



**5E ÖĞRENME MODELİNİN ÖĞRENCİLERİN
İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ İLE İLGİLİ FARKINDALIK
VE KAYGI DÜZEYLERİNE ETKİSİNİN
İNCELENMESİ: KİMYA DERSİ ÖRNEĞİ**

Muhammed ÇELEBİ

Yüksek Lisans Tezi

Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı

2025

(Her hakkı saklıdır.)

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANA BİLİM DALI
KİMYA EĞİTİMİ BİLİM DALI

**5E ÖĞRENME MODELİNİN ÖĞRENCİLERİN İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ İLE
İLGİLİ FARKINDALIK VE KAYGI DÜZEYLERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ:
KİMYA DERSİ ÖRNEĞİ**

(Investigation of the Effect of the 5E Learning Model on Students' Climate Change
Awareness and Anxiety Levels: The Case of Chemistry Course)

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Muhammed ÇELEBİ

Danışman: Prof. Dr. Tacettin PINARBAŞI

Erzurum
Aralık, 2025



T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
Eğitim Bilimleri Enstitüsü

KABUL VE ONAY TUTANAĞI

Prof.Dr. Tacettin PINARBAŞI danışmanlığında Muhammed ÇELEBİ tarafından hazırlanan “**Kimya Eğitiminde SE Öğrenme Modelinin İklim Değişikliği Farkındalığı ve Kaygı Düzeyi Üzerindeki Etkisi**” başlıklı çalışma 30/11/2025 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi - Anabilim Dalı Kimya Eğitimi Bilim Dalı'nda **Yüksek Lisans** tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı:	Prof.Dr. Mehmet YALÇIN <i>AGRI İBRAHİM ÇEÇEN ÜNİVERSİTESİ</i>	e-imza
Jüri Üyesi (Danışman):	Prof.Dr. Tacettin PINARBAŞI <i>ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ</i>	e-imza
Jüri Üyesi:	Prof.Dr. Suat ÇELİK <i>ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ</i>	e-imza

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

02/12/2025
Prof.Dr. Refik DİLBER
Enstitü Müdürü
e-imza

ETİK VE BİLDİRİM SAYFASI

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “5E Öğrenme Modelinin Öğrencilerin İklim Değişikliği Farkındalık ve Kaygı Düzeyleri Üzerindeki Etkisinin İncelenmesi: Kimya Dersi Örneği” başlıklı çalışmanın tarafımdan bilimsel etik ilkelere uyularak yazıldığını ve yararlandığım eserleri kaynakçada gösterdiğimi beyan ederim.

30/12/ 2025

Aslı ıslak imzalıdır

Muhammed ÇELEBİ

☐ 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

Bu çalışmanın hazırlanmasında akademik ve idari anlamda katkı sağlayan kişi ve kurumlara teşekkürlerimi sunarım.

Öncelikle, yüksek lisans tezim süresince rehberliği, akademik desteği ve değerli katkılarıyla bana yol gösteren danışman hocam Prof. Dr. Tacettin PINARBAŞI'na teşekkür ederim. Kendisi, çalışmamın her aşamasında bilimsel bakış açımı geliştirmeme katkı sağlamış ve sürecin verimli ilerlemesine yardımcı olmuştur.

Tezimin uygulama aşamasında desteklerini esirgemeyen İTÜ Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi'ne teşekkür ederim. Çalışmalarımın yürütülmesi ve verilerin toplanması sürecinde sundukları katkılar benim için büyük önem taşımaktadır.

Ayrıca, iklim değişikliği konusundaki çalışmalarına verdiği destek ve kıymetli görüşleriyle tezime katkıda bulunan okul müdürü Prof. Dr. Hüseyin TOROS'a teşekkür ederim. Kendisi, bilimsel yönlendirmeleriyle araştırmamın kapsamını genişletmemde önemli bir rol oynamıştır.

Bu süreçte katkı sağlayan tüm akademisyenlere, idari personele ve doğrudan ya da dolaylı olarak emeği geçen herkese teşekkür ederim.

Muhammed ÇELEBİ

ÖZ

YÜKSEK YÜKSEK TEZİ

5E ÖĞRENME MODELİNİN ÖĞRENCİLERİNİN İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ İLE İLGİLİ FARKINDALIK VE KAYGI DÜZEYLERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ: KİMYA DERSİ ÖRNEĞİ

Muhammed ÇELEBİ

Aralık 2025, 72 Sayfa

Amaç: 5E öğrenme modelinin, lise öğrencilerinin iklim değişikliği konusuna ilişkin farkındalık ve kaygı düzeyleri üzerindeki etkisinin incelenmesidir.

Yöntem: Araştırma, 2025–2026 eğitim-öğretim güz yarısında İstanbul ilinde bir devlet lisesinde öğrenim görmekte olan 10. sınıf öğrencileri ile yürütülmüştür. Yarı deneysel desen kullanılmış, ön test–son test kontrol gruplu model çerçevesinde toplam 100 öğrenci çalışmaya dâhil edilmiştir. Deney grubuna 5E öğrenme modeline uygun olarak hazırlanan ders etkinlikleri uygulanmış, kontrol grubunda ise mevcut öğretim programı doğrultusunda geleneksel öğretim yöntemi sürdürülmüştür. Veri toplama aracı olarak “İklim Değişikliği Farkındalık Ölçeği” ve “İklim Değişikliği Kaygı Ölçeği” kullanılmış; elde edilen veriler SPSS paket programı aracılığıyla analiz edilmiştir.

Bulgular: İstatistiksel analizler sonucunda, 5E öğrenme modelinin uygulandığı deney grubunda öğrencilerin iklim değişikliği farkındalık düzeylerinde ve kaygı düzeylerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış gözlemlenmemiştir.

Sonuç: Araştırmanın bulguları, 5E öğrenme modelinin özellikle karmaşık ve çevresel konuların öğretiminde etkili bir yöntem olma potansiyeline sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Sonuç olarak, 5E öğrenme modeline dayalı öğretim yaklaşımlarının fen ve kimya eğitimi alanında daha yaygın biçimde kullanılmasının, öğrencilerin kavramsal öğrenmelerini destekleyebileceği ve çevresel farkındalıklarını artırabileceği önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler:kimya eğitimi, 5E öğrenme modeli, iklim değişikliği, iklim değişikliği farkındalık ölçeği, iklim değişikliği kaygı ölçeği

ABSTRACT

MASTER THESIS

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF THE 5E LEARNING MODEL ON STUDENTS' CLIMATE CHANGE AWARENESS AND ANXIETY LEVELS: THE CASE OF CHEMISTRY COURSE

Muhammed ÇELEBİ

December 2025, 72 Pages

Purpose: This study was carried out to examine the effect of the 5E learning model on high school students' awareness and their anxiety levels of climate change.

Method: The research was conducted during the first semester of 2025–2026 academic year with 10th grade students attending to a public high school in Istanbul. A quasi-experimental design was used and within the framework of a pre-test–post-test control group model, a total of 100 students were included in the study. Lesson activities prepared in accordance with the 5E learning model were implemented in the experimental group, while the traditional teaching method was continued in the control group based on the existing curriculum. As data collection tools, the “Climate Change Awareness Scale” and the “Climate Change Anxiety Scale” were used, and the obtained data were analyzed through the SPSS software.

Findings: As a result of statistical analyses, a significant increase was not observed in the climate change awareness levels and anxiety levels of the students in the experimental group where the 5E learning model was applied.

Result: The findings of the research reveal that potentially, the 5E learning model is an effective method, especially in the teaching of complex and environmental subjects. Consequently, it is suggested that teaching approaches based on the 5E learning model should be more widely used in the field of science and chemistry education, as they possibly support students' conceptual learning and increase their environmental awareness.

Keywords: chemistry education, 5E learning model, climate change, climate change awareness scale, climate change anxiety scale

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY TUTANAĞI.....	i
ETİK VE BİLDİRİM SAYFASI.....	ii
TEŞEKKÜR	iii
ÖZ.....	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
TABLolar DİZİNİ.....	ix
BİRİNCİ BÖLÜM.....	1
Giriş	1
Araştırmanın Amacı	2
Araştırmanın Önemi ve Gerekçesi	2
Araştırmanın Sınırlılıkları	3
Varsayımlar	4
Terim ve Tanımlar.....	4
İKİNCİ BÖLÜM	7
Kuramsal Çerçeve ve İlgili Araştırmalar	7
İklim Değişikliği	9
5E Öğrenme Modeli.....	16
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM.....	29
Yöntem	29
Araştırma Yöntemi.....	29
Araştırmanın Örneklemi.....	30
Veri Toplama Araçları	30
Uygulama	31
Verilerin Analizi.....	32
Araştırmacı Rolü	32
Geçerlik ve Güvenirlik.....	33
DÖRDÜNCÜ BÖLÜM	34
Bulgular	34
BEŞİNCİ BÖLÜM	41

Tartışma ve Sonuç	41
Öneriler	45
KAYNAKÇA	47
EKLER	54
EK-1. Etik Kurul Kararı	54
EK-2. İklim Değişikliği Farkındalık Ölçeği	56
EK-3. İklim Değişikliği Kaygı Ölçeği	59
EK-4. Milli Eğitim Bakanlığı Araştırma İzin Belgesi	60
ÖZ GEÇMİŞ	61



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. <i>Kıtasal ve Küresel Sıcaklık Değişimlerinin Gözlemlerle ve İklim Modelleriyle Karşılaştırılması. (IPCC,2007, Şekil SPM-4, s. 11.)</i>	11
--	----



TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1. <i>Kontrol ve Deney Gruplarında Yapılan Çalışmalar</i>	29
Tablo 2. <i>Çalışma Gruplarına Yapılan Normallik Testi İstatistikleri.....</i>	34
Tablo 3. <i>Deney ve Kontrol Gruplarının Farkındalık Ön Test Puanlarına İlişkin Bağımsız Örneklem t-Testi Sonuçları</i>	35
Tablo 4. <i>Deney ve Kontrol Gruplarının Kaygı Ön Test Puanlarına İlişkin Bağımsız Örneklem t-Testi Sonuçları</i>	36
Tablo 5. <i>Kontrol Grubu Farkındalık ve Kaygı Bağımlı t-testi Sonuçları</i>	36
Tablo 6. <i>Deney Grubu Farkındalık ve Kaygı Bağımlı t-testi Sonuçları</i>	37
Tablo 7. <i>Deney ve Kontrol Gruplarının Farkındalık Son Test Puanlarına İlişkin Bağımsız Örneklem t-Testi Sonuçları</i>	38
Tablo 8. <i>Deney ve Kontrol Gruplarının Kaygı Son Test Puanlarına İlişkin Bağımsız Örneklem t-Testi Sonuçları</i>	39

BİRİNCİ BÖLÜM

Giriş

İklim değışikliğı, 21. yüzyılda dünya genelinde etkileri her geçen gün artan çevresel, ekonomik ve toplumsal bir sorun olarak dikkat çekmektedir. Sanayi devrimiyle birlikte artan fosil yakıt kullanımı, ormansızlaşma, yoğun kentleşme ve sanayileşme, atmosfere salınan sera gazı miktarını önemli ölçüde artırmıştır. Bu durum, küresel sıcaklıkların yükselmesine, iklim dengelerinin bozulmasına ve yaşamı tehdit eden çevresel problemlerin ortaya çıkmasına neden olmaktadır (IPCC, 2021). Dünya genelinde yaşanan kuraklık, sel, fırtına, orman yangınları, buzulların erimesi ve deniz seviyesindeki yükselmeler gibi olaylar, iklim değışikliğinin somut etkileri arasında yer almaktadır (NASA, 2022; Türkeş, 2021).

