 education*. Essex, Massachusetts. <https://proceedings.systemdynamics.org/2002/proceed/papers/Stuntz1.pdf>
- Thornton, B., Peltier, G., & Perreault, G. (2004). Systems thinking: A skill to improve student achievement. *The Clearing House: A Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas*, 77(5), 222-230.
- Toraman, S. (2021). Karma yöntemler araştırması: Kısa tarihi, tanımı, bakış açıları ve temel kavramlar. *Nitel Sosyal Bilimler*, 3(1), 1-29. <https://doi.org/10.47105/nsb.847688>
- Tripto, J., Ben-Zvi-Assaraf, O., & Amit, M. (2013). Mapping what they know: Concept maps as an effective tool for assessing students’ systems thinking. *American Journal of Operations Research*, 3, 245-258. <http://dx.doi.org/10.4236/ajor.2013.31A022>
- Tripto, J., Ben-Zvi-Assaraf, O., Snapir, Z., & Amit, M. (2016). The ‘What is a system’ reflection interview as a knowledge integration activity for high school students’ understanding of complex systems in human biology. *International Journal of Science Education*, 38(4), 564-595. <https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1150620>
- Tripto, J., Ben-Zvi-Assaraf, O., Snapir, Z., & Amit, M. (2017). How is the body’s systemic nature manifested amongst high school biology students?. *Instructional Science*, 45, 73-98. <https://doi.org/10.1007/s11251-016-9390-0>
- Uskola, A., & Puig, B. (2022). Exploring primary preservice teachers’ agency and systems thinking in the context of the COVID-19 pandemic. *Frontiers in Education*, 7, 869643. <https://doi.org/10.3389/educ.2022.869643>

- Vachliotis, T., Salta, K., & Tzougraki, C. (2014). Meaningful understanding and systems thinking in organic chemistry: Validating measurement and exploring relationships. *Research in Science Education*, 44(2), 239-266. <https://doi.org/10.1007/s11165-013-9382-x>
- Vanderminden, P. (2006, July). System dynamics. A field of study, a methodology or both. In *The twenty-fourth international conference of the system dynamics society* (pp. 23-27). Nijmegen School of Management, Radboud University Nijmegen. <https://proceedings.systemdynamics.org/2006/proceed/supp/140.pdf>
- Veenman, M. V., & van Cleef, D. (2019). Measuring metacognitive skills for mathematics: students' self-reports versus online assessment methods. *ZDM*, 51(4), 691-701. <https://doi.org/10.1007/s11858-018-1006-5>.
- Verhoeff, R. P., Knippels, M. C. P., Gilissen, M. G., & Boersma, K. T. (2018). The theoretical nature of systems thinking. Perspectives on systems thinking in biology education. *Frontiers in Education* 3(40). <https://doi.org/10.3389/feduc.2018.00040>
- 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>
- Waddock, S. (2006). *Leading corporate citizens: Vision, values, value-added* (2nd ed.). McGraw Hill.
- Wals, A. E. (2014). Sustainability in higher education in the context of the UN DESD: A review of learning and institutionalization processes. *Journal of Cleaner Production*, 62, 8-15. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.06.007>
- Waters Foundation (2010). *Action research results. Systems thinking in schools project*. <http://www.watersfoundation.org/index.cfm?fuseaction=content.display&id=143>
- Waters Foundation. (2012). *The impact of the systems thinking in schools project: 20 years of research, development, and dissemination*. <http://watersfoundation.org/the-benefits/research/>
- Waters, J., & Waters, F. (2014). *Waters foundation systems thinking in schools*. <http://watersfoundation.org/systems-thinking/overview>
- Wiek, A., Withycombe, L., & Redman, C. L. (2011). Key competencies in sustainability: A reference framework for academic program development. *Sustainability Science*, 6, 203-218. <https://doi.org/10.1007/s11625-011-0132-6>
- Wilensky, U., & Reisman, K. (2006). Thinking like a wolf, a sheep or a firefly: Learning biology through constructing and testing computational theories an embodied modeling approach. *Cognition and Instruction*, 24(2), 171-209. https://doi.org/10.1207/s1532690xci2402_1
- Wylie, J., Sheehy, N., McGuinness, C., & Orchard, G. (1998). Children's thinking about air pollution: A systems theory analysis. *Environmental Education Research*, 4(2), 117-137. <https://doi.org/10.1080/1350462980040201>
- Yaman, Y., & Emir S. (2019). Beyin temelli öğretiminin özel yetenekli öğrencilerin yaratıcılıklarına ve eleştirel düşüncelerine etkisi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 19(1), 414-427. <https://doi.org/10.17240/aibuefd.2019.19.43815-443881>
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2008). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (7. baskı). Seçkin.

- Yoon, S. A. (2008). An evolutionary approach to harnessing complex systems thinking in the science and technology classroom. *International Journal of Science Education*, 30(1), 1-32. <https://doi.org/10.1080/09500690601101672>
- Zaraza, R., & Fisher, D. M. (1999). Training system modelers: The NSF CC-STADUS and CC-SUSTAIN projects. In *Modeling and simulation in science and mathematics education* (pp. 38-69). Springer. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4612-1414-4_2
- Zaraza, R. J., & Guthrie, S. (2003). *Using systems dynamics as a core tool for content teaching: A mature use of system dynamics in the pre-college environment* [Paper presentation]. 21st International System Dynamics Society Conference. New York City, USA. <https://proceedings.systemdynamics.org/2003/proceed/PAPERS/384.pdf>



EKLER

EK-1. Cornell Eleştirel Düşünme Testi Akademik Kullanım İzni ve Soru Örnekleri



CORNELL ELEŞTİREL DÜŞÜNME TESTİ Akademik Kullanım İzni

Sayı: PD220006

Tarih:17/03/2022

Bu belge, Cornell Eleştirel Düşünme Testi'nin Türkiye'deki tüm yasal kullanım haklarına sahip Palindrom Bilim Kültür Eğitim Araştırma Uygulama Danışmanlık ve Ticaret Ltd. Şti. (Palindrom Eğitim ve Araştırma) tarafından, Atatürk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Enstitüsü Eğitim Programları ve Öğretim Anabilim Dalı, [REDACTED] kimlik numaralı doktora öğrencisi Arzu Derya Daşcı'nın "Sistem Düşüncesi Temelli Çevre Eğitiminin Ortaokul Öğrencilerinin Eleştirel Düşünme, Üst Bilişsel Farkındalık ve Problem Çözme Becerilerine Yönelik Algıları Üzerindeki Etkisinin İncelenmesi" isimli akademik çalışmada Cornell Eleştirel Düşünme Testi Düzey X'in, ilgili mesafeli satış sözleşmesini imzaladıktan sonra, tamamının ya da bir kısmının uygulaması ve sonuçlarının kullanmasına dayalı olarak bahsi geçen çalışmada beyan edilmek ya da ilgili kurumlara sunulmak üzere hazırlanmıştır.

Bu izin belgesi Arzu Derya Daşcı'nın 110 adet (yazıyla yüzon) Cornell Eleştirel Düşünme Testi **Düzey X**'in bir (yazıyla bir) kez uygulanmasına ve Palindrom Eğitim ve Araştırma tarafından sunulan veri dosyasının araştırma analizlerinde kullanılmasına **İZİN VERİR**.

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

*Palindrom Bilim Kültür Eğitim Araştırma
Uygulama Danışmanlık ve Ticaret Lim. Şti*

Not: Palindrom Eğitim ve Araştırma akademik çalışmaları ve eğitim araştırmalarını desteklemek amacıyla, bu çalışma için, Cornell Eleştirel Düşünme Testi'nin ücretlendirmesinde özel indirimler uygulamıştır. Verilen iznin kapsamı dışında hareket edilmesi halinde hukuki ve cezai müeyyide uygulanması bakımından gerekli yasal hakların kullanılacağı ihtar olunur.

CORNELL

ELEŞTİREL DÜŞÜNME TESTİ

DÜZEY



Bu testin her hakkı saklıdır. Hangi amaçla olursa olsun, testlerin tamamının veya bir kısmının PALINDROM Bilim Kültür Eğitim Araştırma Uygulama Danışmanlık ve Ticaret Ltd. Şti.'nin yazılı izni olmadan kopya edilmesi, fotoğrafının çekilmesi, herhangi bir yolla çoğaltılması, yayımlanması ya da kullanılması yasaktır. Bu yasağa uymayanlar gerekli cezai sorumluluğu ve testlerin hazırlanmasındaki mali külfeti peşinen kabullenmiş sayılır.

Hatırlatma:

İlk raporun daha inandırıcı olduğunu düşünüyorsanız, cevap kağıdınızda **A** seçeneğini işaretleyiniz.

İkinci raporun daha inandırıcı olduğunu düşünüyorsanız, **B** seçeneğini işaretleyiniz.

Her ikisinin de eşit derecede inandırıcı olduğunu düşünüyorsanız, **C** seçeneğini işaretleyiniz.

30. A) Tamirci, taş binaların etrafında hızlı bir tur atmış ve en yakın kulübeden bir ses geldiğini duymuştur. "Bu kulübede mutlaka biri olmalı." diye rapor veriyor.
B) En yakın kulübede birkaç dakikalığına bulunmuş olan sağlık memuru "Bu kulübede hiç kimse yok." diyor.
C) A ve B eşit derecede inandırıcıdır.

31. A) En yakın kulübe incelendikten sonra, sağlık memuru "Bu kulübeyi, ilk keşif grubu inşa etmiştir." diyor.
B) Aynı zamanda, antropolog da (farklı ırklardan ve kabilelerden insanların yaşamını inceleyen bilim insanı) en yakın taş kulübeyi incelemiştir. Antropolog "Bu kulübeyi, muhtemelen ilk grup inşa etmemiştir." diyor.
C) A ve B eşit derecede inandırıcıdır.

Grupumuzu, dumanın nereden geldiğini görebilmek için en büyük taş kulübenin arkasında bulunan tepeye götürüyorsunuz. Uzakta, dumanlı bir ateşin etrafında toplanmış, yaklaşık 40 tane hareket eden varlık görüyorsunuz.

Kaptanınız, kaybolan kaşiflerden herhangi birini gören ilk kişiye büyük bir ödül vereceğini söylüyor. Eğer oradalarsa her biriniz, onları ilk gören olma onuruna sahip olmak istiyorsunuz. Ancak aynı zamanda dikkatli davranıyoruz, çünkü ateş etrafındaki bu varlıklar tehlikeli olabilir. Gruptakilerin birkaçında arazi dürbünü var. Güneş halen parıldıyor. Arazi dürbünüyle, yanmakta olan ağaç kütükleri bile sayılabiliyor.

32. A) Tamirci, kendi arazi dürbününden bakarak "Onlar bronz tenli, vücutlarının bazı bölgeleri kürklü yaratıklardır." diyor.
B) Antropolog, kendi arazi dürbününden bakarak "Onların vücutlarının bazı bölgeleri kürklü değil. Onlar hayvanların postlarını giyiyorlar." diyor.
C) A ve B eşit derecede inandırıcıdır.

33. A) Tamirci "Sanırım onlardan 40 tane var." diyor.
B) Antropolog "Hayır, sanırım sadece 37 tane var." diyor.
C) A ve B eşit derecede inandırıcıdır.

34. A) Antropolog heyecanlanarak "Orada, solda tek başına olan Kaptan Selma!" diyor.
B) Ardından tamirci "Şu, sağda ayakta duran kişi Çavuş Osman!" diye rapor veriyor.
C) A ve B eşit derecede inandırıcıdır.

EK-2. Çocuklar İçin Üstbilişsel Farkındalık Ölçeği ve Kullanım İzni

Çocuklar için Üst Bilgişsel Farkındalık Ölçeği (ÜBFÖ-Ç) B Formu					
Ad- Soyad :					
Sınıf :					
Sevgili öğrenciler,					
Aşağıda, öğrenirken neler yaptığınızı ortaya çıkarmaya yönelik 18 adet madde bulunmaktadır. Doğru ya da yanlış cevap yoktur. Lütfen maddelerin her birini dikkatle okuyarak size en uygun gelen kutucuğu işaretleyiniz. Araştırmaya katkılarınızdan dolayı teşekkür ederiz.					
	Asla	Nadiren	Bazen	Sık sık	Her zaman
1) Bir şeyi anlayıp anlamadığımı bilirim.					
2) İhtiyacım olduğunda kendi kendime öğrenebilirim.					
3) Daha önce işime yaramış olan çalışma yollarını kullanmaya gayret ederim.					
4) Öğretmenin neyi öğrenmemi istediğini bilirim.					
5) Konu hakkında daha önceden bir şeyler biliyorsam daha iyi öğrenirim.					
6) Şekil ve şema çizmek bir konuyu daha iyi anlamama sağlar.					
7) Çalışmam sona erdiğinde kendime öğrenmek istediğim konuyu öğrenip öğrenemediğimi sorarım.					
8) Bir sorunu çözmek için birçok yol düşünür, aralarından en iyi olanını seçerim.					
9) Çalışmaya başlamadan önce ne öğrenmem gerektiğini düşünürüm.					
10) Yeni bir şey öğrenirken kendi kendime ne kadar öğrenebildiğimi sorarım.					
11) Önemli bilgileri çok dikkatli dinlerim.					
12) İlgi mi çeken konuları daha iyi öğrenirim.					
13) Öğrenirken zayıf yönlerim üstesinden gelmek için bana kolay gelen öğrenme yollarını kullanırım.					
14) Çalıştığım konuya bağlı olarak farklı öğrenme yollarını kullanırım.					
15) Ara sıra durup öğretmenin verdiği görevi zamanında bitirip bitiremeyeceğimi kontrol ederim.					
16) Bazen öğrenme yollarını otomatik olarak kullanırım.					
17) Öğretmenin verdiği bir işi bitirdikten sonra kendime, bu işi yapmanın daha kolay bir yolu olup olmadığını sorarım.					
18) Bir işe başlamadan önce nelerin yapılması gerektiğine karar veririm.					

EK-2. (Devamı)

Re: Çocuklar İçin Ust Bilişsel Farkındalık Ölçeği (UBFO-Ç) İzin

 Bu iletiyi 9.10.2023 Pzt 14:57 tarihinde ilettiniz

SK

Sema Karakelle <[redacted]>

Kime: Siz



UBFO-A.pdf
168 KB



UBFO-B.pdf
173 KB



2 ek (342 KB)  Tümünü OneDrive'a kaydet  Tümünü indir

Merhabalar

Bahsi geçen ölçme aracını kullanabilirsiniz. Tedbiren ölçekleri de gönderiyorum.

Çalışmalarınızda kolaylıklar dileğiyle

ARZU DERYA DAŞCI <[redacted]>, 21 Oca 2022 Cum, 16:08 tarihinde şunu yazdı:

EK-3. Problem Çözme Becerilerine Yönelik Algı Ölçeği ve Kullanım izni

3. PROBLEM ÇÖZME BECERİLERİNE YÖNELİK ALGI ÖLÇEĞİ

Her bir maddeyi dikkatli bir şekilde okuduktan sonra buna ne derece katıldığınızı veya katılmadığınızı cevap kağıdına yazınız.

1. Hiç katılmıyorum 2. Katılmıyorum 3. Kararsızım 4. Katılıyorum 5. Tamamen katılıyorum

		1	2	3	4	5
1	Bir sorunla karşılaştığımda sorunu her yönüyle incelemeye çalışırım.					
2	Bir sorunu anlamakta sıkıntı yaşarsam sorunu ilgili araştırma yaparım.					
3	Sorunları çözmek için çeşitli denemeler yaparım.					
4	İlk denememde sorunu çözmede başarısız olursam sorunu çözmekten vazgeçerim.					
5	Bir sorunu çözdükten sonra elde etmiş olduğum sonuçları dikkatlice değerlendiririm.					
6	Sorunları çözmek yerine sorunlardan kaçınmayı tercih ederim.					
7	Gerektiğinde bir sorunu çözebilmek için farklı çözüm yollarını birlikte kullanırım.					
8	Bir sorunu çözmek için çevremdeki kişilerin fikirlerini alırım.					
9	Karşılaştığım sorunları çözmek için uğraşmam.					
10	Bir sorunu çözüme ulaştırmak için araştırma yaparım.					
11	Sorunlarla karşılaştığımda soruna neden olan şeyi araştırırım.					
12	Bir sorunun çözümünüyle ilgili karar verirken her çözüm yolunun sonuçlarını düşünürüm.					
13	Bir sorunla karşılaştığımda sorunu çözmeyi mümkün olduğu kadar ertelerim.					
14	Sorunları çözmek için gözlem yaparım.					
15	Zor bir sorunla karşılaştığımda onu çözebileceğimden şüphe duyarım.					
16	Sorunları çözmek için önceki bilgilerimi hatırlamaya çalışırım.					
17	Bir sorunu çözmek için benzer sorunların çözümlerinden yararlanırım.					
18	Zor sorunları çözmektense kolay sorunları çözmeyi daha çok isterim.					
19	Bir sorunu çözerken, soruna ilişkin düşündüğüm farklı çözüm yollarını karşılaştırırım.					
20	Bir sorunla karşılaştığımda ilk önce sorunu açıklarım.					
21	Karşılaştığım sorunların zor olması benim o sorunu çözme isteğimi azaltır.					
22	Sorunu çözmeden önce uygulamak istediğim çözüm yolu üzerine düşünürüm.					

EK-3 (Devamı)

Di Didem İnel <[redacted]>
Kime: Siz

 Problem çözme ölçek.docx
22 KB

3.02.2022 Per 11:22

Merhaba Arzu hocam,

Ölçeği çalışmalarınızda kullanmanızdan dolayı mutluluk duyarım. Ölçeğin uygulama için son halini ekte gönderiyorum. Ölçek iki alt boyuttan oluşuyor. Ölçeğin birinci boyutundaki 15 madde (makalede yazılı maddeler) olumlu algı maddeleri; ikinci alt boyutundaki maddeler ise isteklilik ve kararlılığa ilişkin olumsuz algı maddeleri (7 madde makalede yazılı). Ölçeği çalışmalarınızda kullanabilirsiniz. İyi çalışmalar diliyorum.

ARZU DERYA DAŞCI <[redacted]>, 21 Oca 2022 Cum, 15:04 tarihinde şunu yazdı:

Merhaba hocam,

Nasılsınız? Hocam ben doktora tez çalışması kapsamında problem çözme becerilerine yönelik algı ölçeğinizi kullanabilir miyim?

Teşekkür eder, kolaylıklar dilerim

Arzu Derya Daşcı

EK-4. Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu

Yer:	Tarih:	Saat:
Merhaba, ben Arzu DERYA TAŞÇI. Kafkas Üniversitesinde öğretim görevlisiyim. Aynı zamanda Atatürk Üniversitesi Eğitim Programları ve Öğretim Bilim Dalında doktora öğrencisiyim. “Sistem Düşüncesi Temelli Çevre Eğitiminin Ortaokul Öğrencilerinin Eleştirel Düşünme, Üstbilişsel Farkındalık Ve Problem Çözme Becerilerine Yönelik Algıları Üzerindeki Etkisinin İncelenmesi” isimli doktora tez çalışması yürütmekteyim. Bu çalışma dahilinde görüşlerinizi almak istiyorum. Yapılacak görüşmelerimizde kimliğiniz ile ilgili bilgileriniz gizli tutulacaktır. Görüşme süresinin yaklaşık 10 dk olacağını tahmin ediyorum. Eğer izin verirsiniz daha sonra görüşleriniz üzerinde daha etkili çalışabilmem için ses kaydı almak istiyorum. Benimle değerli görüşlerinizi paylaştığınız için teşekkür ederim.		

Görüşme Soruları

1. Sistem düşüncesi yaklaşımı ile hazırlanan etkinlikler ile ilgili duygu ve düşünceleriniz (olumlu/olumsuz) nelerdir?
 - ✓ Bu dersin size neler kazandırdığını (akademik, sosyal, duygusal) düşünüyorsunuz?
 - ✓ Çevre eğitimi dersi süresince kendinizi nasıl hissettiniz?
2. Sistem düşüncesi yaklaşımının diğer derslerinizde işlediğiniz yöntem ve tekniklerden;
 - ✓ Benzer yönleri,
 - ✓ Farklı yönleri,olduğunu düşünüyor musunuz? Bu düşüncenizin nedenini açıklayabilir misiniz?
3. Sistem düşüncesi yaklaşımı ile gerçekleştirilen etkinliklere yönelik;
 - ✓ En çok sevdiğiniz etkinlikler hangileri oldu? Bu etkinlikleri diğerlerinden ayıran sebepler nelerdir?
 - ✓ Keyif almadığınız/ sevmediğiniz etkinlikler var mıydı? Bu etkinlikler hangileriydi? Bu etkinlikleri sevmemenizin sebepleri nelerdir?
4. Sistem düşüncesi yaklaşımının farklı derslerde de uygulanmasını ister misiniz? Evet/ hayır ise nedenini açıklayabilir misiniz?
5. Sistem düşüncesi yaklaşımı etkinliklerinden öğrendiğiniz bilgileri günlük hayatta kullanıyor musunuz? Cevabınız evet ise örnek verebilir misiniz?

EK-5. Öğrenci Günlüğü Soruları

- ✓ Bugün derste neler öğrendim?
- ✓ Bugün derste neler hissettim? Neden?
- ✓ Bugünkü derse yönelik olumlu düşüncelerim ve nedenleri:
- ✓ Bugünkü derse yönelik olumsuz düşüncelerim ve nedenleri:
- ✓ Bugünkü derste öğrendiklerimi günlük hayatta şu şekilde kullanabilirim:



EK-6. Uygulama İzni



T.C.
KARS VALİLİĞİ
İl Millî Eğitim Müdürlüğü

Sayı : E-91782061-605.01-46098432
Konu : Uygulama İzni (Arzu Derya DAŞÇI)

21/03/2022

VALİLİK MAKAMINA
KARS

Atatürk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Eğitim Programları ve Öğretim Bilim Dalı Doktora Öğrencisi Arzu Derya DAŞÇI'nın "Sistem Düşüncesi Temelli Çevre Eğitiminin Ortaokul Öğrencilerinin Eleştirel Düşünme, Üst Bilişsel Farkındalık ve Problem Çözme Becerilerine Yönelik Algıları Üzerindeki Etkisinin İncelenmesi" konulu doktora tez çalışmasını İlimiz merkez ilçedeki ortaokullarda öğrenim gören öğrencilere uygulanması ile ilgili Atatürk Üniversitesi Rektörlüğü Öğrenci İşleri Daire Başkanlığı'nın 11/03/2022 tarih ve 2200083997 sayılı yazılarında belirtilmektedir.

Tez çalışmasında uygulanacak test ve ölçekler Müdürlüğümüzce oluşturulan komisyon tarafından Milli Eğitim Bakanlığı Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü'nün "Araştırma, Uygulama İzinleri" konulu 2020/2 nolu Genelgeleri gereğince incelenmiş olup, çalışmanın 2021-2022 eğitim öğretim yılında, Türkiye Cumhuriyeti Anayasası, Millî Eğitim Temel Kanunu ile Türk Millî Eğitiminin Genel Amaçlarına uygun olarak, ilgili yasal düzenlemelerde belirtilen ilke, esas ve amaçlara aykırılık teşkil etmeyecek, 6698 sayılı Kişisel Verilerin Korunması Hakkındaki Kanun ile yürürlükte olan tüm yasal düzenlemeler gözümünde bulundurularak, eğitim öğretim faaliyetlerini aksatmayacak şekilde, gönüllülük esas olmak koşuluyla, Covid-19 tedbirleri kapsamında, İlimiz merkez ilçedeki ortaokullarda öğrenim gören öğrencilere çevre eğitimi ve test ile ölçeklerin uygulanması, tezin bitiminde sonuç raporunun CD ortamında tez sahibi tarafından Müdürlüğümüz Strateji Geliştirme Şubesine teslim edilmesi müdürlüğümüzce uygun görülmektedir.

Makamlarınızca da uygun görülmesi halinde olurlarınıza arz ederim.

Aydın ACAY
İl Millî Eğitim Müdür V.

OLUR
Tahir YILMAZ
Vali a.
Vali Yardımcısı

Bu belge güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Adres : Cumhuriyet Mahallesi Hükümet Konağı 36100 / KARS

Belge Doğrulama Adresi : <https://www.turkiye.gov.tr/meb-ebys>

Telefon No : 0 (474) 212 82 26

E-Posta : strategigelistirme36@meb.gov.tr

Kep Adresi : meb@hu01.kep.tr

İnternet Adresi : www.meb.gov.tr

Faks : 4742128229

EK-7. Kontrol Grubu Ders Planları

1. HAFTA DERS PLANI		
Dersin Adı:	Çevre Eğitimi	Tarih: 28 Mart – 1 Nisan 2022
Sınıf:	7.Sınıf	
Ünite No-Adı:	4. Ünite: Küresel Çevre Sorunları	
Konu:	Çevre Sorunları	
Ders Saati:	40+40	
Öğrenci Kazanımları	4.1.Ormansızlaşma, küresel ısınma, iklim değişikliği ve biyolojik çeşitliliğin azalmasını temel küresel çevre problemleri olarak tanımlar. 4.2.Ozon tabakasının incilmesi, asit yağmurları, küresel ısınma, ormansızlaşma vb. çevre sorunlarının ortaya çıkış nedenlerini açıklar.	
Kavramlar	Biyoçeşitlilik, asit yağmurları, hava kirliliği, su kirliliği, ısı ve gürültü kirliliği	
Yöntem ve Teknikler:	Anlatım, Soru Cevap, Tartışma	
Araç- Gereçler:	Ders kitabı	
Yapılacak Etkinlikler:	Çevre eğitimi ders kitabındaki “Öğrenelim, çizelim” etkinliği gerçekleştirilerek çevre sorunlarının ortaya çıkış nedenleri üzerine tartışma gerçekleştirilir.	

Özet:

Temel küresel çevre problemleri

Küresel ve yerel düzeyde gelişebilen çevre sorunları küresel düzeyde tüm insanlığı etkilerken, yerel düzeyde sadece o bölgeyi etkilemektedir. Her ülkenin önemli sorunlarından biri haline gelen çevre sorunları küreselleşme ile birlikte uluslararası bir nitelik kazanmıştır. Ormansızlaşma, küresel ısınma, iklim değişikliği ve biyoçeşitliliğin azalması temel küresel çevre problemlerimizdir.



Çevre sorunlarının ortaya çıkış nedenleri

Canlı ve cansız tüm varlıkları içerisinde bulunduran çevre; fiziksel, biyolojik, sosyal, ekonomik ve kültürel ortamlar olarak tanımlanabilirken; deprem, sel vb. olaylar ile birlikte çoğunluğu insan kaynaklı olan sorunlar ile karşı karşıya gelmektedir.

Hızla gelişen ve değişen Dünya’ımızda sanayileşme ve kentleşme sürecinin hızlanması sonucu çevre sorunları giderek artmıştır. Nüfusun hızlı artışı beraberinde; şehirlerin genişlemesi, ormanlık alanların tahribi, sulak alanların ve göllerin kurutulması, orman yangınları ve erozyon gibi çevre sorunlarına neden olmuştur. Üretim ve tüketim artmış, kirlenmeye yol açan atıklar fazlalaşmıştır. Fabrikaların şehir sınırları içerisinde yer alması, su kaynaklarına zararlı ve zehirli maddelerin karışması gibi sorunlara neden olmuştur.

Ölçme ve Değerlendirme:	Küresel çevre sorunlarına örnek verebilir misiniz? Çevre sorunlarının ortaya çıkış nedenleri ile ilgili neler söyleyebilirsiniz?
--------------------------------	--

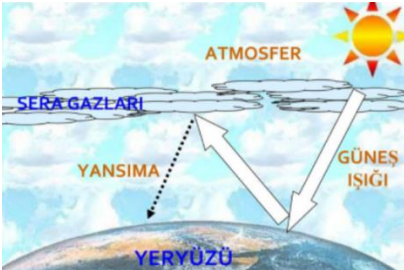
2. HAFTA DERS PLANI		
Dersin Adı:	Çevre Eğitimi	Tarih: 4 - 8 Nisan 2022
Sınıf:	7.Sınıf	
Ünite No-Adı:	4. Ünite: Küresel Çevre Sorunları	
Konu:	Çevre Sorunları	
Önerilen Ders Saati:	40+40	
Öğrenci Kazanımları	4.2.Ozon tabakasının incelmesi, asit yağmurları, küresel ısınma, ormansızlaşma vb. çevre sorunlarının ortaya çıkış nedenlerini açıklar.	
Kavramlar	Biyoçeşitlilik, asit yağmurları, hava kirliliği, su kirliliği, ışık ve gürültü kirliliği	
Yöntem ve Teknikler:	Anlatım, Soru Cevap, Tartışma	
Araç-Gereçler:	Ders kitabı, Akıllı tahta	
Yapılacak Etkinlikler:	Ozon tabakasının incelmesi ve asit yağmurları ile ilgili hazırlanan sunu üzerinden öğrencilere konu ile ilgili tartışma gerçekleştirilir.	
Özet:		
Ozon tabakasının incelmesi Atmosferde bulunan ozon tabakasının incelmesi hava kirliliğinin küresel ölçekteki önemli sonuçlarındandır. Aynı zamanda Dünya'mızı tehdit eden temel çevre sorunlarımızdan biridir. Ozon tabakasında bulunan ozon gazı, Güneş'ten gelen ve canlılar üzerinde zararlı bir etkiye sahip olan ultraviyole ışınlarının Dünya'ya ulaşmasına engel olur. Kullanılan saç spreyleri, deodorantlar, parfümler, araçların egzoz dumanları, bacalardan çıkan gazlar ozon tabakasında incelmeye neden olurlar. Son yıllarda bu nedenlerden dolayı ozon tabakasındaki incelmenin giderek arttığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte incelmeden dolayı Güneş'ten gelen zararlı ışınlar Dünya'mıza daha çok ulaşmaktadır. Ultraviyole ışınlar, bitkilerde büyümeyi azaltan, insanlarda kansere neden olan ve ciddi güneş yanıklarına yol açabilen güneş ışınlarıdır. Ayrıca ozon gazı, bir sera gazı olduğundan bu tabakadaki incelme Dünya iklimlerini de olumsuz yönde etkileyerek iklim değişikliklerine de neden olmaktadır.		



Asit yağmurları

Asit yağmurları Dünya’ımızda genelde bölgesel bir çevre sorunu olsa da küresel bir nitelik taşır. Asit yağmurları, fosil yakıtların yakılması sonucu açığa çıkan gazların kar, yağmur, dolu, çığ gibi doğal olaylar yolu ile yeryüzüne ulaşması sonucu oluşur. Akarsuların, göllerin, toprağın kimyasal yapısını bozarak canlı, cansız tüm çevreye zarar verir. Bu zarardan besin zinciri yolu ile tüm canlılar doğrudan ya da dolaylı olarak etkilenir. Asit yağmurları ciddi güneş yanıklarına yol açabilen güneş ışınlarıdır.

Ölçme ve Değerlendirme:	Ozon tabakasının incilmesi sorununa yönelik üzerimize düşen görevler nelerdir? Asit yağmurlarının insan sağlığına etkileri nelerdir?
--------------------------------	---

3. HAFTA DERS PLANI		
Dersin Adı:	Çevre Eğitimi	Tarih: 18 - 22 Nisan 2022
Sınıf:	7.Sınıf	
Ünite No-Adı:	4. Ünite: Küresel Çevre Sorunları	
Konu:	Çevre Sorunları	
Önerilen Ders Saati:	40+40	
Öğrenci Kazanımları	4.3.Ormansızlaşma iklim değişikliği ve biyolojik çeşitliliğin azalması arasındaki ilişkiyi açıklar. 4.9.Ormansızlaşmanın doğal dengeyi nasıl etkileyeceğini açıklar. 4.10. Çölleşmenin doğal yaşam üzerindeki etkilerini açıklar.	
Kavramlar	Biyçeşitlilik, asit yağmurları, hava kirliliği, su kirliliği, ışık ve gürültü kirliliği	
Yöntem ve Teknikler:	Anlatım, Soru Cevap, Tartışma	
Araç-Gereçler:	Ders kitabı, Akıllı tahta	
Yapılacak Etkinlikler:	Öğrencilerle küresel ısınma ve orman yangınları ile ilgili hazırlanan sunum üzerinden tartışma yaptırılır.	
Özet:		
Küresel ısınma Küresel ısınma Dünya sıcaklığının giderek artması anlamına gelir. Bu ısınmanın temel nedeni sera gazlarıdır. Sera gazlarının özellikle Sanayi Devrimi sonrası artış göstermesi küresel ısınmanın daha çok insan kaynaklı olduğunu göstermektedir. Evlerde kullandığımız kömür, petrol vb. yakıtlardan açığa çıkan gazlar, araçların egzozlarından çıkan gazlar, çevre kirliliği ile birlikte çöp yığınlarının oluşturduğu metan gazı, orman yangınlarında açığa çıkan duman sera gazlarını oluşturur. Sera gazlarının iki katına çıkması ile birlikte dünya sıcaklığının 1.2 °C daha yüksek olacağı tahmin edilmektedir. Bunun sonuçlarının tam olarak ne olacağını kestiremeyiz. Ancak tahmin edilebilen iki gerçek sonucu vardır ki bunlar; iklim değişiklikleri ve buzulların erimesidir.		
 		