İklim değışikliğinin yalnızca çevreyle sınırlı bir sorun olmadığı; gıda güvenliği, su kaynakları, halk sağlığı ve göç hareketleri gibi alanlarda da önemli etkiler yarattığı bilinmektedir. Bu bağlamda, iklim değışikliğıyle mücadelede ulusal ve uluslararası politikaların yanı sıra eğitim sistemlerinin de etkin biçimde rol alması gerekmektedir. Çünkü iklim değışikliğine yönelik bilinçli bireylerin yetiştirilmesi, sürdürülebilir bir toplumun inşası için temel bir gerekliliktir (UNESCO, 2020).

Eğitim, bireylerin çevreyle olan ilişkilerini anlamalarını, çevresel sorunlara karşı duyarlılık geliştirmelerini ve çözüm üretme becerisi kazanmalarını sağlar. Özellikle örgün eğitim yoluyla öğrencilere kazandırılacak çevre okuryazarlığı, iklim değışikliğı gibi karmaşık konuların anlaşılması açısından büyük önem taşımaktadır (Demirkaya, 2008; Kılınç vd., 2008). Öğrencilerin çevreye yönelik tutumları ve davranışlarının gelişmesinde bilimsel süreç becerilerini destekleyen öğretim modelleri etkili olmaktadır. Bu bağlamda yapılandırmacı öğrenme anlayışı, öğrenci merkezli uygulamalarıyla anlamlı öğrenmeyi desteklemektedir.

Yapılandırmacı yaklaşımın sınıf içi uygulamalarındaki karşılığı olan 5E öğrenme modeli, öğrencilerin aktif katılımını teşvik eden ve bilimsel kavramları keşfederek öğrenmelerine olanak tanıyan bir öğretim stratejisidir. 5E modeli, dikkat çekme (engage), keşfetme (explore), açıklama (explain), derinleştirme (elaborate) ve değerlendirme (evaluate) olmak üzere beş aşamadan oluşmaktadır (Bybee vd., 2006). Bu aşamalar sayesinde öğrenciler, mevcut bilgi ve deneyimlerini yeni öğrenmelerle ilişkilendirme fırsatı bulmakta; aynı zamanda öğrendiklerini farklı bağlamlara transfer edebilmektedir. Türkiye’de yapılan birçok araştırma, 5E modelinin öğrencilerin kavramsal anlama düzeyleri, bilimsel süreç becerileri ve çevresel

tutumları üzerinde olumlu etkiler yarattığını ortaya koymaktadır (Güleç & Orhan, 2022; Günşen & Dağ, 2024).

İklim değişikliği gibi çok boyutlu bir konunun öğretiminde, öğrencilerin yalnızca bilgi sahibi olmaları değil; aynı zamanda bu bilgileri anlamlandırmaları, yorumlamaları ve çözüm önerileri geliştirmeleri beklenmektedir. Bu süreçte 5E modeli gibi aktif öğrenmeye dayalı yöntemlerin kullanılması, öğrencilerin hem kavramsal düzeyde hem de duyuşsal boyutta gelişim göstermelerine katkı sağlamaktadır. Ayrıca, çevresel duyarlılığın erken yaşlarda kazandırılması, öğrencilerin çevresel sorunlara karşı daha sorumlu bireyler olarak yetişmelerine olanak sunmaktadır (UNESCO, 2020; Güleç & Orhan, 2022).

Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın temel amacı, kimya dersi kapsamında ele alınan iklim değişikliğinin 5E öğrenme modeline dayalı öğretiminin, öğrencilerin çevresel farkındalıklarına ve kaygılarına olan etkisini belirlemektir. Araştırma kapsamında, yapılandırmacı öğrenme yaklaşımına dayalı olarak hazırlanan 5E modeline uygun ders etkinliklerinin, öğrencilerin iklim değişikliği konusundaki farkındalık ve kaygı düzeylerine etkisi incelenecektir. Bu amaç doğrultusunda, aşağıdaki araştırma problemlerine yanıt aranacaktır;

- 1- 5E öğrenme modelinin, öğrencilerin iklim değişikliğine yönelik çevresel farkındalıkları üzerine bir etkisi var mıdır?
- 2- 5E öğrenme modelinin, öğrencilerin iklim değişikliğine yönelik kaygı düzeyleri üzerine bir etkisi var mıdır?

Araştırmanın Önemi ve Gerekçesi

İklim değişikliği, küresel ölçekte etkileri her geçen gün artan ve insanlığın geleceğini tehdit eden bir çevresel krizdir. Bu sorunun etkili bir şekilde ele alınabilmesi, yalnızca teknolojik ve politik önlemlerle değil; bireylerin çevresel bilinç düzeylerinin artırılmasıyla da mümkündür. Bireylerin çevreye yönelik tutum, bilgi ve davranışlarının şekillenmesinde ise eğitimin rolü tartışılmazdır (UNESCO, 2020). Bu bağlamda, çevre eğitiminin erken yaşlarda sistemli ve bilimsel bir temele dayandırılması, sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmak açısından büyük önem taşımaktadır. Özellikle fen ve kimya eğitimi, öğrencilerin bilimsel kavramları anlamaları, doğadaki değişimleri açıklayabilmeleri ve bu değişimlerin insan kaynaklı boyutlarını fark etmeleri açısından kritik bir alan sunmaktadır (Kılınç vd., 2008). Ancak iklim değişikliği gibi karmaşık ve çok boyutlu konuların öğretiminde geleneksel yöntemler, öğrencilerin aktif katılımını ve derinlemesine kavramsal anlamayı desteklemekte yetersiz kalabilmektedir. Bu nedenle yapılandırmacı yaklaşımlara dayalı, öğrenci merkezli

öğretim modellerinin çevre eğitimi bağlamında uygulanabilirliği önem kazanmaktadır.

5E öğrenme modeli, öğrencilerin aktif katılımını teşvik eden, bilimsel süreç becerilerini geliştirmeye olanak tanıyan ve kalıcı öğrenmeyi destekleyen bir öğretim modelidir (Bybee vd., 2006). Bu araştırma, 5E modelinin iklim değişikliği gibi güncel ve yaşamsal bir konunun öğretimindeki etkisini deneysel olarak inceleyerek literatüre özgün bir katkı sunmayı hedeflemektedir. Ayrıca bu çalışma, hem iklim değişikliği eğitiminin etkililiğini artırmaya yönelik somut öneriler geliştirilmesi hem de çevre bilincinin artırılmasında öğretim yöntemlerinin rolünü bilimsel verilerle ortaya koyması bakımından önem taşımaktadır.

Araştırmanın Sınırlılıkları

Bu araştırma aşağıdaki sınırlılıklar çerçevesinde yürütülmüştür:

1. Çalışma, İstanbul ilinde yer alan bir devlet okulunun 10. sınıf düzeyinde öğrenim gören 100 öğrenci ile sınırlıdır.
2. Çalışma süresi, 2025–2026 eğitim-öğretim yılı güz dönemi ile sınırlıdır.
3. Uygulanan öğretim yöntemi, yalnızca 5E öğrenme modeli ile sınırlıdır.
4. Araştırma Milli Eğitim Bakanlığı’nın ilgili sınıf düzeyleri için belirlemiş olduğu iklim değişikliği kazanımlarıyla sınırlıdır.
5. Veri toplama araçları olarak “İklim Değişikliği Farkındalık Ölçeği” ve “İklim Değişikliği Kaygı Ölçeği” kullanılmış olup, çalışmanın bulguları bu ölçme araçlarının kapsamı ile sınırlıdır.
6. Ön test ve son test uygulamaları arasındaki sürede öğrencilerin okul dışı yaşantılarından, sosyal çevrelerinden veya medyadan edindikleri bilgiler üzerinde araştırmacının kontrolü bulunmamaktadır.
7. Öğrencilerin derse katılım düzeyleri, dikkatleri, motivasyonları ve verilen etkinliklere ne ölçüde önem verdikleri araştırma bulgularını etkileyebilecek sınırlayıcı unsurlardır.
8. Öğrencilerin ölçek sorularına verdikleri yanıtların doğruluğu, samimiyeti ve bilinç düzeyleri araştırmanın güvenilirliğini etkileyebilecek sınırlılıklar arasında yer almaktadır.
9. Araştırma bulguları yalnızca araştırma grubuna özgü olup, genellenebilirlik açısından sınırlıdır.

Varsayımlar

Bu araştırmada elde edilen bulguların geçerliliği ve güvenilirliği belirli varsayımlara dayanmaktadır. Aşağıda belirtilen varsayımlar, araştırmanın yürütülmesi ve yorumlanmasında temel alınan unsurları ifade etmektedir.

1. Araştırmaya katılan öğrencilerin uygulama sürecine gönüllü olarak katıldıkları ve sorumluluk bilinciyle hareket ettikleri varsayılmaktadır.
2. Uygulama süresince dışsal faktörlerin (okul yönetimi, öğretmen müdahalesi, çevresel etkenler vb.) araştırma sonuçlarını etkilemediği varsayılmaktadır.
3. Ölçme araçlarına verilen yanıtların, öğrencilerin gerçek duygu, düşünce ve bilgi düzeylerini yansıttığı kabul edilmektedir.
4. Uygulamanın yürütüldüğü ortamın veri toplama sürecini olumsuz etkileyecek dışsal uyarılardan arındırıldığı varsayılmaktadır.