Ormansızlaşma Dünya ormanları TÜİK Ocak 2015 yılı verilerine göre 4.3 milyar hektardır. Bu alan iklim değişiklikleri, yangınlar, asit yağmurları, tarım alanlarının oluşturulması, yerleşim yerlerinin yapılanması, maden ocaklarının kurulması, odun ve kereste üretimi vb.		

nedenlerle her geçen yıl azalmaktadır. Türkiye, %26'sı ormanlarla kaplıdır. Buna karşın her yıl 1500-2000 orman yangını gerçekleşmekte yaklaşık 15 bin hektar orman alanı tahrip olmaktadır. Ormanlık alanlarımızın yangınlar, kesimler vb. yollarla tahribatı hava kirliliğinin zamanla artmasına, asit yağmurlarına dolayısıyla canlı ve cansız varlıkların zarar görmesine yol açmaktadır. Yangınların çoğu, piknik ateşi, sigara izmariti vb. bilinçsizlik ve dikkatsizliklerden meydana gelmektedir.

Ölçme ve Değerlendirme:	Ormanların küresel ısınma ve iklim değişikliği üzerindeki etkisi nelerdir? Ormansızlaşmanın önüne geçilebilmesi için alınması gereken tedbirler nelerdir?
--------------------------------	---

4. HAFTA DERS PLANI		
Dersin Adı:	Çevre Eğitimi	Tarih: 25 - 29 Nisan 2022
Sınıf:	7.Sınıf	
Ünite No-Adı:	4. Ünite: Küresel Çevre Sorunları	
Konu:	Çevre Sorunları	
Önerilen Ders Saati:	40+40	
Öğrenci Kazanımları	4.3.Ormansızlaşma, iklim değişikliği ve biyolojik çeşitliliğin azalması arasındaki ilişkiyi açıklar.	
Kavramlar	Biyçeşitlilik, asit yağmurları, hava kirliliği, su kirliliği, ısıık ve gürültü kirliliği	
Yöntem ve Teknikler:	Anlatım, Soru Cevap, Tartışma	
Araç-Gereçler:	Ders kitabı, Akıllı Tahta	
Yapılacak Etkinlikler:	İklim değişikliği ile ilgili kısa animasyon film izletilir. Nesli tükenen hayvanlar ile ilgili kelime oyunu oynatılır.	
Özet:		
İklim değişikliği Küresel ısınma ile birlikte gelen iklim değişikliği sorunu gerek insan sağlığını, gerekçevresel sistemleri, gerekse insan neslinin devamlılığını tehdit etmektedir. İklim değişikliği nedeniyle bölgesel yağış rejimleri değişmektedir. Bu nedenle erozyon, kuraklık, çölleşme ve su baskınları artmaktadır. Dünyamız iklim değişikliği nedeniyle bir nevi hastalanmaktadır. Değişen toprak yapısı toprağın verimliliğini azaltmakta gıda verimliliğini düşürmektedir.		
Biyolojik çeşitliliğin azalması Biyolojik çeşitlilik ya da biyçeşitlilik bir yerde bulunan tüm bitki, hayvan ve mikroorganizma türlerini kapsayan canlı türleri arasındaki farklılaşmalardır. Her bir coğrafi bölge sahip olduğu iklim çeşidi, toprak yapısı ve o alanda yetişen tüm canlıların birbirleriyle olan ilişkileri yönünden bir diğer coğrafi bölgeden farklılık gösterir ve kendi çevresel biyçeşitliliğini oluşturur.		
Ölçme ve Değerlendirme:	İklim değişikliği ve biyolojik çeşitliliğin azalması arasındaki ilişki ile ilgili neler söyleyebilirsiniz?	

5. HAFTA DERS PLANI		
Dersin Adı:	Çevre Eğitimi	Tarih: 9 - 13 Mayıs 2022
Sınıf:	7.Sınıf	
Ünite No-Adı:	4. Ünite: Küresel Çevre Sorunları	
Konu:	Çevre Sorunları	
Önerilen Ders Saati:	40+40	
Öğrenci Kazanımları	4.4. Hava, su, toprak, gürültü ve ışık kirliliğinin yerel ve küresel ölçekte ortaya çıkardığı sorunları irdeler.	
Kavramlar	Biyoçeşitlilik, asit yağmurları, hava kirliliği, su kirliliği, ışık ve gürültü kirliliği	
Yöntem ve Teknikler:	Anlatım, Soru Cevap, Tartışma	
Araç-Gereçler:	Ders kitabı	
Yapılacak Etkinlikler:	Öğrencilere hazırlanan balık kılçığı şablonu dağıtılır ve çevre kirliliğinin nedenleri ile olası çözüm önerileri ile ilgili şablonu doldurmaları istenir.	
Özet:		
Çevre Kirliliği Doğal çevre bileşenlerinden toprağa, havaya ve suya etki ederek oluşan, canlıların yaşamlarını olumsuz yönde etkileyen, cansızlar üzerinde yapı bozucu zararlar veren kirletici maddelerin yüksek oranda birikmesi olayına çevre kirliliği denilmektedir. Çevre kirliliği karşımıza hava, su, toprak, gürültü ve ışık kirliliği olarak çıkmaktadır. Hava kirliliği, su kirliliği, toprak kirliliği, gürültü ve ışık kirlilikleri birbirlerinden doğrudan ya da dolaylı olarak etkilenirler. Toprak kirliliği hava ve su kirliliğini, su kirliliği hava ve toprak kirliliğini beraberinde getirir. Aynı şekilde gürültü ve ışık kirliliği de canlıların yaşamlarını olumsuz yönde etkiler.		
Ölçme ve Değerlendirme:	Hava, su, toprak, gürültü ve ışık kirliliğinin yerel ve küresel ölçekte ortaya çıkardığı sorunlar nelerdir?	

6. HAFTA DERS PLANI		
Dersin Adı:	Çevre Eğitimi	Tarih: 16-20 Mayıs 2022
Sınıf:	7.Sınıf	
Ünite No-Adı:	4. Ünite: Küresel Çevre Sorunları	
Konu:	Çevre Sorunları	
Önerilen Ders Saati:	40+40	
Öğrenci Kazanımları	4.5. Hava, su, toprak, gürültü ve ışık kirliliğinin önlenmesinde kendisine düşen sorumlulukları yerine getirir. 4.6. Su kaynaklarının azalmasının veya kirletilmesinin canlılar üzerindeki etkilerini açıklar.	
Kavramlar	Biyçeşitlilik, asit yağmurları, hava kirliliği, su kirliliği, ışık ve gürültü kirliliği	
Yöntem ve Teknikler:	Anlatım, Soru Cevap, Tartışma	
Araç-Gereçler:	Ders kitabı	

Yapılacak Etkinlikler:

Çevre eğitimi kitabındaki “Hikaye yazıyorum” etkinliği gerçekleştirilir.

Etkinlik. 4.4. Hikâye yazıyorum



Yandaki görselden yola çıkarak kısa bir hikâye yazalım. Arkadaşlarımızla paylaşalım.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Resim:4-12

Özet:

Hava kirliliği, havada bulunan katı, sıvı ya da gaz şeklindeki yabancı maddelerin canlılığa ve çevresel sistem dengesine zarar verecek miktarda atmosferde bulunmasıdır. Orman yangınları, egzoz gazları, volkanik patlamalar, evlerin ısıtılmasında kullanılan yakıtlar, sanayi tesisleri hava kirliliğine neden olan faktörlerdir. Hava kirliliği insan sağlığını olumsuz etkileyerek astım, romatizma, akciğer kanseri, nefes darlığı, bronşit gibi hastalıklara yol açmaktadır.

Evsel atıklar, endüstriyel atıklar, kanalizasyon toplama şebekesi ve arıtma tesislerinin bulunmaması, tarımsal çalışmalarda arazilere uygulanan kimyasal gübreler vb. sebeplerden dolayı kirlilik olabilmektedir. Bu durum suda yaşayan canlıların ölmesine, su biyçeşitliliğinin

azalmasına, doğal dengenin bozulmasına, içme sularının kirlenmesine yol açmaktadır. Ayrıca tifo, dizanteri, hepatit gibi hastalıkların ortaya çıkması ve yayılması, estetik yönden bozulma ve turizmin etkilenmesi su kirliliğinden kaynaklanan diğer sonuçlardır.

Ölçme ve Değerlendirme:	Hava kirliliğini önlemek için neler yapılmalıdır? Su kirliliğini önlemek için neler yapılmalıdır?
--------------------------------	--



7. HAFTA DERS PLANI		
Dersin Adı:	Çevre Eğitimi	Tarih: 23 – 27 Mayıs 2022
Sınıf:	7.Sınıf	
Ünite No-Adı:	4. Ünite: Küresel Çevre Sorunları	
Konu:	Çevre Kirliliği	
Önerilen Ders Saati:	40+40	
Öğrenci Kazanımları	4.4.Hava, su, toprak, gürültü ve ışık kirliliğinin yerel ve küresel ölçekte ortaya çıkardığı sorunları irdeler. 4.5.Hava, su, toprak, gürültü ve ışık kirliliğinin önlenmesinde kendisine düşen sorumlulukları yerine getirir.	
Kavramlar	Biyçeşitlilik, asit yağmurları, hava kirliliği, su kirliliği, ışık ve gürültü kirliliği	
Yöntem ve Teknikler:	Anlatım, Soru Cevap, Tartışma	
Araç-Gereçler:	Ders kitabı	

Yapılacak Etkinlikler:

Çevre kitabında yer alan “Kirli toprakta bitki yetiştirme” etkinliği yapılır.

Etkinlik. 4.5. Kirli toprakta bitki yetiştirme

Neler gerekiyor?

- 2 adet saksı
- 2 adet kuru soğan
- 6-7 adet kullanılmış pil
- Toprak

Nasıl bir yol izleyelim?

- Birinci saksımıza soğanımızı yerleştirelim ve üzerini toprakla kapatalım.
- İkinci saksımızın tabanına pillerimizin bir kısmını yerleştirelim, soğanımızı koyalım ve üzerini toprakla kapatalım.
- İkinci saksımıza toprak eklerken yer yer pillerimizi yerleştirmeye devam edelim.
- Her iki saksıya soğanlarımızı ektikten sonra üzerlerine bir miktar su dökelim. Sulama işlemine haftada iki kez olacak şekilde devam edelim.
- Saksılarımızı oda sıcaklığına koyarak filizlenmelerini bekleyelim.
- Gözlemlerimizi aşağıdaki tabloya kaydedelim.
- Gözlem sonuçlarımızı arkadaşlarımızla paylaşalım.



Etkinlik sırasında eldiven kullanmayı unutmayalım.

	1. Saksı	2. Saksı
1. Hafta		
2. Hafta		
3. Hafta		
4. Hafta		

Tablo: 4-3

Özet:

Toprak kirliliği

Toprak kirliliği toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin bozulmasıdır. Tarım ilaçları, sanayi atıkları, kimyasal gübreler, radyoaktif atıklar, asit yağmurları, çöplerin toprak üzerinde birikmesi, ormanların azalması ile oluşan toprak erozyonu toprak kirliliğine neden olur. Bitkiler yaşamlarını devam ettirebilmek için edindikleri besini ve suyu topraktan alırlar. Aldıkları bu besin de besin zinciri yoluyla insanlara geçer. Toprak kirliliğinde bu aktarım canlıların yaşamsal fonksiyonlarını tehlikeye sokacaktır. Toprak kirlenmesinin diğer sonuçları doğal bitki örtüsünün tahribi, erozyon şiddetinin artması, çölleşme, tarımsal verimin azalması olarak sıralanabilir.

Ölçme ve Değerlendirme:	Toprak kirliliğini önlemek için neler yapılmalıdır?
--------------------------------	---

8. HAFTA DERS PLANI		
Dersin Adı:	Çevre Eğitimi	Tarih: 30 – 3 Haziran 2022
Sınıf:	7.Sınıf	
Ünite No-Adı:	4. Ünite: Küresel Çevre Sorunları	
Konu:	Çevre Kirliliği	
Önerilen Ders Saati:	40+40	
Öğrenci Kazanımları	4.7.İklim değişikliğinin dünyadaki yaşamı nasıl etkileyeceği hakkında kestirimler yapar. 4.8.Biyolojik çeşitliliğin azalmasının doğal dengeyi nasıl etkileyeceğini açıklar. 4.11.Ozon tabakasının incelmesinin (delinmesinin) canlıların sağlığı üzerindeki etkilerini değerlendirir.	
Kavramlar	Biyçeşitlilik, asit yağmurları, hava kirliliği, su kirliliği, ıstık ve gürültü kirliliği	
Yöntem ve Teknikler:	Anlatım, Soru Cevap, Tartışma	
Araç-Gereçler:	Ders kitabı	
Yapılacak Etkinlikler: Çevre eğitimi kitabındaki “Hayalimdeki çevre” etkinliği gerçekleştirilir. Etkinlik 4.6. Hayalimdeki çevre  M. Ders TAŞEZEN 6/11 Resim: 4-21 Yandaki görseli dikkatle inceleyelim. Aşağıdaki soruları cevaplayalım. - Sizce çocuk neden üzülmemektedir? Arkadaşlarımızla paylaşarak nedenlerini yazalım. -Çocuk nasıl bir çevre hayal etmektedir? Bunun nedeni ne olabilir? - Çocuğun hayalindeki çevreye ulaşabilmesi için üzerine düşen sorumluluklar nelerdir? Arkadaşlarımızla paylaşarak, yazalım. -Bu resme dayanarak bir çevre sloganı hazırlamanız istenseydi, nasıl bir slogan hazırlardınız? Arkadaşlarımızla paylaşarak, aşağıya yazalım. 		
Ölçme ve Değerlendirme:	Su kaynaklarının azalmasının veya kirlenmesinin, iklim değişikliğinin, biyolojik çeşitliliğin azalmasının, ormansızlaşmanın ve çölleşmenin, ozon tabakasının incelmesinin canlılar üzerindeki etkileri nelerdir?	

EK-8. Deney Grubu Etkinlik Planları

1.HAFTA DERS PLANI		
Dersin Adı:	Çevre Eğitimi	Tarih: 28 Mart -1 Nisan 2022
Sınıf:	7.Sınıf	
Ünite No-Adı:	4. Ünite: Küresel Çevre Sorunları	
Konu:	Çevre Sorunları	
Önerilen Ders Saati:	40+40	
Öğrenci Kazanımları	4.1.Ormansızlaşma, küresel ısınma, iklim değişikliği ve biyolojik çeşitliliğin azalmasını temel küresel çevre problemleri olarak tanımlar. 4.2.Ozon tabakasının incelmesi, asit yağmurları, küresel ısınma, ormansızlaşma vb. çevre sorunlarının ortaya çıkış nedenlerini açıklar.	
Kavramlar	Biyçeşitlilik, asit yağmurları, hava kirliliği, su kirliliği, ışık ve gürültü kirliliği	
Yöntem ve Teknikler:	Örümcek Ağı Etkinliği	
Araç-Gereçler:	Yumak, kartlar, kalem, makas	
Yapılacak Etkinlikler:	Sınıf ortamında halka oluşturulur. Her bir öğrenci canlı ya da cansız varlıklardan biri olmayı seçer. Seçilen varlığın adı yaka kartına yazılır (Güneş, yağmur, kar, nehir, deniz, su, insanlar, hayvanlar, sebzeler-meyveler, ağaç ve yağmur bulutları gibi). Örümcek Ağı etkinliği için öğretmen yumağı eline alır. “Ben güneşim, benim sayemde ağaçlar büyür” der ve yumağın diğer ucunu boynunda ağaç kartı olan öğrencisine atar. İpi alan öğrenci diğer bileşenlerden birisi ile ilişki kurarak elindeki yumağın ucunu başka bir arkadaşına atar. Bu şekilde bileşenler arasında ilişki kurularak yumak tüm öğrenciler arasında dolaşır. Yumak çocuklar arasında gezerken her iki bileşen arasındaki ilişki üzerinde konuşulur (Örneğin, güneş suyu buharlaştırır ve yağmur bulutları oluşur gibi..) Oyun sonunda halkanın orta alanında bir örümcek ağı meydana gelir. Böylece çevrenin canlı ve cansız varlıklardan oluşan birden fazla bileşeni olan bağlantılı bir sistem olduğu vurgulanır. Sonra öğrencilerden birinin elindeki ip kesilir ve öğrencilere “ip kesildiğinde neler oldu” sorusu yöneltilir. Ardından canlı ve cansız varlıkların küresel çevre problemlerinden nasıl etkinliği ile ilgili tartışma yapılır. Buradan yola çıkılarak sistem kavramı, sistemi oluşturan öğeler ve ilişkiler ile ilgili öğrenciler ile sohbet edilir.	
Ölçme ve Değerlendirme:	Küresel çevre problemlerinin canlı ve cansız varlıklar üzerindeki etkisi nasıldır?	

2. HAFTA DERS PLANI		
Dersin Adı:	Çevre Eğitimi	Tarih: 4 - 8 Nisan 2022
Sınıf:	7.Sınıf	
Ünite No-Adı:	4. Ünite: Küresel Çevre Sorunları	
Konu:	Çevre Sorunları	
Önerilen Ders Saati:	40+40	
Öğrenci Kazanımları	4.3.Ormansızlaşma, iklim değişikliği ve biyolojik çeşitliliğin azalması arasındaki ilişkiyi açıklar. 4.8.Biyolojik çeşitliliğin azalmasının doğal dengeyi nasıl etkileyeceğini açıklar.	
Kavramlar	Biyoçeşitlilik, asit yağmurları, hava kirliliği, su kirliliği, ışık ve gürültü kirliliği	
Yöntem ve Teknikler:	Eğitsel oyun (Mamut Oyunu)	
Araç-Gereçler:	Kalem, katılımcı notları, zar (öğrenci sayısı kadar)	
Yapılacak Etkinlikler:		
✓ Mamut oyununa 20 zar ile başlanır. Öğrencilere her zarın bir mamutu temsil ettiği belirtilir, yani 20 mamuttan oluşan bir sürüye sahip olduğumuz vurgulanır. ✓ Ardından mamut popülasyonunun zaman boyunca davranış grafiği hazırlanır. Her zar atışı zamanın geçmesi olarak ifade edilir. Ayrıca her zar, temsil ettiği mamutun kaderini belirlediği vurgulanır. ✓ Zarların tamamı bir kutuya atılır, gelen zar mamutun kaderini belirler. ✓ Zar atıldığında eğer 1 gelirse , “Bir yavru doğacak” anlamına gelir ve öğretmen dışarıdan bir zar yani bir mamut ekler. 2 gelirse “Mamut avcı hayvan tarafından avlanacak” yani ölecek, öğrenciler zarı öğretmene verir. 3 gelirse “Mamut açlıktan ölecek” yani zar yine öğretmene verilir. 4 gelirse “Mamut bir yıl daha yaşayacak” yani sürüde kalacak anlamına gelir. 5 gelirse “Mamut bir yıl daha yaşayacak” yani sürüde kalacak, 6 gelirse eğer “Mamut bir yıl yaşayacak” yani sürüde kalacak.” şeklinde ifade edilir. ✓ Oyun bu şekilde 20 tur oynanır. Her zar atışından sonra mamut popülasyonunun son durumunu belirlemek için sürü kaydı tutulur. Oyun tamamlandıktan sonra tablolarındaki değerler grafiğe işlenir. Zarların nasıl geldiğine bağlı olarak yandaki gibi bir grafik ortaya çıkacaktır. Önemli olan grafiğin biçimidir. ✓ Ardından öğrencilere grafik ile ilgili şu sorular sorulur: ✓ Grafik sizin için ne ifade etmektedir, ne anlatmaktadır? ✓ Sizce mamut sürüsü neden yok oldu?		

- ✓ Mamut sürüsünde her yıl doğum olmasına rağmen, sürüdeki mamut sayısı neden azalmış olabilir?
- ✓ Eğer sürüdeki mamut sayısı 20 değil de, 100 olsaydı sizce grafik değişir miydi?

Oyun-2

- ✓ Bu oyunda, kurallarda ufak bir değişiklik olduğu, insanların ortaya çıktığı ve mamut avlamaya başladıkları söylenir. Bir fark ile yeni oyunun kuralları şu şekilde ifade edilir;
- ✓ Zar atıldığında eğer 1 gelirse “Bir yavru doğacak”... 2 gelirse “Mamut avcı hayvan tarafından avlanacak”... 3 gelirse “Mamut açlıktan ölecek” ... 4 gelirse “Mamut avcı insan tarafından avlanacak” burada kural değişik...5 gelirse “Mamut bir yıl daha yaşayacak” ... 6 gelirse “Mamut bir yıl yaşayacak” ...
- ✓ Aynı şekilde oyun 20 tur oynanır. Oyun tamamlandıktan sonra yine sürünün kaydının tutulduğu tablolardaki değerler aynı grafiğe işlenir. Her atışta zarların durumuna göre bağlı olarak bir grafik ortaya çıkacaktır.

Ölçme ve Değerlendirme:

- ✓ Çizilen grafikler bize ne ifade ediyor?
- ✓ İkinci oyun ile birinci oyunu karşılaştırdığımızda mamut popülasyonundaki değişim ile ilgili ne söyleyebiliriz?
- ✓ Her iki oyununun grafiğinin benzerlik ve farklılıkları ile ilgili neler söyleyebilirsiniz?
- ✓ Biyolojik çeşitliliğin azalması ya da türlerin yok olmasında insan faaliyetlerini nasıl değerlendiriyorsunuz?

3. HAFTA DERS PLANI		
Dersin Adı:	Çevre Eğitimi	Tarih: 18 - 22 Nisan 2022
Sınıf:	7.Sınıf	
Ünite No-Adı:	4. Ünite: Küresel Çevre Sorunları	
Konu:	Çevre Sorunları	
Önerilen Ders Saati:	40+40	
Öğrenci Kazanımları	4.2.Ozon tabakasının incelenmesi, asit yağmurları, küresel ısınma, ormansızlaşma vb. çevre sorunlarının ortaya çıkış nedenlerini açıklar.	
Kavramlar	Biyçeşitlilik, asit yağmurları, hava kirliliği, su kirliliği, ışık ve gürültü kirliliği	
Yöntem ve Teknikler:	Eğitsel oyun (İçeriye Dışarıya Oyunu), stok-akış diyagramı çizimi	
Araç-Gereçler:	Tebeşir, Akıllı Tahta, Çalışma Yaprakları	
Yapılacak Etkinlikler:		
✓ Öğrencilere hem zaman boyunca değişim anlayışını pekiştirmek hem de stok-akış kavramlarının tanıtılması için “İçeriye ve Dışarıya oyunu” oynatılır. Bu oyun sayesinde öğrenciler aynı zamanda stok, giriş akışı ve çıkış akışı kavramlarını da somut bir şekilde görmelerine fayda sağlamaktadır. ✓ İçeri dışarı oyununda her turda oyuncuların bazıları tanımlı bir bölgeye girip çıktıkça, bölge içindeki öğrenci sayısı zaman boyunca değişir. Öğrenciler her turun sonunda, bölge içindeki oyuncuları sayarlar ve sınıf grafiğine kaydederler. İlk oyunda kural, 2 öğrenci “içeri”, 1 öğrenci “dışarı”dır. İkinci oyunda; öğrenciler farklı kurallarla oynarlar, tahminde bulunur ve sonuçları karşılaştırırlar. Bölgedeki öğrenci sayısının zaman boyunca içeriye ve dışarıya akan öğrenci sayısına bağlı olduğunu deneyimleyerek öğrenirler. Oda icinde oyuncuların ayakta durabilecekleri ve sayılabilecekleri bir bolge belirlenir. Bolgenin adı “stok”. Stok alanını, bir tebeşir yarsımı ile yerde tanımlanır ve yine tebeşir yardımı ile oyuncuların “akacakları” yollar oluşturulur. Öğrencilere bir oyun oynayacaklarını ve stok bölgesindeki oyuncu sayısının hesabını tutacakları anlatılır. Oyun boyunca, öğrenciler giriş ve çıkış için tanımlanmış yollardan sıra ile girip çıkarlar ve skorları tabloda belirlenen bölgelere yazarlar. Ardından elde ettikleri verilerden yola çıkarak bir grafik çizmeleri istenir. Grafikle ilgili aşağıdaki sorulara yanıt aranır; ✓ Grafik sizin için ne anlam ifade ediyor, grafiği çizilen değişkenler nelerdir? ✓ Grafiğin eğilimini veya gidiş yolunu nasıl tanımlarsınız?		

✓ Grafikteki bu davranışın nedenleri neler olabilir? ✓ Grafikteki davranış ile ilgili bir plan yapmamız gerekir ise, nelerin değişmesi veya değiştirilmesi gerekir? Son olarak hazırlanan çalışma yaprakları yardımı ile öğrencilerin stok akış diyagramı kavramı pekiştirilmeye çalışılır.	
Ölçme ve Değerlendirme:	Küresel çevre sorunlarının ortaya çıkışında dünyadaki stokların miktarının nasıl değiştiği üzerine tartışma yapılır.



4. HAFTA DERS PLANI

Dersin Adı:	Çevre Eğitimi	Tarih: 25 - 29 Nisan 2022
Sınıf:	7.Sınıf	
Ünite No-Adı:	4. Ünite: Küresel Çevre Sorunları	
Konu:	Çevre Sorunları	
Önerilen Ders Saati:	40+40	
Öğrenci Kazanımları	4.2. Ozon tabakasının incelenmesi, asit yağmurları, küresel ısınma, ormansızlaşma vb. çevre sorunlarının ortaya çıkış nedenlerini açıklar.	
Kavramlar	Biyçeşitlilik, asit yağmurları, hava kirliliği, su kirliliği, ışık ve gürültü kirliliği	
Yöntem ve Teknikler:	Zaman boyunca davranış grafiği, stok akış diyagramları, nedensel döngü diyagramı	
Araç – Gereçler:	Akıllı tahta, Çalışma yaprakları	
Yapılacak Etkinlikler:		
Kuzey Kutbunun Erimesi (1980 - 2017) ile ilgili videoda kuzey kutbundaki buz alanının zaman boyunca değişimini gözlemlenir. Dünyanın beyazlığı kavramı, ozon tabakasının küresel ısınmadaki etkisi vurgulanır.		
Kuzey Kutbu, 14 Eylül 1984  Kuzey Kutbu, 13 Eylül 2012  NASA Earth Observatory, J. A. (2012, September 27). Visualizing the 2012 Sea Ice Minimum. Retrieved January 6, 2018, from https://earthobservatory.nasa.gov/images/79256/visualizing-the-2012-sea-ice-minimum		
Ardından Atmosferdeki karbondioksit miktarının zamanla nasıl değişim gösterdiği üzerine grafiğe bakarak tartışma başlatılır. Öğrencilerden küresel ısınma sorunundaki temel değişkeni ve bu değişkeni etkileyen faktörleri stok-akış diyagramı ile ifade etmeleri istenir. Son olarak “Dünyanın sıcaklığı”, “buzul miktarı”, “dünyanın beyazlığı” ve “buzulların erimesi” kavramları arasındaki ilişkiyi göstermek için öğrenciler ile birlikte nedensel döngü diyagramı çizilir ve yorumlanır.		

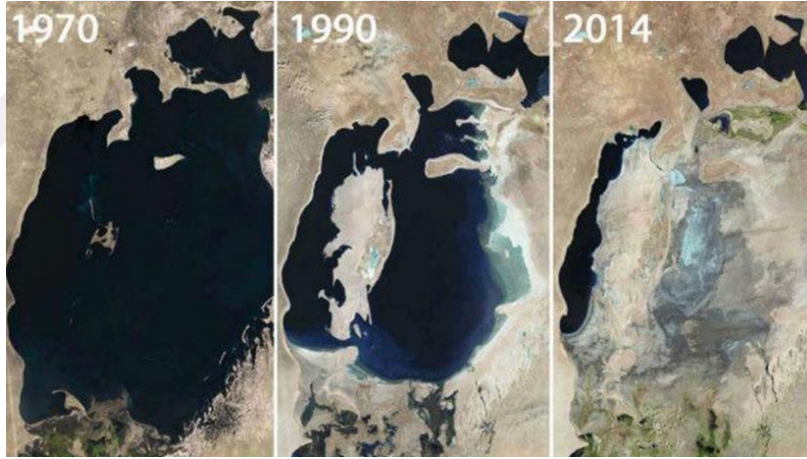
Ölçme ve Değerlendirme:	Atmosferdeki karbondioksit miktarı hangi değişkenlerden etkilenmektedir? Küresel ısınma ile buzulların erimesi arasındaki ilişkili ile ilgili neler söylemek istersin? Atmosferdeki karbondioksit miktarının kontrol altına alınabilmesi için çözüm önerilerin nelerdir?
------------------------------------	---



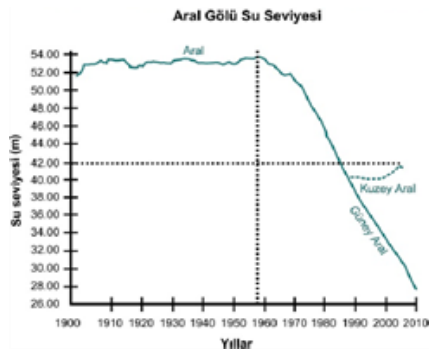
5. HAFTA DERS PLANI		
Dersin Adı:	Çevre Eğitimi	Tarih: 9 - 13 Mayıs 2022
Sınıf:	7.Sınıf	
Ünite No-Adı:	4. Ünite: Küresel Çevre Sorunları	
Konu:	Çevre Kirliliği	
Önerilen Ders Saati:	40+40	
Öğrenci Kazanımları	4.6. Su kaynaklarının azalmasının veya kirlenmesinin canlılar üzerindeki etkilerini açıklar.	
Kavramlar	Biyçeşitlilik, asit yağmurları, hava kirliliği, su kirliliği, ısı ve gürültü kirliliği	
Yöntem ve Teknikler:	Zaman boyunca davranış grafiği, stok akış diyagramı	
Araç – Gereçler:	Akıllı tahta, çalışma yaprakları	

Yapılacak Etkinlikler:

- ✓ Öğrencilere Google Earth Engine üzerinden Aral gölünün 1984- 2018 yılları arasında uzaydan çekilmiş görüntüleri gösterilir. Bu değişime neden olan faktörlerin neler olabileceği üzerine düşünceleri sağlanır.

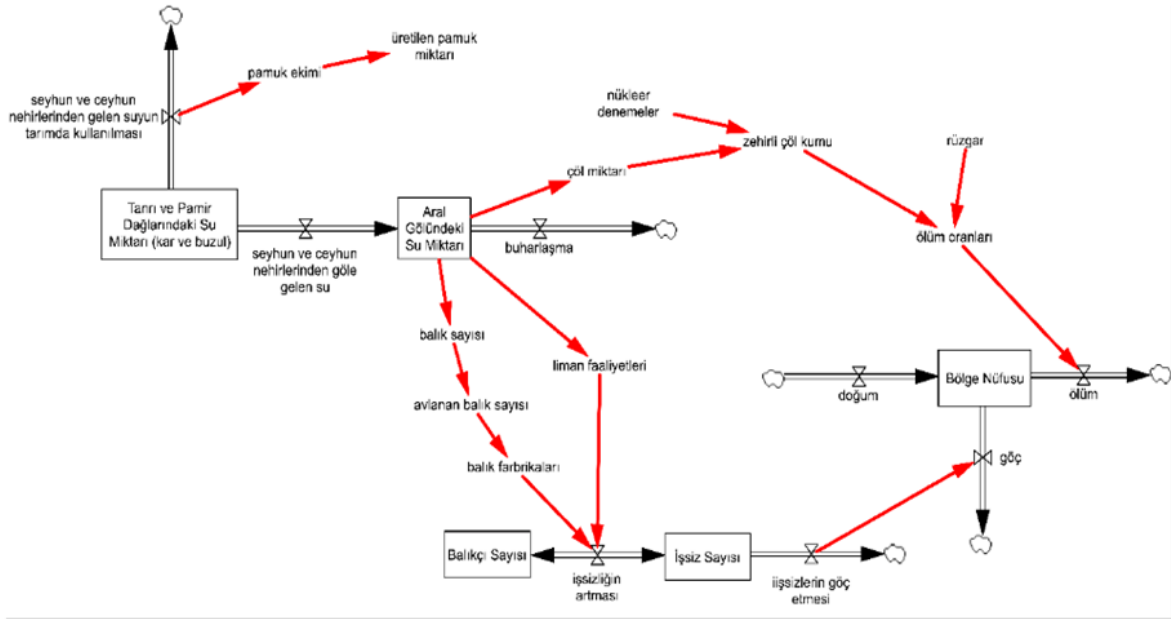


- ✓ Ardından öğrencilerden Tablo-1' deki verilerden yararlanarak Aral gölündeki su seviyesinin yıllara göre değişimini gösteren zaman boyunca davranış grafiği oluşturmaları istenir.