Terim ve Tanımlar

5E Öğrenme Modeli: Yapılandırmacı öğretim anlayışına dayalı olarak geliştirilen ve öğrenme sürecini beş aşamada ele alan öğretim modelidir. Bunlar; dikkat çekme, keşfetme, açıklama, derinleştirme ve değerlendirme aşamalarına karşılık gelmektedir (Bybee vd., 2006).

Çevresel Farkındalık: Bireylerin çevre sorunlarını tanıması, bu sorunlara karşı duyarlılık geliştirmesi ve çözüm üretme sorumluluğu hissetmesi durumudur.

Kavramsal Anlama: Öğrencilerin bir konuya ilişkin temel kavramları doğru, anlamlı ve kalıcı biçimde öğrenmeleri ve bu bilgileri farklı bağlamlara transfer edebilme yeterliliğidir.

İklim Değişikliği: İnsan faaliyetleri ve doğal süreçler sonucunda atmosferdeki sera gazı yoğunluğunun artmasıyla ortaya çıkan uzun dönemli sıcaklık ve hava durumu değişiklikleridir.

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change):Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli'dir; iklim değişikliği ile ilgili bilimsel, teknik ve sosyo-ekonomik bilgileri değerlendiren uluslararası bir kuruluştur.

AR4 (Fourth Assessment Report): IPCC tarafından 2007 yılında yayımlanan Dördüncü Değerlendirme Raporu'dur.

CO₂ (Karbondiyoksit): Fosil yakıtların yakılması ve arazi kullanımındaki değişikliklerle atmosfere salınan başlıca sera gazıdır.

CH₄ (Metan): Tarımsal faaliyetler, hayvancılık, atık yönetimi ve fosil yakıt çıkarımı kaynaklı güçlü bir sera gazıdır.

N₂O (Diazot monoksit): Tarımsal gübre kullanımı ve sanayi faaliyetlerinden kaynaklanan sera gazıdır.

NASA (National Aeronautics and Space Administration): Amerika Birleşik Devletleri'nin uzay araştırmaları ve havacılık alanındaki çalışmalarını yürüten ulusal kurumdur. İklim değişikliği gözlemleri ve küresel ısınma verileri konusunda önemli bilimsel katkılar sunmaktadır.

UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change): Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'dir. 1992 yılında kabul edilmiş, küresel iklim değişikliğiyle mücadelede taraf devletlerin ortak bir zemin üzerinde iş birliği yapmalarını amaçlayan uluslararası bir çevre sözleşmesidir.

UNESCO (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization): Birleşmiş Milletler Eğitim, Bilim ve Kültür Örgütü'dür. Eğitim, bilim, kültür ve iletişim alanlarında uluslararası iş birliğini teşvik ederek barışın, sürdürülebilir kalkınmanın ve insan haklarının korunmasına katkı sağlamayı amaçlayan bir Birleşmiş Milletler kuruluşudur.

FCCC (Framework Convention on Climate Change): Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'dir. 1992 yılında kabul edilen ve iklim değişikliğiyle mücadelede uluslararası çabaları koordine etmeyi amaçlayan temel çevre anlaşmasıdır.

A1FI (Fossil Intensive Scenario): Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) tarafından geliştirilen Özel Emisyon Senaryoları Raporu (SRES) kapsamında yer alan A1 senaryo ailesinin “yoğun fosil yakıt kullanımı” alt senaryosudur. Bu senaryo, hızlı ekonomik büyüme, nüfusun yüzyıl ortasında zirveye ulaşp sonrasında azalması ve teknolojik gelişmelerin hızla yayılması ile şekillenen bir dünyada, kömür, petrol ve doğal gaz gibi fosil yakıtların enerji üretiminde baskın rolünü sürdürmesini varsayar ve en yüksek sera gazı emisyonları ile küresel ısınma düzeylerini öngörür.

EPA (Environmental Protection Agency / Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı): 1970 yılında kurulan EPA, Amerika Birleşik Devletleri'nin çevre politikalarını uygulamak, insan sağlığını ve çevreyi korumak amacıyla faaliyet gösteren federal düzeyde bir kurumdur. Ajans; hava, su ve toprak kalitesinin korunması, kirliliğin önlenmesi, iklim değişikliğinin etkilerinin azaltılması ve çevresel düzenlemelerin uygulanması gibi konularda görev yapar. Ayrıca çevre verilerini toplar, bilimsel araştırmalar yürütür ve kamuoyunu çevresel riskler hakkında bilgilendirir.

ECS: Atmosferdeki karbondioksit (CO₂) yoğunluğunun iki katına çıkması durumunda, küresel ortalama yüzey sıcaklığının uzun vadede ne kadar artacağını ifade eden iklim duyarlılığı göstergesidir.



İKİNCİ BÖLÜM

Kuramsal Çerçeve ve İlgili Araştırmalar

İklim değışikliğı, 21. yüzyılın en kritik küresel sorunlarından biri olarak çevresel, ekonomik ve toplumsal alanlarda etkilerini giderek daha fazla hissettirmektedir. Sanayi devrimiyle birlikte artan fosil yakıt tüketimi, ormansızlaşma, kentleşme ve sanayileşme gibi insan kaynaklı faaliyetler, atmosferdeki sera gazı birikimini ciddi ölçüde artırmış, bu da küresel sıcaklıkların yükselmesine ve iklim sisteminde geri dönüşü zor olan bozulmalara yol açmıştır. IPCC (2021) raporuna göre, insan etkisiyle ortaya çıkan sera gazı emisyonları, küresel sıcaklık artışının temel nedeni olup, dünya genelinde sel, kuraklık, orman yangınları, buzulların erimesi ve deniz seviyesi yükselmesi gibi doğal afetlerin sıklıkla yaşanmasına sebebiyet vermektedir. NASA (2022) verileri de son yüzyılda ortalama sıcaklık artışının 1.1°C'yi aştığını ortaya koymaktadır.

İklim, biyolojik türlerin dağılım sınırlarını belirleyen en temel çevresel faktörlerden biridir. Ancak son yıllarda gözlemlenen hızlı iklim değışiklikleri, birçok türün yaşamsal nişlerinde kaymalar meydana getirerek, coğrafi dağılım sınırlarının genişlemesine veya daralmasına neden olmaktadır. Thomas (2010), iklim değışikliğinin yalnızca sıcaklık artışı şeklinde algılanmaması gerektiğini, aynı zamanda yağış rejimi, ekstrem hava olayları ve mevsimsellik gibi faktörlerin de türlerin dağılım alanlarını önemli ölçüde etkilediğini vurgulamaktadır. Araştırmada, türlerin üst sıcaklık sınırları ile alt sıcaklık sınırlarının farklı şekilde tepki verdiği; bu nedenle her türün iklim değışikliğine aynı yönde yanıt vermediği ifade edilmektedir.

İklim değışikliğı, yalnızca ortalama sıcaklıklarda meydana gelen artışlarla sınırlı kalmamakta, aynı zamanda iklim sisteminde meydana gelen değışkenliklerin sıklığını ve şiddetini de artırmaktadır. Thornton vd. (2014), iklim değışkenliğinin, özellikle geçim kaynakları iklime duyarlı olan topluluklarda kırılganlığı artırdığını ve bu durumun iklim değışikliğıyle başa çıkma kapasitesini sınırladığını belirtmektedirler. Çalışma, iklim değışkenliğinin hem kısa vadeli aşırı hava olayları (kuraklık, sel, sıcak hava dalgaları) hem de uzun vadeli iklim eğilimleri yoluyla etkili olduğunu ve bu durumun yoksul, kırsal ve tarımsal bölgelerde daha belirgin şekilde yaşandığını ortaya koymaktadır.

Makalede, iklim kırılganlığının yalnızca çevresel değil; sosyoekonomik, kurumsal ve kültürel boyutlarla şekillendiği vurgulanmakta ve bu çok boyutlu yapının etkili bir adaptasyon politikası geliştirilmesinde dikkate alınması gerektiği savunulmaktadır. Özellikle gelişmekte olan

ülkelerdeki düşük gelirli toplulukların, bilgiye erişim eksikliği, sınırlı altyapı ve zayıf yönetim koşulları nedeniyle iklim değişikliğine daha açık hâle geldiği belirtilmiştir. Bu durum, iklim değişikliğiyle mücadelede yalnızca çevresel değil, aynı zamanda sosyal adalet ve eşitlik temelli yaklaşımların benimsenmesi gerektiğini ortaya koymaktadır (Thornton vd., 2014).

Bu bağlamda, yayılış sınırlarının ekolojik toleranslara göre yeniden şekillenmesi, hem ekosistem bütünlüğünü hem de türler arası etkileşimleri yeniden tanımlamaktadır. Thomas (2010), iklim değişikliğine bağlı olarak bazı türlerin yüksek rakımlara veya enlemlere doğru göç ettiğini, buna karşılık bazı türlerin iklim değişikliğine adapte olamayarak dağılım alanlarını kaybettiklerini belirtmektedir. Özellikle özel habitat gereksinimlerine sahip türler, bu süreçte daha büyük risk altındadır. Bu durum, biyolojik çeşitlilik üzerinde hem yerel hem de küresel ölçekte tehdit oluşturmakta; dolayısıyla iklim politikalarının yalnızca insan faaliyetleriyle sınırlı kalmaması, aynı zamanda biyolojik sistemleri de kapsayacak şekilde genişletilmesi gerektiğini göstermektedir.

Ekolojik sınırların kayması, eğitim açısından da önemli bir öğretim aracı olarak değerlendirilebilir. Öğrencilere yalnızca iklimin fiziksel etkileri değil, aynı zamanda canlılar üzerindeki dolaylı etkileri de örneklerle gösterilerek sistemsel düşünme becerileri geliştirilebilir. İklim değişikliğiyle mücadelede biyolojik çeşitliliğin korunması, yalnızca çevresel değil, aynı zamanda etik ve toplumsal bir sorumluluk olarak ele alınmalıdır. Bu nedenle Thomas'ın (2010) çalışması, ekolojik boyutlu iklim eğitimi açısından önemli bir bilimsel dayanak sunmaktadır.