- ✓ Öğrencilere grafikte özellikle 1960 yılından sonra gölde meydana gelen su seviyesi değişiminin nedenleri üzerine sorular yöneltilir. Öğrencilerden gelen yanıtlar da değerlendirilerek, Aral gölü su seviyesindeki değişiminin nedenleri üzerine öğrenciler ile sohbet edilir.
- ✓ Sonraki aşamada öğrencilerden Aral gölündeki su miktarını bir stok olarak düşündüklerinde bu stoğun miktarını nelerin değiştirdiği ve stoğun akışlarının neler olduğu sorularak, stok- akış şeması çizmeleri istenir.

Şekil 1. Aral gölündeki su miktarının değişimini gösteren stok-akış diyagramı örneği



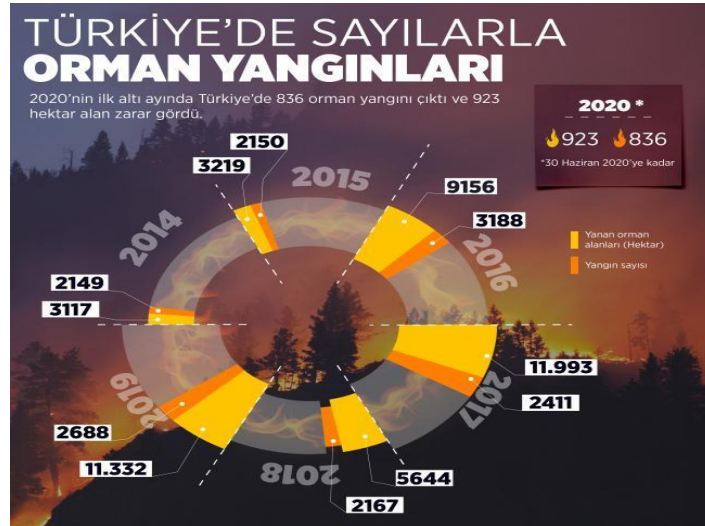
- ✓ Öğrencilerden göldeki su miktarını etkileyen temel değişkenleri listelemeleri, ardından öğrencilerin bu temel değişkenleri içeren birer nedensel döngü diyagramları hazırlamaları istenir. Nedensel döngü diyagramları birleştirilerek ortak bir nedensel döngü diyagramı oluşturulur.

Ölçme ve Değerlendirme:	İnsan faaliyetlerinin doğal denge üzerindeki etkileri ile ilgili neler söyleyebilirsiniz? Doğal kaynakların insanlar tarafından sürdürülebilir biçimde kullanılabilmesi için neler önerirsiniz?
---------------------------------------	---

6. HAFTA DERS PLANI		
Dersin Adı:	Çevre Eğitimi	Tarih: 16-20 Mayıs 2022
Sınıf:	7.Sınıf	
Ünite No-Adı:	4. Ünite: Küresel Çevre Sorunları	
Konu:	Çevre Sorunları	
Önerilen Ders Saati:	40+40	
Öğrenci Kazanımları	4.9.Ormansızlaşmanın doğal dengeyi nasıl etkileyeceğini açıklar. 4.10.Çölleşmenin doğal yaşam üzerindeki etkilerini açıklar.	
Kavramlar	Biyçeşitlilik, asit yağmurları, hava kirliliği, su kirliliği, ışık ve gürültü kirliliği	
Yöntem ve Teknikler:	Zaman boyunca davranış grafiği, stok akış diyagramı	
Araç-Gereçler:	Akıllı tahta, çalışma yaprakları	

Yapılacak Etkinlikler:

- ✓ Öğrenciler ile [Küresel Orman İzleme Örgütü verilerinden](#) yola çıkılarak 2001 ve 2019 yılları arasında Türkiye'de ne kadar ormanlık alanının kaybolduğu incelenir. Ardından öğrencilere son altı yılda Türkiye'de çıkan orman yangını sayısı ve bu yangınlardan dolayı zarar gören hektar sayıları ile ilgili afiş paylaşılır.



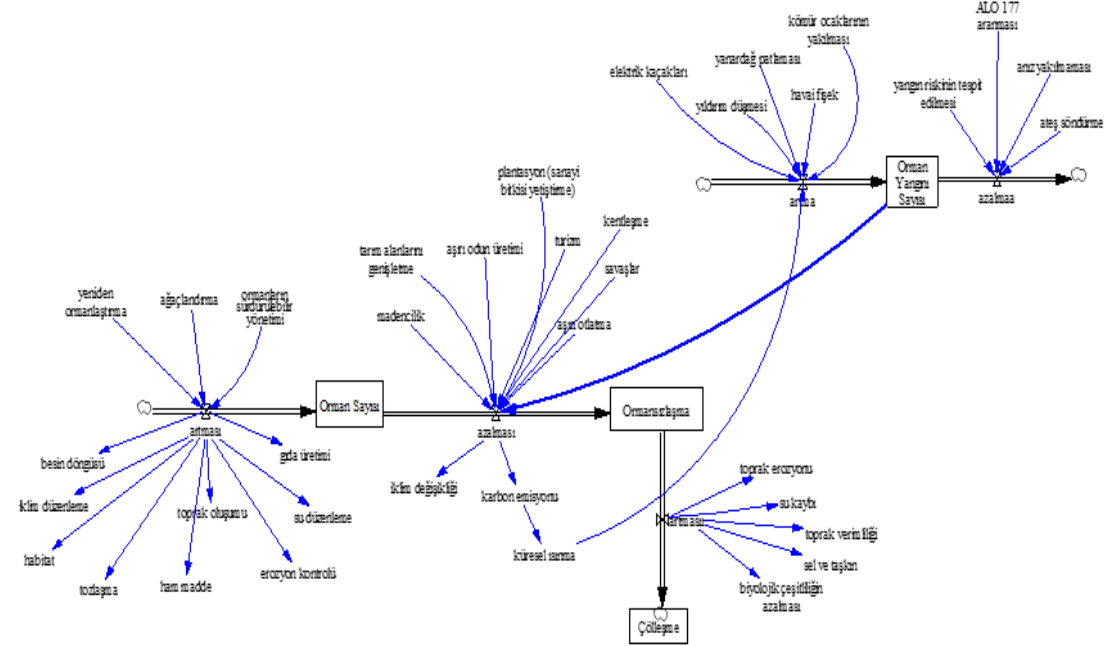
Kaynak:<https://www.trthaber.com/haber/infografik/orman-yanginlarinda-her-yil-binlerce-hektar-alan-kul-oluyor-498052.html>

- ✓ Öğrencilerden afişteki sayılardan yararlanarak son 6 yıl içerisinde meydana gelen orman yangını sayısı ve zarar gören hektar sayısı ile ilgili zaman boyunca davranış grafiği çizimleri istenir. Öğrencilerin grafiğe bakarak orman yangınlarının olası

sebebi ve sonuçları ile ilgili yorum yapmaları sağlanır. Öğrencilerden oluşturdukları zaman boyunca davranış grafiğine bakarak;

- ✓ Ormanlık alan değişimlere sebep olan faktörleri,
- ✓ Ormansızlaşma iklim değişikliği, biyolojik çeşitliliğin azalması arasındaki ilişkiyi yorumlamaları sağlanır.
- ✓ Bir sonraki aşamada ormanlık alan miktarının artması veya azalmasına sebep olan değişkenleri listelemeleri istenir.
- ✓ Ormanlık alanların yok olmasındaki en önemli sebepler arasında orman yangınları geldiği vurgulanarak öğrenciler ile [“Kıvılcımdan Yok Oluşa: Orman Yangınları”](#) isimli Bilim Genç dergisindeki makale paylaşılır.
- ✓ Ardından öğrencilerden Türkiye'deki orman sayısını bir stok olarak düşündüğümüzde bu stoğun akışlarını ve akışları etkileyen etkenleri belirlemeleri istenir.

Şekil-1. Türkiye'deki orman sayısının değişimini gösteren stok-akış diyagramı örneği



Son olarak öğrencilerin stok akış diyagramlarındaki akışlardan yararlanarak nedensel döngü diyagramları oluşturmaları ve yorumlamaları sağlanır.

Ölçme ve Değerlendirme:

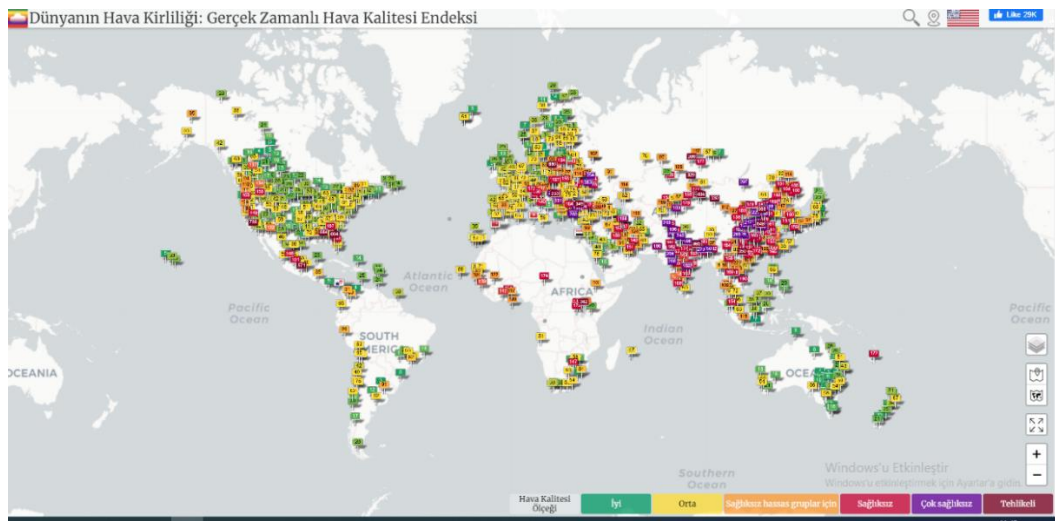
Orman yangınlarına yönelik alınabilecek tedbirler ile ilgili önerileriniz nelerdir?

Ormansızlaşmayı küresel bir problem olarak ele alırsak, bu problemin gelecek kuşaklara etkisi ile ilgili neler söyleyebilirsiniz?

7. HAFTA DERS PLANI		
Dersin Adı:	Çevre Eğitimi	Tarih: 30 – 3 Haziran 2022
Sınıf:	7.Sınıf	
Ünite No-Adı:	4. Ünite: Küresel Çevre Sorunları	
Konu:	Çevre Kirliliği	
Önerilen Ders Saati:	40+40	
Öğrenci Kazanımları	4.4.Hava, su, toprak, gürültü ve ışık kirliliğinin yerel ve küresel ölçekte ortaya çıkardığı sonuçları irdeler. 4.5.Hava, su, toprak, gürültü ve ışık kirliliğinin önlenmesinde kendisine düşen sorumlulukları yerine getirir.	
Kavramlar	Biyçeşitlilik, asit yağmurları, hava kirliliği, su kirliliği, ışık ve gürültü kirliliği	
Yöntem ve Teknikler:	Zaman boyunca değişim grafiği, stok akış diyagramı	
Araç-Gereçler:	Akıllı tahta, çalışma kâğıdı	

Yapılacak Etkinlikler:

Öncelikle hava kirliliği ile ilgili temiz hava hakkı platformunun hazırladığı [video](#) öğrenciler ile paylaşılır. Sonra, öğrencilere dünya genelinde [gerçek zamanlı hava kalitesi endeksi](#) gösterilir. Üzerinde yorumlar yapılır. Dünyanın en iyi ve en tehlikeli hava kalitesi endeksine sahip ülkeleri incelenir.



Kaynak: <https://waqi.info/tr/>

✓ Ardından harita üzerinden Türkiye’deki iyi, orta, sağlıklı, çok sağlıklı ve tehlikeli gruplardaki hava kalitesine sahip illerin verilerinden yararlanılarak bir zaman boyunca davranış grafiği hazırlanır. ✓ Ayrıca öğrencilere pandemi sürecinde Türkiye’ nin büyükşehirlerinde meydana gelen hava kirliliği oranının değişimi ile ilgili değerler gösterilir ve insanların hava kirliliği üzerine ne kadar etkili olduğu vurgulanır. ✓ Hava kirliliğine sebep olan değişkenlerden yararlanılarak stok-akış diyagramları oluşturulur ve öğrenciler ile birlikte yorumlanır.	
Ölçme ve Değerlendirme:	Öğrencilere hazırladıkları grafikler ile ilgili aşağıdaki sorular yöneltilir; ▪ Hava kalitesine etki eden faktörler nelerdir? ▪ Hava kalitesinin olası sonuçları neler olabilir? ▪ Hava kalitesini değiştirmek için neler yapılabilir?

8. HAFTA DERS PLANI		
Dersin Adı:	Çevre Eğitimi	Tarih: 23 – 27 Mayıs 2022
Sınıf:	7.Sınıf	
Ünite No-Adı:	4. Ünite: Küresel Çevre Sorunları	
Konu:	Çevre Sorunları	
Önerilen Ders Saati:	40+40	
Öğrenci Kazanımları	4.7.İklim değişikliğinin dünyadaki yaşamı nasıl etkileyeceği hakkında kestirimler yapar.	
Kavramlar	Biyçeşitlilik, asit yağmurları, hava kirliliği, su kirliliği, ışık ve gürültü kirliliği	
Yöntem ve Teknikler:	Stok akış diyagramı	
Araç- Gereçler:	Akıllı tahta	
Yapılacak Etkinlikler: Öğrencilere iklim değişikliği ile ilgili animasyon filmini dikkatlice izlemeleri söylenir. Filmi izlerken iklim değişikliğine sebep olan değişkenleri not almaları istenir. Öğrencilerden arkadaşları ile grup oluşturmaları ve iklim değişikliği ile ilgili belirledikleri değişkenlerden yararlanarak stok akış diyagramları hazırlamaları istenir. Hazırlanan diyagramlar gruplar tarafından tahtaya çizilir ve her grup çizdiği diyagram ile ilgili iklim değişikliğinin sebep ve sonuçları, önlenmesine yönelik alınabilecek tedbirleri arkadaşları ile paylaşmaları istenir.		
Ölçme ve Değerlendirme:	İklim değişikliğinin su kaynakları, toprağın yapısı, biyolojik çeşitlilik, küresel açlık ve yoksulluk üzerine etkisi nelerdir?	

EK-9. Kullanılan İstatistiksel Analiz Tekniklerine Yönelik Varsayımlar

Deney ve Kontrol Gruplarının Ön Test-Son Testine Yönelik Shapiro-Wilk Normallik Testi Sonuçları

Ölçek	Shapiro-Wilk			
	Grup	İstatistik	sd	p
Eleştirel düşünme testi (ön test)	Deney	,982	24	,934
Eleştirel düşünme testi (son test)	Deney	,951	24	,281
Eleştirel düşünme testi (ön test)	Kontrol	,951	24	,281
Eleştirel düşünme testi (son test)	Kontrol	,928	24	,087
Problem çözme fak1 (ön test)	Kontrol	,933	24	,114
Problem çözme fak2 (ön test)	Kontrol	,960	24	,437
Problem çözme toplam (ön test)	Kontrol	,967	24	,588
Problem çözme fak1 (ön test)	Deney	,948	24	,241
Problem çözme fak2 (ön test)	Deney	,970	24	,676
Problem çözme toplam (ön test)	Deney	,973	24	,744
Problem çözme fak1 (son test)	Kontrol	,945	24	,312
Problem çözme fak2 (son test)	Kontrol	,964	24	,513
Problem çözme toplam (son test)	Kontrol	,969	24	,855
Problem çözme fak1 (son test)	Deney	,972	24	,724
Problem çözme fak2 (son test)	Deney	,948	24	,245
Problem çözme toplam (son test)	Deney	,960	24	,437
Üstbiliş (ön test)	Kontrol	,955	24	,344
Üstbiliş (son test)	Kontrol	,949	24	,324
Üstbiliş (ön test)	Deney	,959	24	,426
Üstbiliş (son test)	Deney	,953	24	,311

EK-9 (Devamı)

Deney ve Kontrol Gruplarının Ön Test-Son Testine Yönelik Yönelik Merkezi Eğilim Ölçüleri ile Çarpıklık ve Basıklık Katsayıları

Ölçekler	Grup	N	Mean	ss	Skewness		Kurtosis	
					Statistic	Std.	Statistic	Std.
						Error		Error
Eleştirel düşünme	Deney öntest	24	45,1883	8,37846	-,073	,472	-,421	,918
Eleştirel düşünme	Deney sontest	24	50,8213	7,58800	,047	,472	-1,032	,918
Eleştirel düşünme	Kontrol öntest	25	43,4920	9,33594	,081	,464	-1,041	,902
Eleştirel düşünme	Kontrol sontest	25	45,2392	11,12219	-,502	,464	-,599	,902
Problem çözme fak1	Kontrol ön test	25	56,6800	7,61424	-,235	,464	-1,002	,902
Problem çözme fak2	Kontrol öntest	25	24,7200	5,01265	-,258	,464	-,104	,902
Problem çözme top	Kontrol öntest	25	81,4000	9,39415	-,446	,464	-,210	,902
Problem çözme fak1	Deney öntest	24	55,0833	5,86008	-,506	,472	-,607	,918
Problem çözme fak2	Deney öntest	24	23,9167	4,05309	-,238	,472	,070	,918
Problem çözme top	Deney öntest	24	79,0000	7,61577	-,244	,472	-,496	,918
Problem çözme fak1	Kontrol son test	25	56,7200	9,69330	-,561	,464	-,322	,902
Problem çözme fak2	Kontrol son test	25	23,7200	5,68272	,078	,464	-,940	,902
Problem çözme top	Kontrol son test	25	80,4400	13,59559	-,199	,464	-,814	,902
Problem çözme fak1	Deney son test	24	61,8333	5,19755	,294	,472	-,160	,918
Problem çözme fak2	Deney son test	24	28,7917	2,10546	-,493	,472	1,517	,918
Problem çözme top	Deney son test	24	90,6250	6,00588	,563	,472	,579	,918
Üstbiliş	Kontrol öntest	25	63,4800	7,63282	-,573	,464	-,376	,902
Üstbiliş	Kontrol son test	25	64,2800	9,27146	-,514	,464	-,418	,902
Üstbiliş	Deney öntest	24	66,3750	5,95499	-,474	,472	,895	,918
Üstbiliş	Deney sontest	24	71,6667	5,64660	-,356	,472	,475	,918

EK-9 (Devamı)*Deney ve Kontrol Gruplarının Ön Test-Son Testine Yönelik Levene Testi Sonuçları*

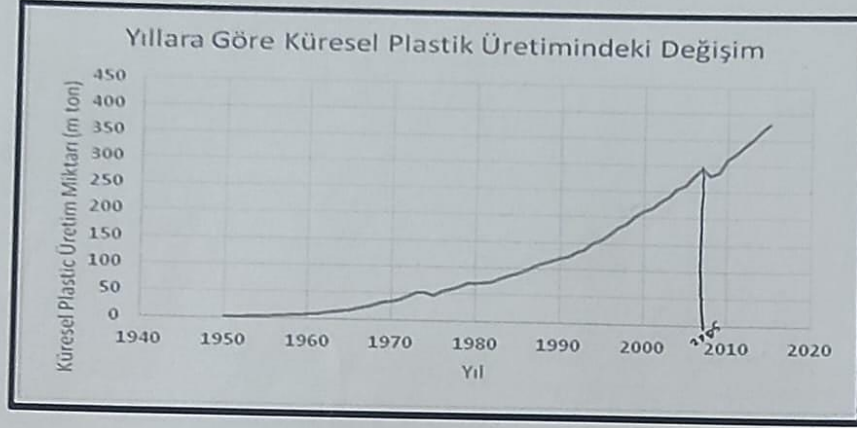
	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Problem çözme fak1 (ön test)	2,719	1	47	,106
Problem çözme fak2 (ön test)	1,085	1	47	,303
Problem çözme toplam (ön test)	1,491	1	47	,228
Problem çözme fak1 (son test)	9,719	1	47	,003
Problem çözme fak2 (son test)	26,481	1	47	,000
Problem çözme toplam (son test)	18,144	1	47	,000
Eleştirel düşünme testi (ön test)	1,049	1	47	,311
Eleştirel düşünme testi (son test)	3,093	1	47	,208
Üstbiliş (ön test)	1,632	1	47	,208
Üstbiliş (son test)	5,227	1	47	,042



EK-11. Uygulama Süreci İlişkin Örnekler

PLASTİKLER HER YERDE ETKİNLİĞİ

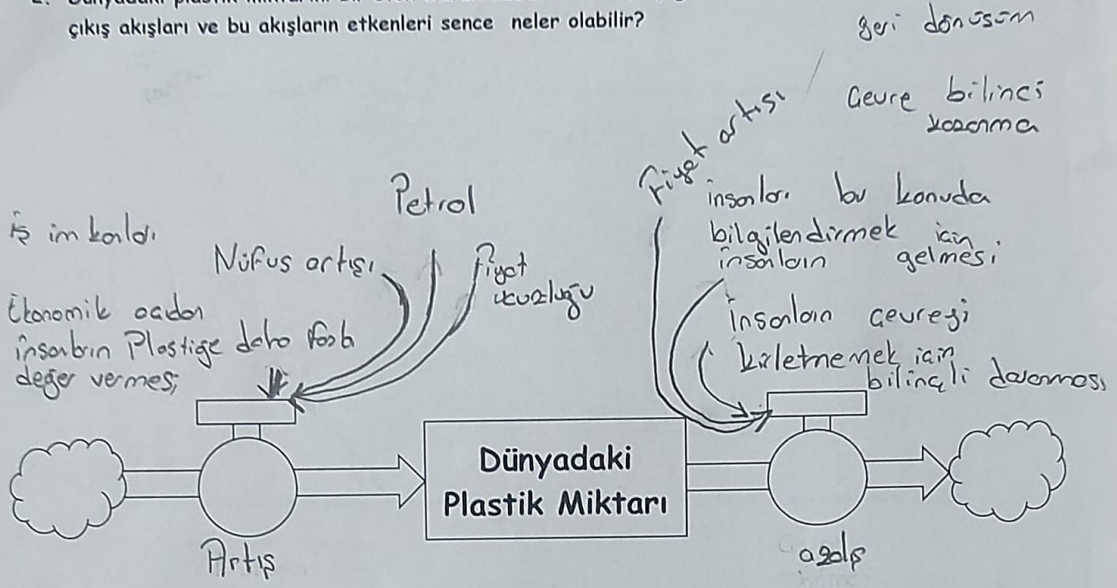
1. Merhaba çocuklar; aşağıdaki grafik tüm dünyadaki plastik üretiminin zamana bağlı olarak değişimini (milyon ton) göstermektedir.



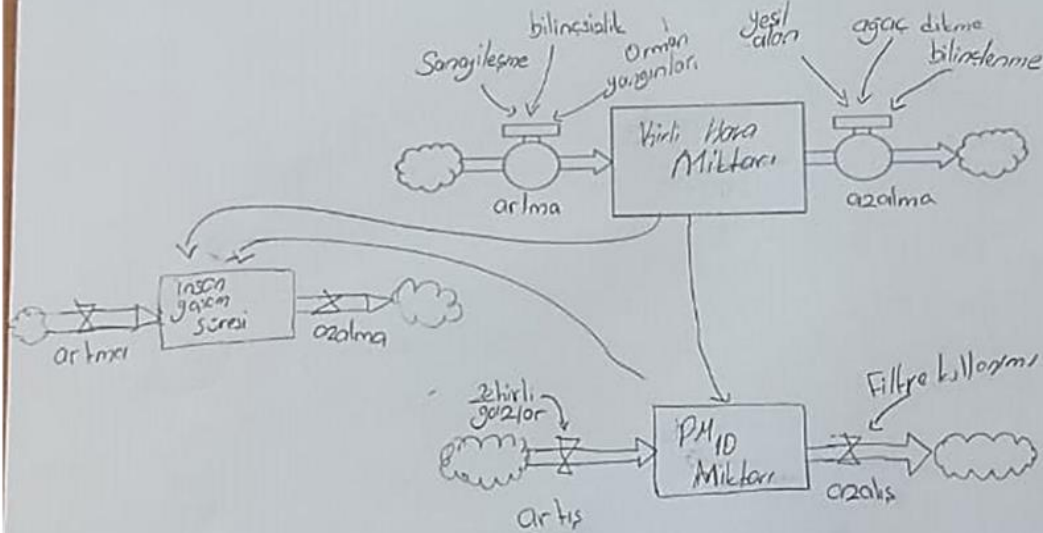
Grafiğe bakarak aşağıdaki sorulara yanıt bulabilir misiniz?

- ✓ 1950 yılı öncesine dair dünyadaki plastik üretimi ve kullanımına dair neler söyleyebilirsiniz?
Ondan önce ütilenmemiş ve büyük ihtimal keşfedilmemiştir. O zamanlar bezden, file veya çanta, kese kâğıdı, ahşap oyuncak, deriden giysi v.b. şeyler ile hayatlarını geçiriyorlardı.
- ✓ Plastik üretimi hangi yıllar arasında çok daha fazla artış göstermiş, nedeni neler olabilir?
Bence en fazla 2010 ve 2020 yılları arasında artış olmuştur. Her seferinde yeni icatlar, yeni kullanım alanları arttıkça insanların kullanımının kolay olduğunu için kullanımı da artıyor. Ve zaman zaman fabrikalar azo olduğu zamanlar pahalı ama fabrikalar arttıkça ucuzlar ve kullanımı bu sayede de artmaktadır.
- ✓ Plastik üretimi hangi yıllar arasında azalma eğilimi göstermiştir, nedeni neler olabilir?
Plastik üretimi 2005 ve 2010 yılları arasında büyük bir düşüş yaşanmıştır. Bence bunun sebebi ya iklim ya da o zamanların yerin bir mazeme gerçeği ortaya çıktığı için azaldılar.
- ✓ Grafikten yola çıkarak 2030 yılı için dünyadaki plastik üretim miktarı ile ilgili tahminlerin nelerdir?
Artar çünkü üretilen olduğu için paketlenen ürünlerin kullanımı arttıkça için hazır ve hazır hazır olan yemek vb. yiyeceklerin bu azergeyi yükseltecektir.
- ✓ Dünyadaki plastik üretim miktarının azaltılmasına yönelik çözüm önerilerin nelerdir?
Bez çantalar, fiyat arttırma, tahta ve bez oyuncakların kullanılması, O kullarda bunun için Eğitim verilebilir.

2. Dünyadaki plastik miktarını bir stok olarak kabul edersek, aşağıdaki stok- akış diyagramının giriş ve çıkış akışları ve bu akışların etkenleri sence neler olabilir?



TEMİZ HAVA HAKTIR ETKİNLİĞİ



Kuruyan Gölün Hikâyesi Etkinliği

1900' lü yıllardan 1960 yılına kadar Aral gölünün derinliğinin değişmeden kaldığı ve ortalama 5.500 santimetre olduğu bilinmektedir. Ayrıca gölün kuruma nedeni ile derinliğinin her yıl ortalama 50 santimetre azaldığı tespit edilmiştir. Bu bilgilerden yola çıkarak aşağıdaki soruları yanıtlamaya çalışalım;

1. Yukarıdaki verileri kullanarak 2020 yılında Aral gölünün derinliğinin kaç cm olduğunu hesaplayalım.

$$60 \cdot 50 = 3000 \text{ cm}$$

$$5500 - 3000 = 2500 \text{ cm}$$

$$2500 \text{ cm}$$

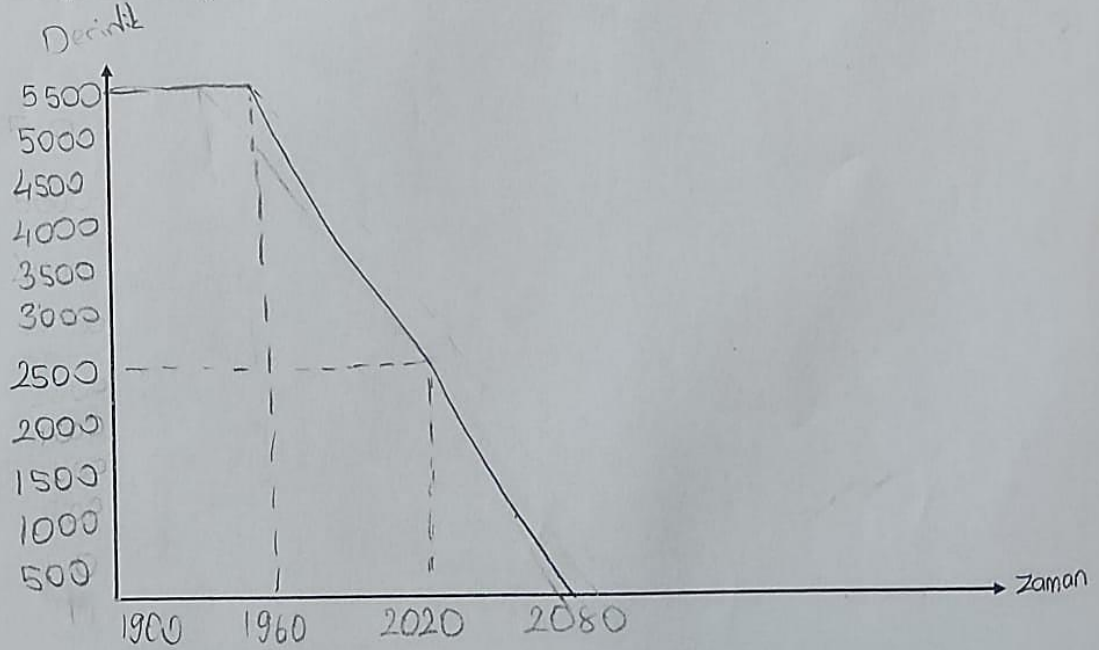
2. Bu veriler doğrultusunda hesaplamalarınıza göre Aral gölü hangi yılda tamamen kuruyacaktır?

$$2500 : 50 = 50 \text{ yıl}$$

$$\begin{array}{r} 2020 \\ + 50 \\ \hline 2070 \end{array}$$

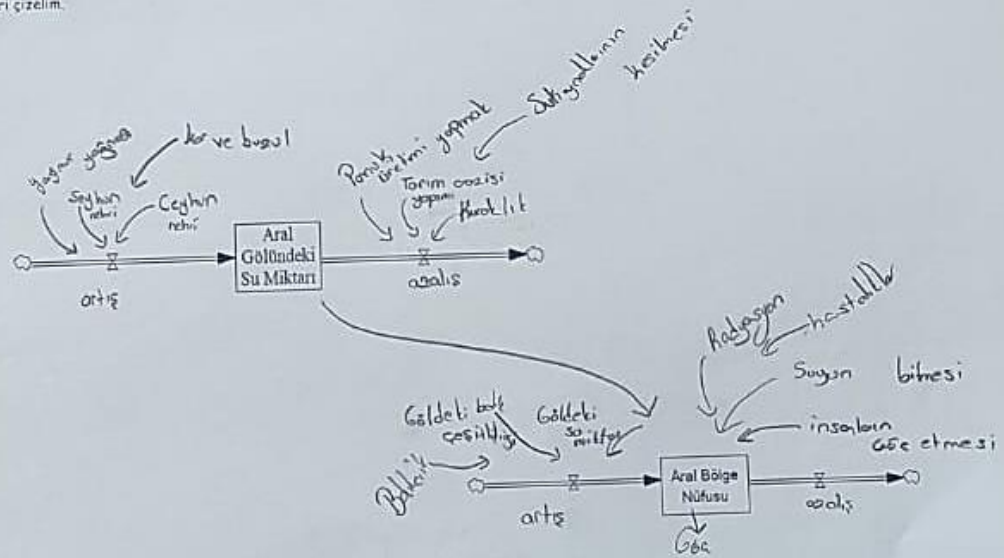
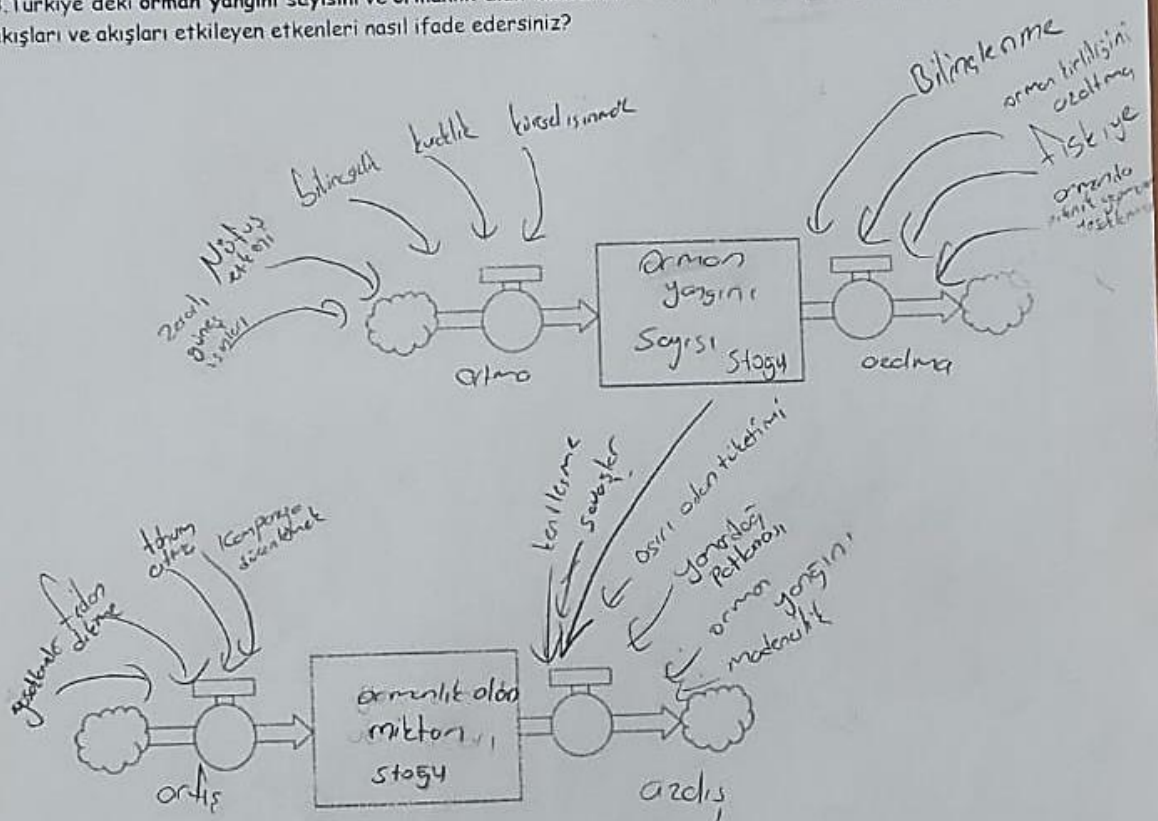
$$2070 \text{ yıl}$$