"Küresel ısınma" terimi genellikle dünya genelinde gözlemlenen sıcaklık artışını ifade ederken, "iklim değişikliği" bu sıcaklık artışına bağlı olarak meydana gelen uzun vadeli hava durumu değişimlerini ve çevresel etkileri kapsayan daha geniş bir kavramdır. Bu nedenle eğitim süreçlerinde iki kavramın ayırt edilerek ele alınması, öğrencilerde kavramsal netlik sağlamak açısından önemlidir.

Bu kapsamlı küresel sorun karşısında bireylerin bilgi düzeyi, tutumu ve davranışları kritik önem taşımaktadır. Uluslararası belgeler olan Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (UNFCCC, 1992) ve Paris Anlaşması (2015), iklim değişikliğinin sadece çevresel değil, aynı zamanda eğitsel bir mesele olduğunu ortaya koymakta; halkın katılımı, eğitimi ve farkındalığının artırılması gerektiğini vurgulamaktadır. UNESCO (2020) da, sürdürülebilir bir toplum inşası için iklim okuryazarlığının erken yaşta kazandırılması gerektiğini belirtmektedir. Reid (2019), eğitim yoluyla bu farkındalığın geliştirilmesinin yalnızca bireysel davranışlarda değil, toplumsal dönüşümde de etkili olduğunu ileri sürmektedir.

İklim Değişikliği

İklim değişikliği, yalnızca çevresel bir sorun olarak değil; aynı zamanda sosyal, ekonomik ve politik sonuçlar doğuran çok boyutlu bir kriz alanı olarak değerlendirilmektedir. Küresel ölçekte meydana gelen bu değişim, farklı bilimsel disiplinlerde çeşitli biçimlerde tanımlanmakta ve yorumlanmaktadır. Özellikle iklim değişikliğinin tanımı, bilimsel topluluklarla uluslararası politika yapıcılar arasında farklılık göstermektedir. Bu farklılıklar, iklim politikalarının geliştirilmesinde ve uygulanmasında önemli anlaşmazlıklara neden olmaktadır.

Kunreuther vd. (2013), iklim değişikliğinin neden olduğu risklerin doğası gereği belirsiz, geri döndürülemez ve yüksek maliyetli sonuçlar doğurabileceğini belirtmektedir. Bu nedenle, iklim değişikliğiyle mücadelede klasik fayda-maliyet analizlerinin ötesinde, “önlem alma ilkesi” gibi daha koruyucu stratejilerin benimsenmesi gereklidir. Özellikle sera gazı emisyonlarının azaltılmasına yönelik alınacak tedbirlerin geciktirilmesi, gelecekte telafisi mümkün olmayan sonuçlara neden olabilir. Bu bağlamda, küresel ölçekte düşük olasılıklı ancak yüksek etkili olaylara karşı hazırlıklı olunması gerektiği vurgulanmaktadır.

Makalede dikkat çekilen bir diğer önemli nokta ise “denge iklim duyarlılığı” (ECS – Equilibrium Climate Sensitivity) kavramıdır. ECS değeri, atmosferdeki CO₂ konsantrasyonlarının iki katına çıkması durumunda dünyanın ortalama sıcaklığının ne kadar artacağını göstermektedir. Çalışmada yer verilen grafiksel analizlere göre, 3°C üzeri bir ECS değerine ulaşma olasılığı %50’yi geçmektedir (Kunreuther vd., 2013, s. 449). Bu durum, küresel ısınmanın düşündüğümüzden daha hızlı ve kontrolsüz gerçekleşebileceğini ve bu senaryonun ciddi fiziksel ve sosyoekonomik sonuçlar doğurabileceğini göstermektedir. Bu nedenle, yalnızca iklim değişikliğini durdurmaya değil, aynı zamanda onun olası etkilerine karşı dayanıklı sistemler geliştirmeye odaklanan “çift yönlü stratejiler”in benimsenmesi önerilmektedir.

Bu yaklaşımlar eğitim bağlamında değerlendirildiğinde, öğrencilerin yalnızca bilimsel verilerle değil; aynı zamanda belirsizlik, karar verme, önlem alma ve risk yönetimi gibi üst düzey düşünme becerileriyle donatılması gerekliliği ortaya çıkmaktadır. İklim değişikliği gibi karmaşık bir olgunun anlaşılması için disiplinler arası bakış açısı ve uzun vadeli düşünme alışkanlığı kazandırılmalıdır.

Birleşmiş Milletler’e bağlı Hükûmetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC), iklim değişikliğini “zaman içinde doğal değişkenlik ya da insan etkinlikleri sonucu oluşan her türlü iklim değişimi” olarak tanımlamaktadır. Buna karşın, İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (FCCC), iklim değişikliğini yalnızca “doğrudan ya da dolaylı olarak insan faaliyetlerine

atfedilebilen ve atmosferin bileşimini bozan değişiklikler” olarak tanımlamaktadır. Bu iki tanım arasındaki ayrım, yalnızca bilimsel bir tercih değil; aynı zamanda uygulanacak politika stratejileri üzerinde de doğrudan etkili olan bir çerçeve farklılığıdır (Pielke, 2004).

Pielke’ye (2004) göre, bu tanımsal uyumsuzluk, iklim değişikliğiyle ilgili alınacak önlemlerde bir duraksamaya yol açmakta ve politika süreçlerinin işlevselliğini sekteye uğratmaktadır. FCCC’nin dar kapsamlı tanımı, yalnızca sera gazı emisyonları gibi insan kaynaklı değişimlere odaklanırken; IPCC’nin daha geniş bakış açısı, doğal ve insan kaynaklı tüm değişimleri kapsamakta ve bu sayede daha bütüncül çözümler geliştirilmesine imkân tanımaktadır. Bu bağlamda, iklim değişikliğini yalnızca sera gazı salınımlarıyla sınırlı bir çevresel sorun olarak değil; uyum, direnç ve toplumsal kırılganlık gibi kavramlarla iç içe geçmiş, çok boyutlu bir gerçeklik olarak ele almak gerekmektedir.

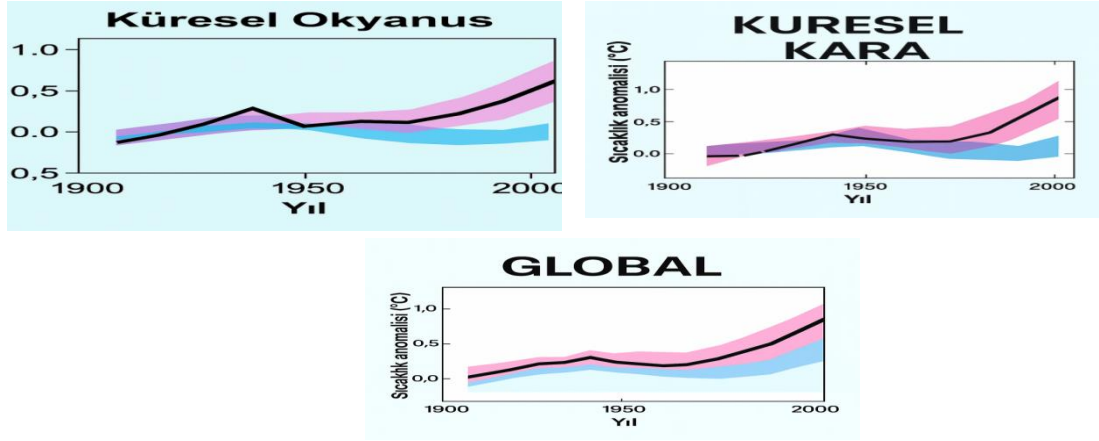
Dolayısıyla bu araştırmada, iklim değişikliği kavramı, IPCC’nin bilimsel tanımına uygun biçimde ele alınmakta; yalnızca insan kaynaklı değil, doğal değişkenliklerin de hesaba katıldığı bir yaklaşım benimsenmektedir. Bu yaklaşım, öğrencilerin çevresel farkındalık düzeylerini geliştirirken aynı zamanda iklim krizinin çok yönlü yapısını kavramalarına da katkı sağlamayı amaçlamaktadır.

İklim değişikliği, atmosferdeki sera gazı yoğunluklarının artışıyla doğrudan bağlantılı, insan faaliyetlerinin çevresel sonuçlarını yansıtan çok boyutlu bir kriz alanıdır. Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli’nin (IPCC) Dördüncü Değerlendirme Raporu’nda (AR4) ortaya koyduğu bulgular, insan etkisinin küresel iklim sistemi üzerindeki rolünü açıkça ortaya koymaktadır (IPCC, 2007).

Rapora göre, bu artışların temel nedeni fosil yakıt kullanımı ve arazi kullanımındaki değişikliklerdir. Sadece son on yıldaki ortalama artış oranı, 1960–2005 döneminin ortalamasının üzerinde seyretmiştir. Bu veriler, insan etkisinin iklim sistemindeki bozucu rolünü doğrulamakta ve iklim değişikliğinin temel belirleyicisinin antropojenik faaliyetler olduğunu göstermektedir (IPCC, 2007, s. 2–3).

Ayrıca iklim sisteminin geleceğine dair yapılan projeksiyonlar da ciddi uyarılar içermektedir. Farklı emisyon senaryoları altında yapılan modelleme çalışmalarına göre, sera gazı emisyonları mevcut hızında devam ederse 21. yüzyıl boyunca ortalama küresel sıcaklık artışının 1.8°C ile 4.0°C arasında olacağı tahmin edilmektedir. En yüksek emisyon senaryosu olan A1FI senaryosu altında bu artışın 6.4°C’ye kadar çıkabileceği öngörülmektedir (IPCC, 2007, s. 13). Sera gazı emisyonlarına bağlı kıtaların sıcaklık değişimi şekil 3’te gösterilmiştir.

Şekil 1. Kıtasal ve Küresel Sıcaklık Değişimlerinin Gözlemlerle ve İklim Modelleriyle Karşılaştırılması. (IPCC,2007, Şekil SPM-4, s. 11.)



Bu sıcaklık artışları, yalnızca termal etkilerle sınırlı kalmamakta, aynı zamanda deniz seviyesinde yükselme, kutup buzullarının erimesi, tropikal fırtınaların şiddetinde artış, sıcak hava dalgalarının sıklığında ve etkisinde yükselme gibi çok çeşitli olumsuz sonuçlara yol açmaktadır. Nitekim IPCC, bu sonuçların çoğunun insan kaynaklı olduğu yönünde yüksek düzeyde bilimsel güvence sunmaktadır (IPCC, 2007, s. 12–17).

Sonuç olarak, IPCC'nin 2007 tarihli raporu, iklim değişikliğinin yalnızca çevresel değil, aynı zamanda sosyal ve ekonomik yapıları da dönüştürebilecek güçte bir kriz olduğunu ortaya koymaktadır. Bu bağlamda, eğitim ve bilinçlendirme faaliyetlerinin artırılması, karbon ayak izinin azaltılması ve sürdürülebilir politikaların uygulanması gibi stratejiler hayati önem taşımaktadır.

İklim değişikliği, yalnızca sıcaklık artışlarıyla sınırlı kalmayan, ekosistemleri, ekonomileri ve halk sağlığını etkileyen çok yönlü bir kriz alanıdır. Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı'nın 2016 yılında yayımladığı rapora göre, iklim değişikliğinin ada toplulukları üzerindeki etkileri son derece belirgindir (EPA, 2016).

Guam örneğinde, deniz seviyesindeki yükselme önemli bir tehdit oluşturmaktadır. 1993 yılından itibaren yılda ortalama 9 mm yükselen deniz seviyesi, küresel ortalamanın yaklaşık dört katıdır. Bu durum, kıyı erozyonunu hızlandırmakta ve altyapı sistemlerini tehdit etmektedir (EPA, 2016, s. 1). Raporda ayrıca, iklim değişikliğinin halk sağlığı üzerindeki riskleri vurgulanmıştır. Artan sıcaklıklar, sivrisinek kaynaklı hastalıkların yayılımını artırmakta; özellikle dang humması ve zika gibi hastalıkların bulaşma riski yükselmektedir. Ayrıca aşırı yağışlar ve seller, içme suyu sistemlerini kirleterek salgın hastalık riskini artırmaktadır (EPA, 2016, ss. 2–3).

Sosyolojik bakış açısıyla değerlendirildiğinde, küresel iklim değişikliği yalnızca çevresel değil, aynı zamanda toplumsal bir kriz olarak ele alınmalıdır. Dietz vd. (2020), insan

kaynaklı sera gazı salımlarının tarihsel süreçte hızla arttığını ve bu artışın yalnızca bireysel davranışlardan değil, makro düzeyde politik ekonomi, meso düzeyde kurumsal yapı ve mikro düzeyde bireysel değer, tutum ve normlardan kaynaklandığını belirtmektedir. Yazarlar, sosyolojinin bu kapsamda iklim adaleti, toplumsal eşitsizlikler ve çevresel kırılganlık gibi alanlara önemli katkılar sunduğunu vurgulamaktadır. Bu bağlamda, iklim değişikliğine karşı toplumsal dönüşümün yalnızca teknolojik çözümlerle değil, kültürel, politik ve yapısal müdahalelerle sağlanabileceği ifade edilmektedir. Ayrıca makalede, kadınlar, yerli halklar, engelli bireyler ve kuir (queer) topluluklar gibi dezavantajlı grupların iklim değişikliğinden orantısız şekilde etkilendiği ve bu durumun iklim adaleti kavramının merkezine yerleştirilmesi gerektiği savunulmaktadır.

İklim değişikliği, yalnızca fiziksel çevreyi değil, ekolojik dengeyi ve biyolojik çeşitliliği de derinlemesine etkileyen karmaşık bir küresel sorun olarak tanımlanmaktadır. Thuiller (2007), bu değişimin etkilerinin kısa vadede habitat tahribatı, azot kirliliği ve istilacı türlerin yayılması gibi etmenlerle birleştiğinde daha da yıkıcı bir hal aldığını belirtmektedir. Özellikle sıcaklık artışları, türlerin yaşam alanlarını 160 km kadar kuzeye ya da 500 m daha yüksek rakımlara taşımasını gerektirebilmektedir. Bu durum, özellikle dağ ekosistemleri gibi göç kapasitesi sınırlı olan türler için ciddi riskler barındırmaktadır. Ayrıca, artan atmosferik CO₂ ve azot seviyeleri, bazı bitki türlerine avantaj sağlayarak ekosistem içi rekabeti ve tür kompozisyonunu kökten değiştirebilmektedir. Thuiller'in aktardığına göre, bu etkilerden kaynaklanan tür göçleri, çiçeklenme ve çiftleşme dönemlerinde değişiklikler ve ekosistem hizmetlerindeki azalma gibi sonuçlar, insan refahını da doğrudan tehdit etmektedir. Sonuç olarak, iklim değişikliğinin biyolojik çeşitlilik üzerindeki etkilerinin, yalnızca mevcut durum üzerinden değil, olasılıklı senaryolar ve ileriye dönük modellemelerle değerlendirilmesi gerektiği vurgulanmaktadır.

İklim değişikliğinin etkilerini değerlendirmek, yalnızca sera gazı salımına odaklanan dar bir perspektiften değil, aynı zamanda ekolojik, jeolojik ve sosyoekonomik süreçleri birlikte analiz eden bütüncül bir yaklaşımla ele alınmalıdır. McNutt (2013), iklim değişikliği etkilerinin artan hızına ve bu sürecin diğer çevresel bozulmalarla (ötrofikasyon, kirlilik, habitat kaybı vb.) birlikte meydana gelmesine dikkat çekerek, bu durumun yalnızca iklim sistemini değil, aynı zamanda canlı türlerini, ekosistem hizmetlerini ve insan refahını da doğrudan tehdit ettiğini belirtmektedir. Yazara göre, "iklim değişikliklerinin neden olduğu çevresel değişimler, birçok türün uyum sağlayamayacağı kadar hızlı olacak ve bu durum yaygın yok oluşlara yol açacaktır" (McNutt, 2013, s. 435). Bu ifade, biyolojik çeşitlilik kaybının yalnızca iklimsel etkilere değil, aynı zamanda bu etkilerin hızına bağlı olduğunu vurgulamaktadır.

Makale, geçmiş jeolojik dönemlere dayalı analog örneklerin geleceğe dair senaryolar oluşturmakta kullanılabileceğini, ancak günümüzde karşılaşılan kümülatif çevresel streslerin (örneğin, habitat parçalanması, okyanus asitlenmesi, düşük oksijen seviyeleri gibi) bu senaryoları daha da karmaşık hâle getirdiğini belirtmektedir. Nitekim yazar, “dünya’nın çevresinin nasıl değişebileceğini gerçekten anlayabilmek için çözülmesi gereken asıl sorun, birikimli etkiler sorunudur” (McNutt, 2013, s. 435) ifadesiyle, çevresel krizlerin tekil değil, iç içe geçmiş çoklu etkilerle değerlendirildiğinde anlaşılabilirliğini vurgular. Bu bakış açısı, 5E öğrenme modeli ile yapılandırılmış çevre eğitiminde özellikle öğrencilerin sistemler arası ilişki kurma, karmaşık problemleri analiz etme ve çözüm üretme becerilerinin geliştirilmesi açısından son derece önemlidir.

Özellikle düşük enlemlerdeki kırılgan tarım sistemlerinin daha sık başarısızlığa uğrayacağı ve okyanus üretkenliğindeki düşüşün deniz kaynaklarına bağımlı toplumları doğrudan etkileyeceği öngörüsü (McNutt, 2013), iklim değişikliğinin sosyoekonomik etkilerinin de eğitim bağlamında ele alınması gerektiğini göstermektedir. Bu bağlamda, iklim değişikliği eğitimi yalnızca bilimsel bilgi aktarımından ibaret olmamalı; aynı zamanda gelecek nesillerin ekolojik okuryazarlık, çevresel sorumluluk ve karar verme becerilerini geliştirecek nitelikte yapılandırılmalıdır.

İklim değişikliğiyle mücadele kapsamında yürütülen politikaların büyük bir kısmı, ekonomik büyümenin sürdürülebilirliğini ön planda tutarak şekillendirilmektedir. Ancak bu yaklaşım, küresel sıcaklık artışını 2 °C ile sınırlama hedefiyle çalışmaktadır. Anderson ve Bows (2012), mevcut iklim politikalarının, bilimsel gereklilikleri dikkate almak yerine, politik ve ekonomik kabul edilebilirliğe göre düzenlendiğini ileri sürmektedir. Bu durum, gerçekçi azaltım hedeflerinin sürekli ertelenmesine ve uzun vadede iklim krizinin derinleşmesine neden olmaktadır.

Araştırmacılar, küresel düzeyde emisyonların 2020 yılına kadar zirveye ulaşması ve sonrasında yıllık %10 oranında azaltılması gerektiğini belirtmektedirler. Bu oran, mevcut ekonomik sistemin sınırları içinde uygulanması oldukça güç bir hedef olarak değerlendirilmekte ve bu nedenle çoğu zaman göz ardı edilmektedir. Ancak emisyonların kümülatif yapısı gereği, geciken her önlem, iklim sisteminde geri dönüşü olmayan sonuçlar doğurma potansiyeline sahiptir. Bu nedenle Anderson ve Bows (2012), bilim insanlarının yalnızca teknik bilgi sunmakla kalmayıp, aynı zamanda sistem eleştirisi yapabilen etik sorumluluk sahibi aktörler olmaları gerektiğini savunmaktadır.

Makale, bilimsel raporlamada görülen uygunluk yanlılığına da dikkat çekmektedir. Bilim insanlarının, karar vericiler tarafından uygulanabilir görünen senaryolara odaklanmaları,

iklim politikalarının etkisizleşmesine yol açmaktadır. Bu durum, iklim değişikliğiyle mücadelede bilimsel gerçeklerin arka plana itildiğini göstermektedir. Anderson ve Bows (2012), bu eleştirileri dile getirerek iklim biliminin bağımsız ve gerçekçi bir söylem geliştirmesi gerektiğini vurgulamaktadır.

Yazarlar, mevcut ekonomik yapıların sınırları içinde kalınarak yürütülen azaltım politikalarının yetersiz olduğunu ve bu nedenle yeni bir paradigma geliştirilmesi gerektiğini ileri sürmektedir. Bu yeni yaklaşımda, iklim değişikliği yalnızca teknik bir sorun olarak değil, aynı zamanda sosyal adalet, ekonomik eşitsizlik ve değerler sistemiyle ilişkilendirilen bütüncül bir kriz olarak ele alınmalıdır. Anderson ve Bows (2012), bu nedenle piyasa odaklı değil, toplumsal dönüşüme dayalı politikaların ön plana çıkarılması gerektiğini ifade etmektedir.