3. Aral gölünün derinliğinin 1900' lü yıllardan 2020 yılına kadar zaman boyunca nasıl değişim gösterdiğini çizelim.



etkileyen etkenleri çizelim.

```
graph LR; A[Aral Gölündeki Su Miktarı] --> B[Su buharı yoğunluğu]; B --> C[kur ve buzu]; A --> D[Seyhan nehri]; A --> E[Ceyhan nehri]; A --> F[Su buharı yoğunluğu]; F --> G[Pamuk tozunu yapraklar]; F --> H[Tuzlu suyun buharlaşması]; F --> I[Kuraklık];
```

[illegible]

Küre Isınırken Etkinliği

1. Kuzey Kutbunun Erimesi (1980 - 2017) ile ilgili videoda kuzey kutbundaki buz alanının zaman boyunca değişimini gözlemledik. Küresel ısınma ile buzulların erimesi arasındaki ilişkili ile ilgili neler söylemek istersin?

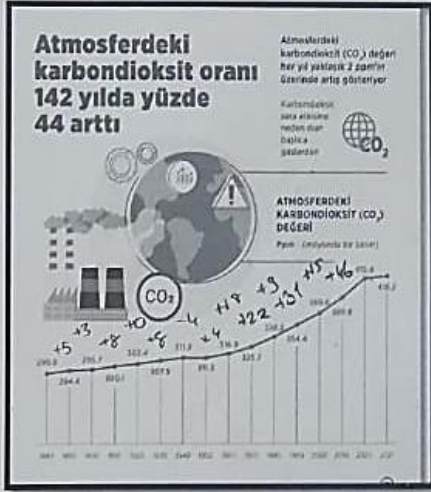
* İklim değişikliği

* Biyolojik çeşitliliğin azalması

* Ülkelerin su altında kalması

* Canlıların neslinin tükenmesi

Beyoğlu'nun erimesinden dolayı güneş ısınlı dünyaya çok fazla ısı geliyor, bunun nedelede yukarıda yazdığım şeylerdir



2. Yandaki grafikten yararlanarak aşağıdaki sorulara yanıt bulmaya çalışalım;

❖ Atmosferdeki karbondioksit miktarı zamanla nasıl değişim göstermiştir? Özellikle dikkatini çeken bir zaman aralığı var mı?

Bere gittikçe artmıştır

2000-2020 arasında artış olmuştur
2021 yılı, pandemi covid-19'den dolayı çok fazla artış olmuştur

❖ Atmosferdeki karbondioksit miktarı hangi değişkenlerden etkilenmektedir?

Sıra
Pondere süreci
Korpanya
Nüfus

motorlu araçlar
Ekonomik durum
Savaşlar

❖ Önümüzdeki on yıl boyunca atmosferdeki karbondioksit miktarının nasıl değişeceğini düşünüyorsunuz?

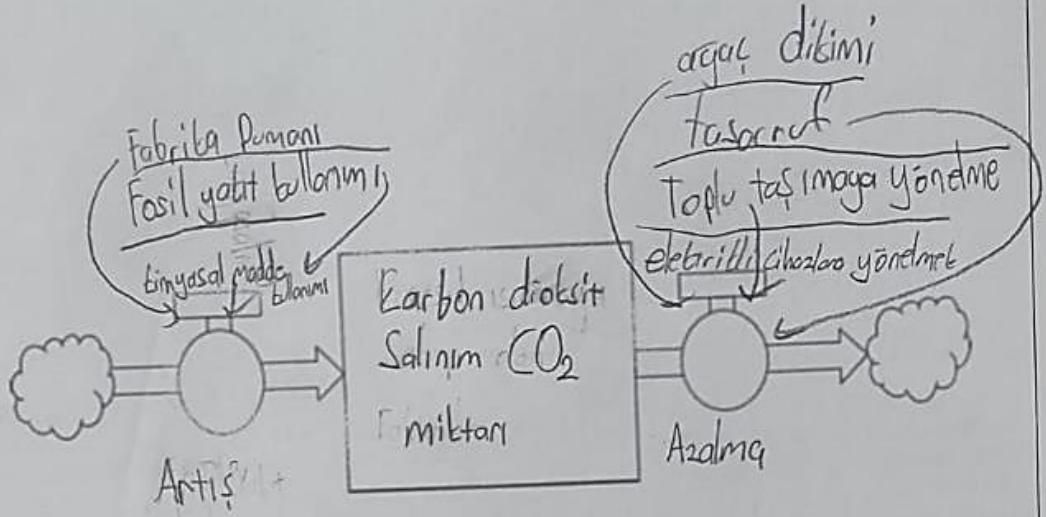
Bere yine artış olacaktır
2030 yılında 450.8

❖ Atmosferdeki karbondioksit miktarının kontrol altına alınabilmesi için çözüm önerilerin nelerdir?

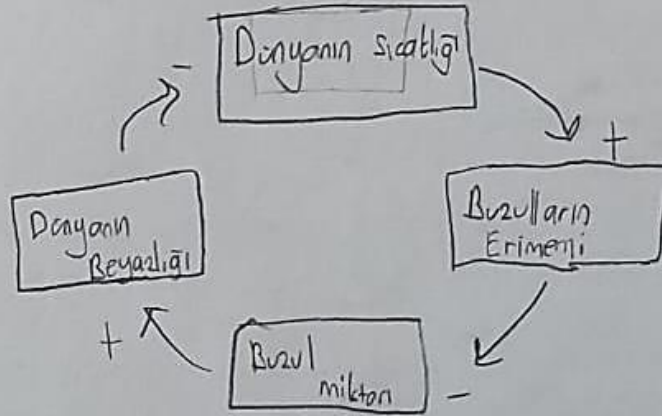
Elektrikli araçlar

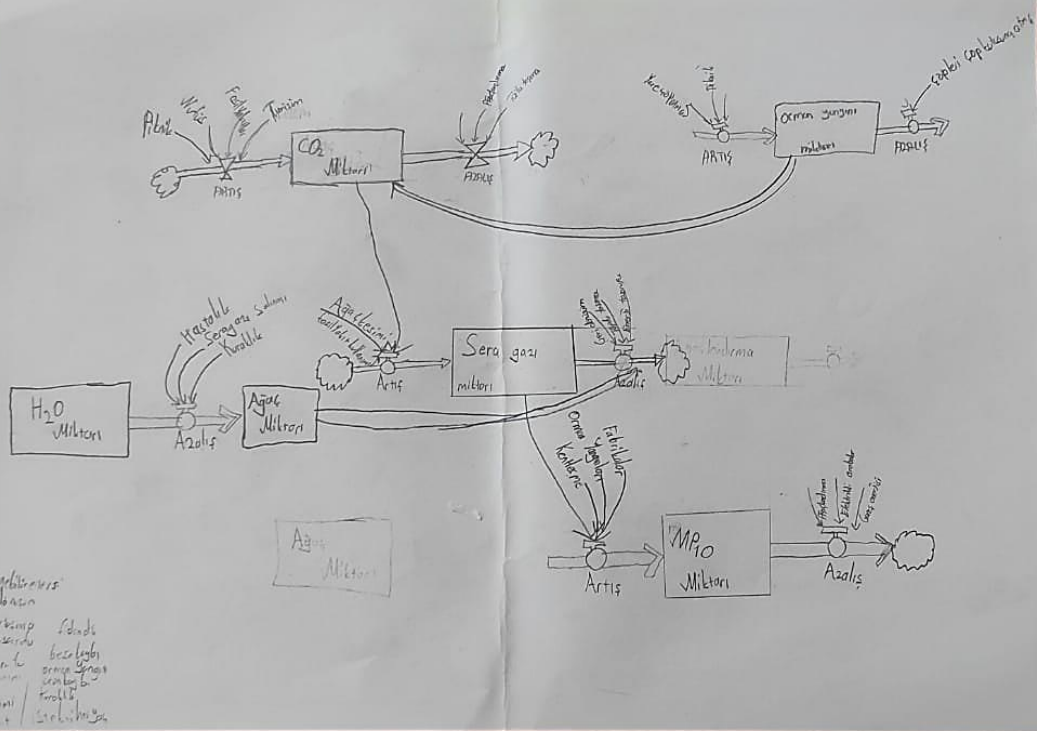
diğer de kimyasal araçlar kullanarak

- ❖ Küresel ısınma sorunundaki temel değişkeni ve bu değişkeni etkileyen faktörleri stok-akış diyagramı ile ifade edelim;



- ❖ "Dünyanın sıcaklığı", "buzul miktarı", "dünyanın beyazlığı" ve "buzulların erimesi" kavramları arasındaki ilişkiyi göstermek için nedensel döngü diyagramı çizelim ve yorumlayalım.

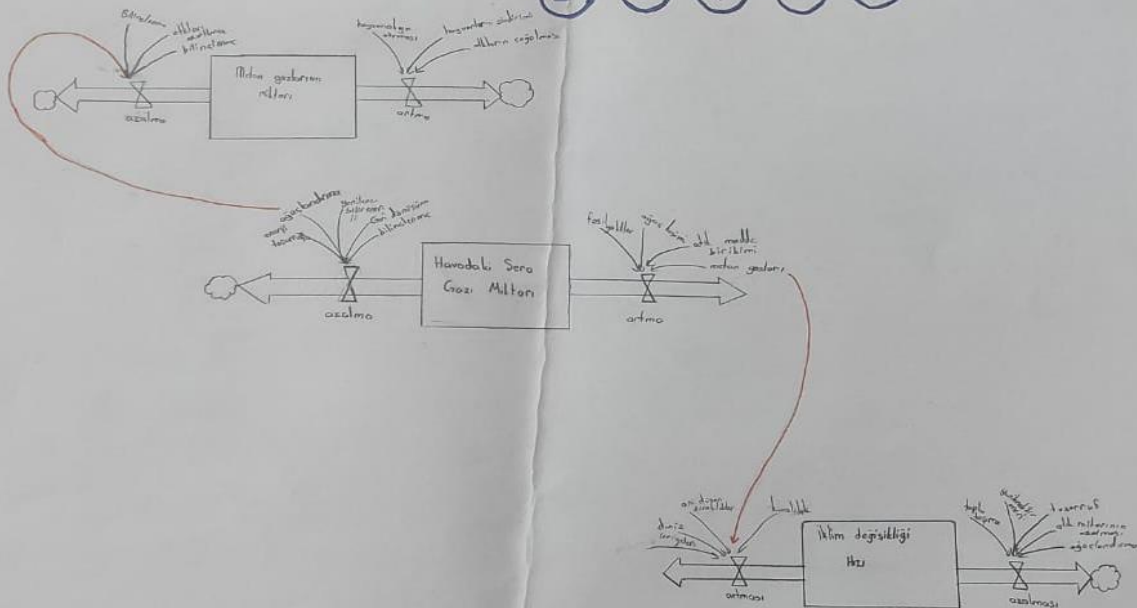




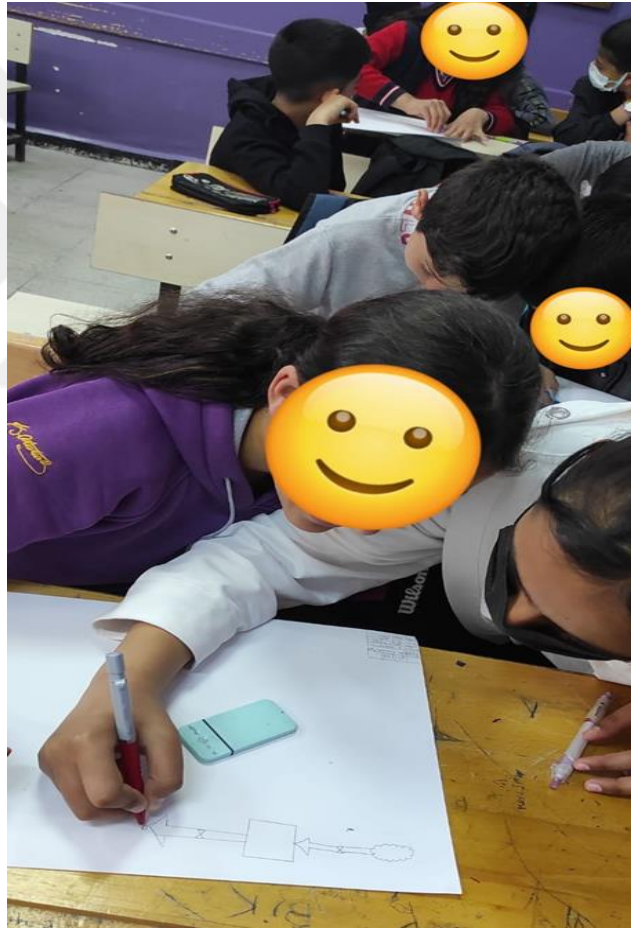
Karbon Döngüsü
Biyotik ve abiyotik süreçler
Fotosentez
Transpirasyon
Respirasyon
Yaprak dökümü
Yaprak çapıkmaları
Yaprak çapıkmaları