Bu perspektif, yalnızca politika yapıcılar için değil, aynı zamanda eğitimciler için de önem taşımaktadır. İklim eğitiminin yalnızca bilimsel bilgi aktarımıyla sınırlı kalmaması; sistemsel düşünme, eleştirel değerlendirme ve etik sorumluluk gibi üst düzey becerileri de kapsamı gerekmektedir. Bu bağlamda Anderson ve Bows'un ortaya koyduğu paradigmaya dayalı iklim eğitimi yaklaşımı, bireylerin çevresel krizleri çok boyutlu değerlendirebilmelerine olanak tanıyacak şekilde yeniden yapılandırılmalıdır.

İklim değişikliği, yalnızca bilimsel bir olgu olarak değil, aynı zamanda toplumsal, kültürel ve pedagojik boyutlarıyla da ele alınması gereken karmaşık bir süreçtir. Bu doğrultuda iklim değişikliği eğitimi, öğrencilerin yalnızca bilgi edinmesini değil; aynı zamanda yaşadığı çevreyle daha derin bağlar kurmasını, eleştirel düşünme becerilerini geliştirmesini ve toplumsal sorumluluk üstlenmesini hedefleyen bütüncül bir öğrenme alanı olarak öne çıkmaktadır. Stevenson vd. (2017), iklim eğitiminin geleneksel bilim temelli içerik aktarımının ötesine geçerek, çevresel adalet, yerel bağlam, eylem odaklı öğrenme ve umut temelli yaklaşımları içermesi gerektiğini vurgulamaktadır. Yazarlara göre, eğitim yalnızca mevcut durumu açıklamakla kalmamalı, aynı zamanda değişimin mümkün olduğuna dair duygusal ve sosyal dayanakları da güçlendirmelidir.

İklim değişikliği eğitiminde temel amaç, bireyin çevresel farkındalığını artırmakla sınırlı olmayıp, aynı zamanda sistemsel düşünme, birlikte hareket etme ve dönüştürücü eyleme katılma kapasitelerini de geliştirmektir. Stevenson vd. (2017), iklim değişikliği eğitiminde öğrencilerin yalnızca bilgiye ulaşmakla yetinmeyip, iklim sistemine etki eden politik, ekonomik ve sosyal yapıları da sorgulayabilmesini sağlayacak bir öğrenme ortamına ihtiyaç olduğunu belirtmektedirler. Bu bağlamda, öğretim programları bilimsel gerçeklikler kadar, etik değerler, kültürel kimlikler ve toplumsal eşitsizlikler gibi konuları da içermelidir. Eğitimciler bu süreci

yalnızca bir bilgi aktarma süreci olarak değil, öğrencilerle birlikte öğrenilen ve toplumsal farkındalık yaratan bir eylem alanı olarak görmelidir.

Makale ayrıca, iklim değişikliği eğitiminin öğrencilerin duygusal süreçlerini de dikkate alması gerektiğini ortaya koymaktadır. Zira iklim krizine yönelik kaygı, belirsizlik ve çaresizlik hissi, özellikle genç bireyler arasında yaygınlaşmaktadır. Stevenson vd. (2017), bu duygusal yükü dengeleyebilmek adına umut odaklı bir yaklaşımın önemine dikkat çekmektedir. Öğrencilerin çevresel felaketlerle başa çıkabilme kapasitesini geliştirmek, yalnızca bilgi düzeyinde değil, aynı zamanda psikolojik dayanıklılık açısından da kritik bir eğitimsel amaçtır. Bu bağlamda, iklim değişikliği eğitimi, öğrencilerin değişimin mümkün olduğuna inanmasını sağlayan, dayanışmayı ve yerel eylemi teşvik eden bir yapıya sahip olmalıdır.

İklim değişikliği eğitimi, mevcut müfredatların sınırlarını aşan disiplinlerarası bir yapı gerektirmektedir. Sadece fen bilimleri değil; sosyal bilgiler, etik, vatandaşlık eğitimi ve hatta sanat gibi alanlarla da ilişkilendirilebilen bir içerik zenginliğine sahiptir. Stevenson vd. (2017), iklim değişikliğinin yalnızca doğal sistemleri değil, aynı zamanda insanlar arası ilişkileri ve sosyal düzeni de dönüştürdüğünü ifade ederek, iklim okuryazarlığının çok yönlü gelişimini gerekli kılmaktadırlar. Bu kapsamda geliştirilen öğrenme ortamları, öğrencilerin kendi yaşantılarına dayalı çözüm önerileri üretmelerine ve aktif yurttaşlık bilinciyle hareket etmelerine olanak sağlayabilir.

Sonuç olarak, Stevenson vd. (2017) çalışması, iklim değişikliği eğitime dair pedagojik yaklaşımları çok boyutlu olarak ele alması bakımından literatürde önemli bir yere sahiptir. Tez bağlamında bu yaklaşım, öğrencilere yalnızca kavramsal bilgi kazandırmakla kalmayıp, aynı zamanda onların değer geliştirme, eleştirel düşünme, sistemsel ilişki kurma ve toplumsal dönüşüm süreçlerine katılma yeterliklerini artırma yönünde bilimsel bir dayanak sağlamaktadır.

Öğrencilerin iklim değişikliği konusundaki kavramsal düzeylerini ve farkındalıklarını artırmak eğitim sistemlerinin öncelikli hedeflerinden biri olmalıdır. Ancak yapılan araştırmalar, ülkemizde özellikle ortaöğretim düzeyinde bu konuda yeterli düzeyde çalışma yapılmadığını ve öğrencilerin bilgi düzeylerinin genellikle yetersiz olduğunu göstermektedir. Atik ve Doğan (2019) tarafından yapılan araştırmada, 9. ve 10. sınıf lise öğrencilerinin iklim değişikliği ile ilgili temel bilgileri edinme ve bu bilgileri yorumlama becerilerinde eksiklikler olduğu saptanmıştır. Benzer şekilde, Ay ve Yalçın-Erik (2020) de üniversite öğrencilerinin bilgi düzeyinin orta düzeyde olduğunu, ancak mücadele ve çözüm önerilerine yönelik bilgilerinin oldukça düşük olduğunu bildirmişlerdir. Versprille ve Towns (2015), iklim değişikliğinin çok disiplinli yapısı nedeniyle öğrencilerde parçalı ve yüzeysel kavram gelişimlerinin yaygın

olduğunu vurgularken, medya ve müfredat eksiklerinin kavram yanlışlarını artırdığını belirtmektedirler.

İklim değişikliği gibi karmaşık sosyo-bilimsel konuların öğretiminde yapılandırmacı yaklaşımların önemi giderek artmaktadır. Bybee vd. (2006) tarafından geliştirilen 5E öğrenme modeli, yapılandırmacı öğrenme kuramı temelinde, öğrencilerin aktif katılımını sağlayarak bilgi edinme, sorgulama, yorumlama ve çözüm üretme becerilerini geliştirmelerine olanak tanır. Modelin dikkat çekme (engage), keşfetme (explore), açıklama (explain), derinleştirme (elaborate) ve değerlendirme (evaluate) aşamaları, öğrencilerin bilimsel süreçleri deneyimleyerek öğrenmesini sağlar. Bu süreçte öğrenciler, sadece bilgi edinmekle kalmaz, aynı zamanda bu bilgileri gerçek yaşamla ilişkilendirme ve çeşitli bağlamlara transfer etme becerisi kazanır. Sanchez vd. (2024), sosyo-bilimsel konuların öğretiminde argümantasyon ve probleme dayalı öğrenme gibi stratejilerin 5E modeliyle entegre edildiğinde kavramsal anlamayı ve çevresel tutumları geliştirdiğini ortaya koymaktadırlar.

5E Öğrenme Modeli

5E öğrenme modeli, öğrencilerin aktif öğrenme süreçlerine katılımını sağlayarak kavramsal anlamayı güçlendiren yapılandırmacı temelli bir öğretim stratejisidir. Türkiye’de fen eğitimi alanında gerçekleştirilen birçok araştırmada, bu modelin özellikle kavramsal değişimi desteklediği, öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini geliştirdiği ve akademik başarılarını artırdığı ortaya konmuştur. İncelenen çalışmalardan birinde, 5E modelinin özellikle "keşfetme" ve "açıklama" aşamalarında öğrencilere sunduğu aktif deneyimlerin, öğrenme sürecini anlamlı ve kalıcı hâle getirdiği belirtilmiştir (Açıslı vd., 2011). Ayrıca "değerlendirme" aşamasında uygulanan açık uçlu sorular sayesinde öğrencilerin kazanımlarının daha kapsamlı biçimde değerlendirilebildiği görülmüştür. Söz konusu çalışma, 5E öğretim modelinin öğrencilerin kavram yanlışlarını azaltmada ve öğrenmeyi derinleştirmede geleneksel yöntemlere göre daha etkili bir yaklaşım sunduğunu göstermektedir.

Bu model, öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini geliştirmeyi ve kavramsal anlamalarını derinleştirmeyi amaçlayan, yapılandırmacı yaklaşıma dayalı bir öğretim modelidir. Türkiye’de yapılan birçok uygulamalı araştırmada, bu modelin özellikle kavramsal değişimi teşvik ettiği ve öğrenmeyi kalıcı hâle getirdiği vurgulanmaktadır. Thornton vd. (2014) tarafından yürütülen kapsamlı bir derleme çalışmasında, iklim değişikliği bağlamında öğrencilerin çevresel kavramları nasıl algıladıkları ve bu kavramları nasıl yapılandırdıkları analiz edilmiş; 5E modelinin öğrencilerin konuya yönelik yanlış anlamalarını azaltmada etkili olduğu ifade edilmiştir. Ayrıca çalışma, yapılandırmacı temelli bu yaklaşımın öğrenme sürecinde öğrencilerin daha fazla sorumluluk almasını sağladığını ve bireysel farkındalığı

artırdığını göstermektedir. Bu bağlamda, çevre eğitimi ve fen öğretimi gibi alanlarda 5E modelinin uygulanmasının, kavramsal bütünlüğü destekleyen pedagojik bir araç olduğu anlaşılmaktadır (Thornton vd., 2014).

Yapılandırmacı öğrenme kuramına dayalı olarak geliştirilen 5E öğrenme modeli, öğrencilerin kavramları anlamlandırma süreçlerini destekleyen beş aşamalı bir yapı sunmaktadır. Bu modelin öğretim süreçlerine entegrasyonu, öğrencilerin aktif katılımını sağlayarak hem akademik başarıyı hem de bilişsel becerileri olumlu yönde etkilemektedir. Aktaş ve Güven (2021) tarafından yürütülen çalışmada, 5E öğrenme modeline göre düzenlenen derslerin öğrencilerin bilimsel kavramları daha doğru ve kalıcı biçimde anlamalarına katkı sağladığı ortaya konmuştur. Araştırmada ayrıca, modelin “keşfetme” ve “açıklama” aşamalarında öğrencilerin düşünsel olarak daha fazla aktif oldukları, bu sayede kavramsal değişimin gerçekleştiği vurgulanmaktadır. Bu bulgular, fen eğitimi gibi kavramsal yoğunluk taşıyan alanlarda 5E modelinin uygulanabilirliğini ve etkililiğini göstermektedir. 5E öğrenme modeli, öğrencilerin akademik başarılarını artırmada etkili bir öğretim yaklaşımı olarak öne çıkmaktadır. Bu kapsamda Aç vd. (2011) tarafından yürütülen bir araştırma, 5E modelinin "hareket ve kuvvet" konularında öğrenci başarısı üzerindeki etkisini değerlendirmiştir. Yarı deneysel desenle yürütülen çalışmada 60 üniversite öğrencisi deney ve kontrol gruplarına ayrılmış, her iki gruba da ön test ve son test uygulanmıştır. Deney grubuna, 5E modeline dayalı olarak hazırlanan öğrenci kılavuz materyalleri ile öğretim yapılırken, kontrol grubuna geleneksel yöntemlerle ders verilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, deney grubunun son test puan ortalaması (11.13), kontrol grubunun ortalamasına (9.70) kıyasla anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur. t-testi sonuçları da bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermiştir ($t(58) = 5.06$; $p < .05$). Bu bulgular, 5E modelinin öğrencilerin kavramsal anlam düzeylerini geliştirdiğini ve geleneksel yöntemlere göre daha etkili olduğunu ortaya koymaktadır.

Öğrencilerin kavramsal anlamalarını derinleştirmek ve kimya gibi soyut kavramların öğretimini somutlaştırmak amacıyla geliştirilmiş yapılandırmacı bir öğretim yaklaşımı olması, 5E modelinin diğer bir güçlü yanıdır. Bu modelin özellikle “keşfetme” ve “açıklama” aşamaları, öğrencilerin bilimsel kavramlara dair sahip oldukları yanlışların ortaya çıkarılmasına ve düzeltilmesine önemli katkı sunmaktadır. Salyani vd. (2020) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, 5E modelinin öğrencilerin kimyasal bağlar konusundaki kavram yanlışlarını gidermede etkili olduğu ve öğrencilerin derse katılım düzeylerini anlamlı biçimde artırdığı belirlenmiştir. Araştırmada uygulanan etkinlik temelli öğrenme süreçlerinin, öğrencilerin problem çözme, iletişim ve grup içinde iş birliği yapma becerilerine de olumlu katkı sunduğu vurgulanmaktadır. Bu bağlamda 5E öğretim modeli, yalnızca akademik başarıyı değil, aynı

zamanda öğrencilerin öğrenme motivasyonlarını ve bilimsel süreç becerilerini geliştirmeye yönelik çok yönlü bir pedagojik araç olarak değerlendirilmektedir .

Asrizal vd. (2022) tarafından yürütülen yarı deneysel çalışmada, 5E öğrenme döngüsü modeli ile bütünleştirilmiş BİT (Bilgi ve İletişim Teknolojileri) temelli tematik fen öğretim materyallerinin, öğrencilerin 21. yüzyıl becerileri üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Çalışmada deney grubuna uygulanan bu öğretim materyalleri, bilgi, tutum ve 4C becerileri (eleştirel düşünme, yaratıcı düşünme, iletişim) açısından anlamlı düzeyde gelişim sağlamıştır. Araştırma sonuçları, 5E modeli ile desteklenen tematik fen öğretiminin, öğrencilerin gerçek yaşam bağlamlarıyla bağlantı kurmalarını, problem çözme süreçlerine aktif katılımlarını ve bilimsel araştırma yapma becerilerini geliştirdiğini ortaya koymuştur. Bu bulgular, 5E modelinin bilişsel, duyuşsal ve beceri temelli öğrenme çıktıları üzerinde bütüncül bir etki yarattığını ve özellikle disiplinler arası entegrasyon ile desteklendiğinde öğrenci merkezli, anlamlı öğrenme ortamları sunduğunu göstermektedir.

Karslı ve Ayas (2014) tarafından yürütülen çalışmada, bu modelin kimya eğitiminde “tepkime hızını etkileyen faktörler” konusuna yönelik olarak tasarlanan bir laboratuvar etkinliği aracılığıyla öğrenci öğrenmeleri üzerindeki etkisi incelenmiştir. Çalışmada, deney ve kontrol grubu karşılaştırmalı yarı deneysel desen kullanılmış ve ön test-son test uygulamaları gerçekleştirilmiştir. Deney grubunda, 5E öğrenme modeline göre yapılandırılmış laboratuvar etkinliği uygulanırken, kontrol grubunda geleneksel öğretim süreci izlenmiştir. Araştırma sonuçları, 5E modeline dayalı öğretimin öğrencilerin hem kavramsal anlamalarını geliştirdiğini hem de bilimsel süreç becerilerinde anlamlı gelişim sağladığını göstermektedir. Deney grubundaki öğrencilerin son testteki başarıları ve bilimsel süreç becerileri kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur. Öğrenciler, 5E modelinin özellikle keşfetme ve açıklama aşamalarında aktif olarak deney yapma, gözlemde bulunma ve veri analizi gerçekleştirme fırsatı bulmuşlardır. Bu süreç, kavramsal değişimi desteklemenin yanı sıra öğrencilerin sorgulama ve eleştirel düşünme becerilerini de pekiştirmiştir.

Bu bağlamda, 5E modelinin yalnızca fen bilgisi eğitiminde değil, iklim değişikliği gibi güncel, karmaşık ve disiplinler arası konuların öğrenilmesinde de kullanılabileceği anlaşılmaktadır. Öğrencilerin çevresel sorunları bilimsel temelde sorgulayabilmeleri ve çözüm önerileri üretebilmeleri açısından, 5E modeline dayalı laboratuvar etkinlikleri etkili bir öğrenme stratejisi sunmaktadır.

Şentürk ve Çamlıyer (2016), bu modeli beden eğitimi alanına uyarlayarak fiziksel etkinliklerin öğretiminde 5E döngüsünün işlevselliğini ortaya koymuşlardır. Araştırma kapsamında, kalp atışı, nefes, yorgunluk gibi insan fizyolojisine dair temel kavramların ve

temel motor becerilerin öğretilmesinde 5E modeline dayalı örnek ders planları geliştirilmiştir. Öğrencilere, fiziksel etkinlikler sırasında yaşadıkları bedensel tepkilerle kavramsal bilgi arasında bağlantı kurma fırsatı sunulmuş; bu sayede yaparak ve yaşayarak öğrenme süreci desteklenmiştir. 5E modelinin her aşamasının (dikkat çekme, keşfetme, açıklama, derinleştirme ve değerlendirme) beden eğitimi dersi içeriğine nasıl entegre edilebileceği sistematik biçimde açıklanmıştır. Özellikle “keşfetme” aşamasında öğrencilerin doğrudan fiziksel aktivitelere katılımı sağlanarak, soyut kavramların somut deneyimlerle anlamlandırılması hedeflenmiştir. “Açıklama” aşamasında öğrenciler, deneyimledikleri fizyolojik değişimleri kendi ifadeleriyle açıklamaya teşvik edilmiştir. Bu bağlamda, beden eğitimi derslerinde uygulanan 5E modeli, hem öğrencilerin bilimsel düşünme becerilerini desteklemekte hem de kavramsal öğrenmeyi kalıcı hâle getirmektedir. Şentürk ve Çamlıyer’in çalışması, fiziksel eğitime yapılandırmacı bir yaklaşım getirmesi açısından literatürde öncü niteliktedir. Bu çalışma, iklim değişikliği gibi disiplinler arası konuların öğretiminde 5E modelinin farklı alanlarda da nasıl uygulanabileceğini göstermesi açısından önemli bir örnek teşkil etmektedir.

Kozcu vd. (2019) tarafından yürütülen kapsamlı bir meta-analiz çalışmasında, ülkemizde 2006–2016 yılları arasında fen bilimleri öğretimi alanında gerçekleştirilen 38 araştırmanın bulguları birleştirilmiştir. İncelenen çalışmalar deneysel desenle yürütülmüş, nitel veriler içeren tezler ve yayımlanmış/yayımlanmamış makaleleri kapsamıştır. Analiz sonuçlarına göre, 5E öğrenme modeli en yüksek etkiyi üniversite düzeyindeki öğrencilerin akademik başarılarında göstermiştir. İlkokul düzeyinde ise bu etkinin daha düşük olduğu belirlenmiştir. Ders bazında incelendiğinde, fizik dersinde akademik başarı üzerine en güçlü etkinin, tutum açısından ise biyoloji dersinde en yüksek etki düzeyinin gözlemlendiği rapor edilmiştir. Ayrıca, modelin öğrencilerin fen derslerine yönelik tutumlarında da geleneksel yöntemlere kıyasla orta düzeyde olumlu etkiler yarattığı görülmüştür. Bu bulgular, 5E modelinin sadece kavramsal öğrenmeyi değil, öğrencilerin derse yönelik motivasyonlarını ve olumlu yaklaşımlarını da geliştirdiğini göstermektedir.

5E öğrenme modeli, yapılandırmacı öğrenme yaklaşımına dayalı olarak geliştirilmiş ve farklı disiplinlerde öğrenci başarısını artırmaya yönelik çok sayıda araştırmaya konu olmuştur. Sosyal bilgiler öğretimi bağlamında yürütülen çalışmalarda da bu modelin etkinliği giderek artan şekilde araştırılmaktadır. Köroğlu ve Tümay (2021) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, 5E modelinin sosyal bilgiler dersinde öğrencilerin akademik başarıları üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir. Araştırma, deney ve kontrol gruplarının karşılaştırmalı olarak analiz edildiği nicel bir yöntemle yürütülmüş ve modelin öğrenme çıktıları üzerindeki katkısı istatistiksel olarak ortaya konmuştur. Elde edilen bulgular, 5E öğrenme modelinin öğrencilerin

öğrenme motivasyonlarını artırdığını ve bilgi düzeylerini anlamlı şekilde yükselttiğini göstermektedir. Özellikle “keşfetme” ve “açıklama” aşamalarında öğrencilerin derse aktif katılımının sağlandığı, bunun da kalıcı öğrenmeyi desteklediği vurgulanmaktadır. Ayrıca, öğrencilerin “derinleştirme” aşamasında öğrendiklerini günlük yaşamla ilişkilendirme becerilerinin geliştiği görülmüştür.