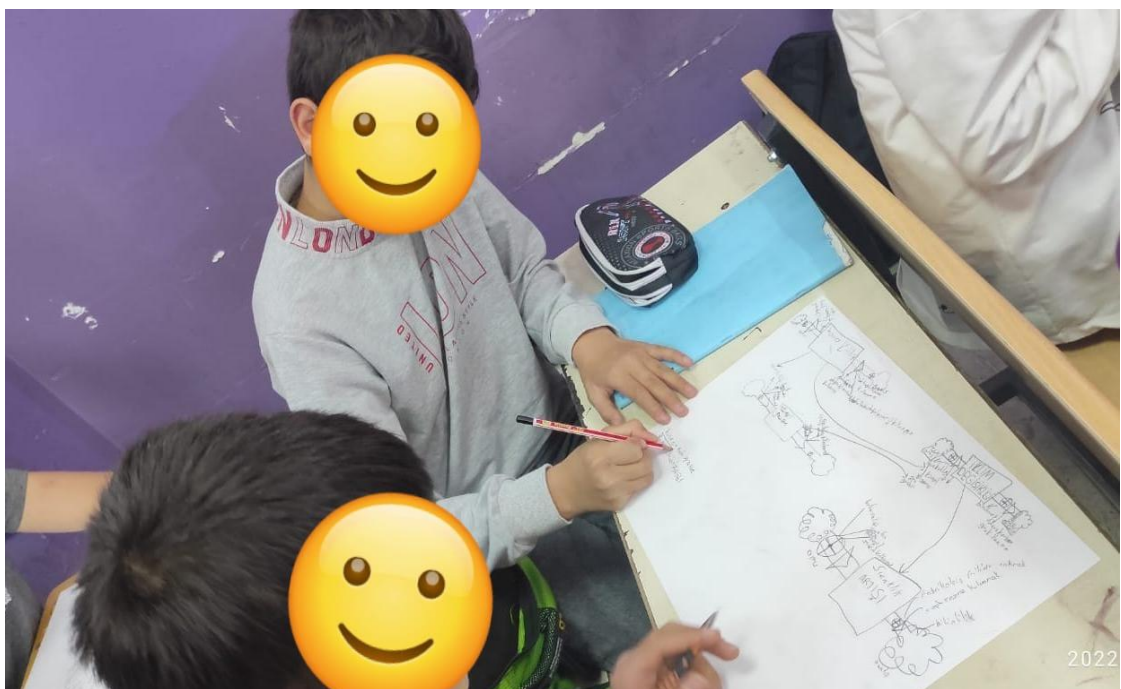
İKLİM

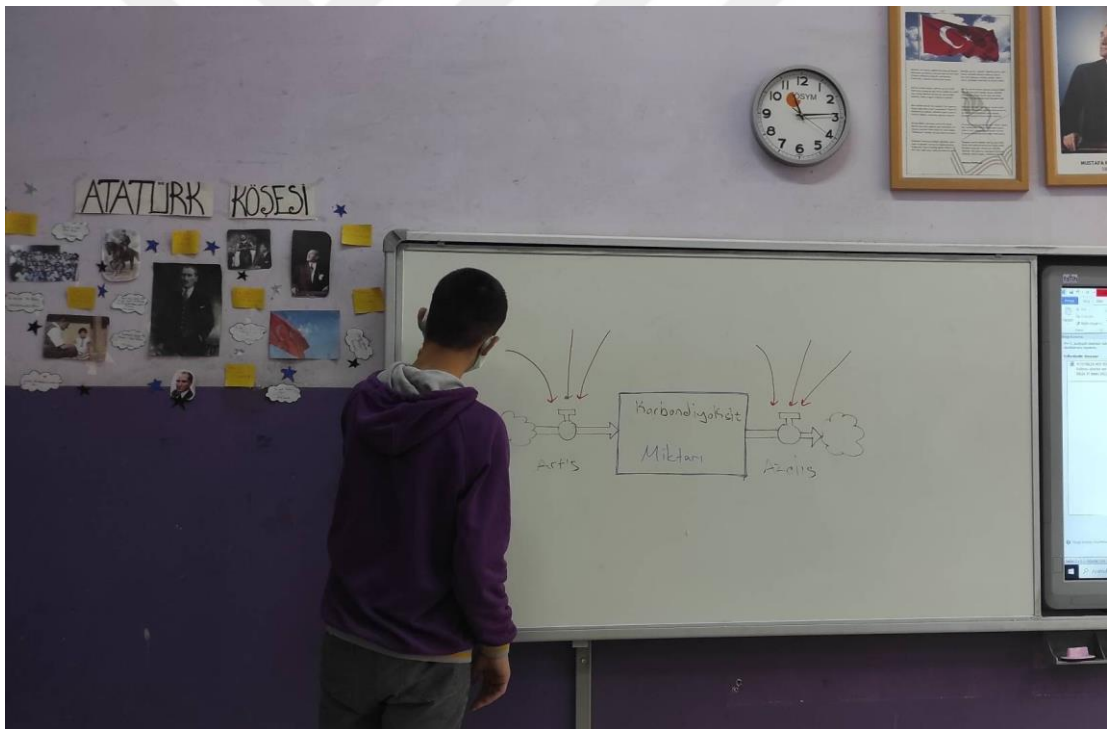
DEĞİŞİKLİK

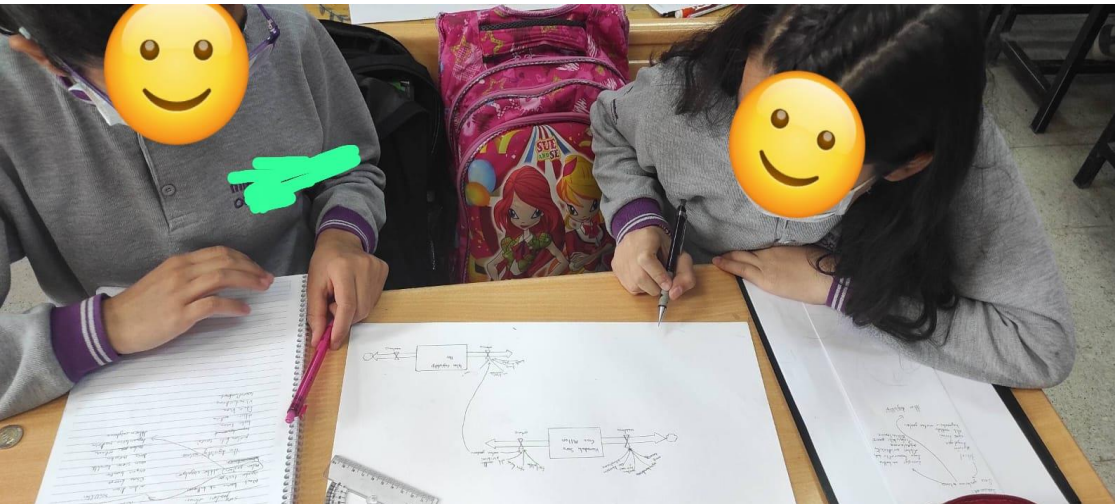
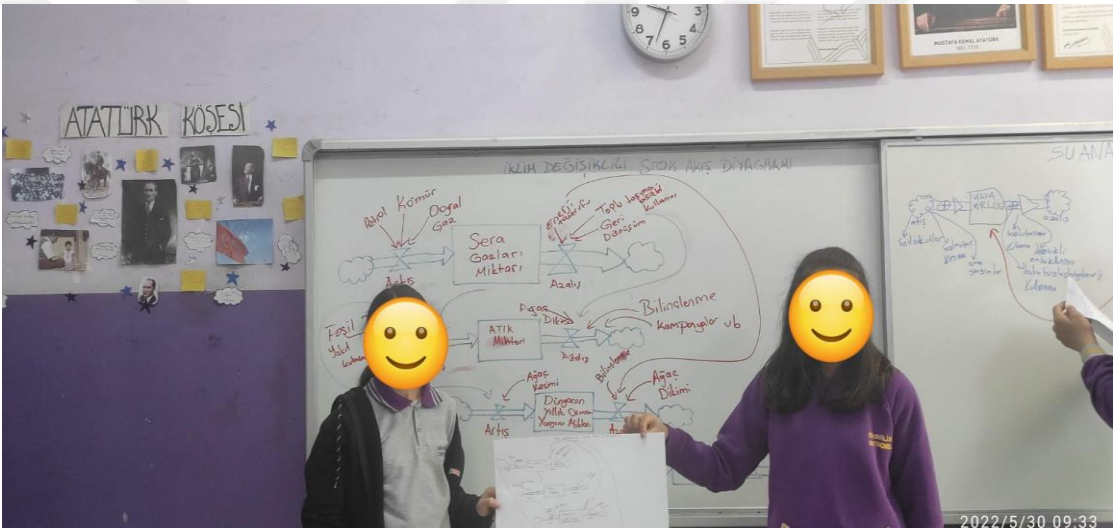
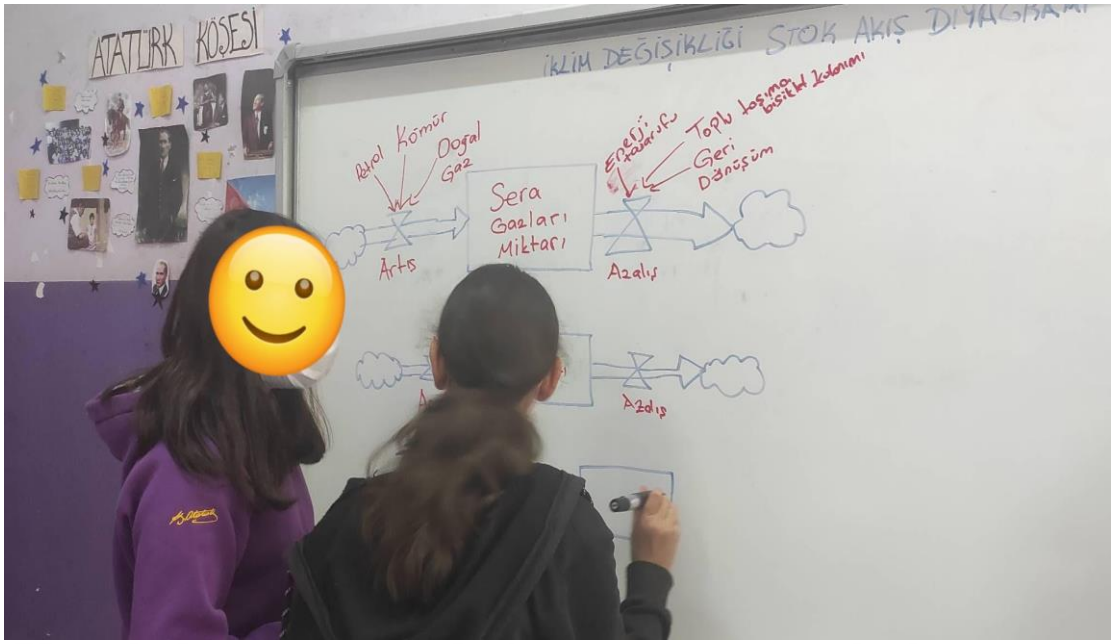


EK-12. Uygulama Sürecine Yönelik Fotoğraflar









EK- 13. Etik Bildirim Belgesi

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL VE BEŞERİ BİLİMLER ETİK KURULU
Eğitim Bilimleri Birim Etik Kurul Başkanlığı
PROJE DEĞERLENDİRME FORMU

Projenin/Çalışmanın Adı: Danışmanlığını Prof.Dr. Adnan KÜÇÜKOĞLU'nun yürüttüğü doktora öğrencisi Arzu Derya DAŞÇI'nın "Sistem Düşüncesi Temelli Çevre Eğitiminin Ortaokul Öğrencilerinin Eleştirel Düşünme, Üst Bilişsel Farkındalık ve Problem Çözme Becerilerine Yönelik Algıları Üzerindeki Etkisinin İncelenmesi" isimli doktora tez çalışması ile ilgili Etik kurul uygunluk-onay belgesi talep edilmesi

Gönderildiği Tarih:24.02.2022

Teslim Tarihi:24.02.2022

Değerlendirenin Adı Soyadı: Sosyal ve Beşeri Bilimler Etik Kurulu Başkanlığı Adına

Prof. Dr. Muhsine BÖREKÇİ
Etik Kurul Başkanı

İmza :

Bu Doktora Tez/ uygundur: 

Gerekçe/Açıklama: Yapılacak çalışmada yaklaşım ve yöntemler dikkate alınarak, konu ile ilgili çalışmaların gerçekleştirilmesinde etik ve bilimsel açıdan herhangi bir sakınca bulunmamaktadır.

Bu Doktora Tez / uygun değildir: ☐

Gerekçe/Açıklama

ÖZGEÇMİŞ

1. **Adı Soyadı:** Arzu DERYA TAŞÇI

2. **Kişisel Bilgiler**

Uyruğu: T.C.

3. **Öğrenim Durumu**

Derece	Alan	Diploma Aldığı Kurum
Lisans	Fen bilgisi öğretmenliği	Karadeniz Teknik Üniversitesi
Yüksek lisans	Eğitim Programları ve Öğretim	Bülent Ecevit Üniversitesi
Doktora	Eğitim Programları ve Öğretim	Atatürk Üniversitesi

4. **İş Deneyimi**

2013-2023: Kafkas Üniversitesi, Dede Korkut Eğitim Fakültesi, KARS (Öğretim Görevlisi)

Yüksek Lisans Tez Konusu: Zihinsel Risk Alma Ve Fen Ve Teknoloji Dersine İlişkin Tutumun Bilişsel Gelişim Düzeylerine Göre İncelenmesi.

Doktora Tez Konusu: Sistem Düşüncesi Temelli Çevre Eğitiminin Ortaokul Öğrencilerinin Eleştirel Düşünme, Üst Bilişsel Farkındalık Ve Problem Çözme Becerilerine Yönelik Algıları Üzerindeki Etkisinin İncelenmesi.

Yayınlar

Küçüköğlu, A., Nuhoglu, H., & Derya-Taşçı, A. (2023). Sistem düşüncesi ile ilgili yapılan eğitim araştırmalarının bibliyometrik analizi. *E-International Journal of Educational Research*, 14 (4), 126-145.

Nuhoglu, H., & Derya-Taşçı A. (2023, 27-30 Eylül). *Türkiye’de fen bilimleri eğitimi alanında sistem düşüncesi ile ilgili yapılan akademik çalışmaların sistematik incelenmesi* (Sözlü bildiri). 15. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Kars.

Fırat-Durdukoca, Ş., & Derya-Taşçı A. (2023, 26-27 Ocak). *Öğretmen adaylarının çeşitli eğitim türlerine yönelik bilişsel yapılarının ve yeterlik düzeylerinin incelenmesi* (Sözlü bildiri). 13. Uluslararası Kültür, Medeniyet ve Sosyal Bilimler Konferansı. Kahire, Mısır.

Fırat-Durdukoca, Ş., & Derya-Taşçı A. (2023, 26-27 Ocak). *Sınıf öğretmeni adaylarının sıfır atık kavramına yönelik farkındalıklarının incelenmesi* (Sözlü bildiri). 13. Uluslararası Kültür, Medeniyet ve Sosyal Bilimler Konferansı. Kahire, Mısır.

Derya-Daşcı, A. (2022). Öğretimi planlama ve uygulama. H.İ. Kaya & M. Korucuk (Eds), *Öğretim ilke ve yöntemleri (Teoriden uygulamaya)* içinde (ss. 135-155). Vize Yayıncılık.

Derya-Daşcı, A. (2021). Toplumsal süreçler ve eğitim. M. Sağlam (Ed.), *Eğitim sosyolojisi* içinde (ss. 103-128). Vize Yayıncılık.

Derya-Daşcı, A. (2021). Temel eğitim felsefesi akımları. M.Y. Eryaman (Ed.), *Eğitim felsefesi içinde* (ss. 75-102). Vize Yayıncılık.

Önel, A., & Derya-Daşcı, A. (2019). “Hayatın Başlangıcı ve Evrim” ünitesinin ortaöğretim biyoloji programından çıkarılmasına yönelik öğretmen görüşleri: Odak grup görüşmesi. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 18(71), 1195-1214.

Önel, A., & Derya-Daşcı, A. (2018). Fen bilimleri öğretmen adaylarının basamaklı öğretim programı uygulamasına ilişkin görüşleri. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20(2), 517-535.

Küçüköğlu, A., & Derya-Daşcı, A. (2018, 18-22 Nisan). *Lisansüstü eğitimin öğretmenlerin mesleki genel yeterliklerine katkısı* (Sözlü bildiri). 27. Uluslararası Eğitim Bilimleri Kongresi, Antalya.

Güngör, S. Oğul, R., Derya-Daşcı A. (2017, 20-23 Nisan). *Akademisyenlerin pedagojik formasyon eğitimi programına ilişkin görüşleri* (Sözlü bildiri). 26. Uluslararası Eğitim Bilimleri Kongresi, Antalya.

Kıncal, R. Y., Daşcı-Derya, A., Beypınar, D., & Topcu, F. (2015). Teachers' perspectives on continuing professional development. *British Journal of Education, Society & Behavioural Science*, 6(4), 241-254.

Derya-Daşcı, A., & Yaman, S. (2014). Fen ve teknoloji dersinde öğrencilerin zihinsel risk alma becerilerinin Piaget’in bilişsel gelişim dönemlerine ve eğitim kademelerine göre incelenmesi. *Kuramsal Eğitim Bilim Dergisi*, 7(3), 271-285.

Derya-Daşcı, A., Yaman, S. & Tunç-Şahin C. (2012, 1-3 Ekim). *Fen bilgisi dersine ilişkin tutumun bilişsel gelişim düzeylerine göre incelenmesi* (Sözlü bildiri). Uluslararası Türk Coğrafyasında Eğitim Bilimleri Araştırmaları Sempozyumu, Sinop.