Aydoğdu (2017) tarafından yürütülen araştırmada, 5E modeline dayalı hazırlanan öğretim etkinliklerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının laboratuvar uygulamalarına yönelik tutumlarına etkisi incelenmiştir. Araştırmada, öğretim sürecine aktif katılım sağlayan 5E modelinin, öğretmen adaylarının laboratuvar çalışmalarına karşı olumlu tutum geliştirmelerinde etkili olduğu bulunmuştur. Özellikle "açıklama" ve "genişletme" basamaklarının, öğrencilerin bilimsel açıklamalar yapabilme ve deney sonuçlarını günlük yaşamla ilişkilendirme becerilerini desteklediği vurgulanmıştır. Bu bulgular, 5E modelinin fen öğretiminde yapılandırmacı ve etkileşimli bir öğrenme ortamı oluşturmakta önemli bir araç olduğunu ve hem bilişsel hem de duyuşsal gelişimi desteklediğini göstermektedir. Bu bağlamda, özellikle karmaşık ve çok boyutlu çevresel konuların öğretiminde örneğin iklim değişikliği gibi küresel problemlerde 5E modeline dayalı öğretim süreçlerinin uygulanması, hem kavramsal anlamayı hem de çevresel tutumları güçlendirmek açısından pedagojik olarak etkili bir strateji olarak değerlendirilmektedir.

5E öğrenme modeli, fen eğitiminde öğrencilerin kavramsal anlamalarını geliştirmek ve öğretim sürecini daha etkili hâle getirmek amacıyla geliştirilen yapılandırmacı yaklaşıma dayalı güçlü bir öğretim stratejisidir. Anggraeni (2021), bu modelin öğrencilerin bilimsel kavramları anlama düzeyleri üzerindeki etkisini incelemiş ve öğrencilerin kavramsal değişim yaşamasını destekleyen yapısal özelliklerini analiz etmiştir. Araştırma kapsamında lise düzeyindeki öğrencilerle deneysel bir çalışma yürütülmüş, öğrenme etkinlikleri 5E modelinin beş aşamasına göre yapılandırılmıştır. Öğrenciler, "güdüleme" aşamasında günlük yaşamla ilişkilendirilen sorularla derse dahil edilmiş; "keşfetme" sürecinde ise deneyler yoluyla kendi bilgilerini yapılandırma imkânı bulmuşlardır. Elde edilen bulgular, 5E modeline dayalı öğretim sürecinin öğrencilerin kavramsal öğrenmelerini olumlu yönde etkilediğini göstermiştir. Özellikle, öğrencilerin ders sırasında aktif olarak katılım göstermeleri, bilimsel süreç becerilerini kullanmaları ve kendi öğrenme süreçlerini değerlendirme fırsatı bulmaları öğrenmenin kalıcılığını artırmıştır. Araştırmanın sonuçları, yapılandırmacı öğrenme ortamlarında 5E modelinin uygulanmasının hem öğrenme çıktıları hem de öğrenci motivasyonu açısından etkili olduğunu ortaya koymuştur (Anggraeni, 2021). Bu doğrultuda, iklim değişikliği gibi çok boyutlu ve disiplinler arası konuların öğretiminde de 5E öğrenme modelinin kullanılmasının,

öğrencilerin bilimsel kavrayışını geliştireceği ve çevresel konulara yönelik farkındalığı artıracakı öngörülmektedir.

Demir ve Emre (2020) tarafından yürütölen çalışmada, bu modelin ilkokul 4. sınıf öğrencilerinin fen bilimleri dersi kapsamındaki akademik başarıları üzerindeki etkisi incelenmiştir. Yarı deneysel desenle gerçekleştirilen araştırmada, deney grubuna 5E modeline göre yapılandırılmış öğretim etkinlikleri uygulanırken, kontrol grubunda geleneksel öğretim yöntemleri sürdürölmüştür. Araştırma sonuçlarına göre, deney grubu öğrencilerinin akademik başarı düzeylerinde anlamlı bir artış gözlemlenmiştir. Özellikle 5E modelinin “keşfetme” ve “açıklama” aşamaları, öğrencilerin aktif katılımını ve kavramsal anlamalarını destekleyici bir rol oynamıştır. Ayrıca modelin “değerlendirme” aşamasında öğrencilere sunulan yansıtıcı sorular ve değerlendirme formları, öğrenme sürecinin içselleştirilmesine katkı sağlamıştır. Bu alışma, 5E öğrenme modelinin sadece ortaokul ve lise düzeyinde değil, ilkokul öğrencilerinin bilişsel gelişimlerine de olumlu katkı sunduğunu ortaya koymaktadır. Bu nedenle, iklim değerikliği gibi çevresel konuların öğretiminde de öğrencilerin farkındalıklarını artırmak ve kavramsal gelişimlerini desteklemek amacıyla 5E modeline dayalı yapılandırılmış öğretim süreçleri etkili birer araç olabilmektedir.

5E öğrenme modeli, öğrencilerin bilişsel ve kavramsal düzeyde daha derin bir anlayış geliştirmelerine olanak sağlayan yapılandırmacı bir yaklaşım olarak dikkat çekmektedir. Bu bağlamda Matitaputty ve Sopacua (2023) tarafından Endonezya’nın Maluku bölgesindeki bir lisede yürütölen deneysel alışma, 5E modelinin öğrenme çıktıları üzerindeki etkisini somut verilerle ortaya koymaktadır. Çalışmada deney ve kontrol gruplarına ön test ve son test uygulanmış, deney grubuna 5E modeline dayalı öğretim süreci uygulanmıştır. Bulgular, 5E modelinin uygulandığı grupta öğrenme başarısında anlamlı düzeyde artış sağlandığını göstermektedir. Deney grubunun ön test puan ortalaması 56.98 iken, son test ortalaması 85.07’ye yükselmiştir. Buna karşın kontrol grubunda bu artış çok daha sınırlı kalmıştır. Araştırmada ayrıca öğrenme kazanımlarındaki artış, N-Gain analizi ile değerlendirilmiş ve deney grubu için 0.64 puanlık orta düzeyde bir etkililik bulunmuştur. Etkililik katsayısı ise 1.454 olarak hesaplanmış ve bu değer, 5E modelinin öğrenme üzerinde güçlü ve anlamlı bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Bu sonuçlar, 5E modelinin öğrencilerin sadece bilgi düzeyinde değil, aynı zamanda anlam kurma, analiz yapma ve kalıcı öğrenme becerilerinde de gelişim sağladığını göstermektedir.

Özellikle iklim değerikliği gibi soyut ve çok boyutlu konuların öğretiminde, öğrencilerin yapılandırmacı ve etkileşimli süreçlerle bilgi inşa etmelerini sağlayan 5E modeli etkili bir alternatif sunmaktadır. Bu model, öğrencilerin çevreye yönelik farkındalıklarını artırmakla

kalmayıp, aynı zamanda onların bilimsel süreç becerilerini, eleştirel düşünme yetilerini ve aktif katılımlarını da desteklemektedir.

Sugiarti vd. (2018) tarafından yürütülen bir çalışmada, 5E öğrenme döngüsü modelinin STEM yaklaşımı ile bütünleştirilmesinin, öğrencilerin termokimya konusundaki akademik başarılarını anlamlı ölçüde artırdığı deneysel olarak ortaya konmuştur. Araştırmada uygulanan öğretim materyalleri, alan uzmanları tarafından “çok geçerli” olarak değerlendirilmiş ve materyallerin içerik geçerliliği yüksek bulunmuştur. Ön test ve son test arasında elde edilen ortalama N-Gain skorunun 0.80 olması, öğrencilerin kavramsal anlamada yüksek düzeyde bir ilerleme kaydettiğini göstermektedir. Ayrıca, öğrencilerin % 91.40’ının bu öğretim yaklaşımına olumlu tepki vermesi, modelin öğrenci merkezli, etkili ve motive edici bir yapı sunduğunu ortaya koymaktadır. Bu bağlamda çalışma, 5E modelinin STEM alanlarıyla entegre edilerek öğrencilerin öğrenme sürecine aktif katılımını teşvik ettiğini ve bilimsel kavramları anlamada güçlü bir araç sunduğunu göstermektedir.

Yıldız-Feyzioğlu ve Ergin (2012) tarafından yürütülen bir araştırma, 5E öğrenme modelinin öğrencilerin üstbilişsel süreçleri üzerindeki etkisini incelemiş ve bu modelin, özellikle “kuvvet ve hareket” konusunun öğretiminde öğrencilerin bilişsel farkındalıklarını geliştirmede etkili olduğunu ortaya koymuştur. Araştırma bulgularına göre, modelin “Dikkat Çekme” ve “Keşfetme” aşamaları öğrencilerin mevcut bilgilerini sorgulamalarını sağlarken, “Açıklama” ve “Derinleştirme” aşamaları yeni bilgilerin yapılandırılmasına olanak tanımaktadır. Son olarak “Değerlendirme” aşaması, öğrencilerin kendi öğrenmelerini gözden geçirmelerini teşvik ederek üstbilişsel farkındalıklarını artırmaktadır. Bu bağlamda çalışma, 5E modelinin yalnızca kavramsal öğrenmeye değil, aynı zamanda öğrencilerin öğrenme süreçlerine yönelik düşünme, planlama ve değerlendirme becerilerini de güçlendirdiğini göstermektedir. Araştırma sonuçları, 5E öğrenme modelinin öğrenci merkezli yapısının üst düzey bilişsel becerilerin gelişimini desteklediğini ve fen bilimleri öğretiminde pedagojik olarak güçlü bir araç olduğunu vurgulamaktadır.

5E öğrenme modeli, öğrencilerin bilimsel kavramları yüzeysel değil, derinlemesine ve anlamlı bir şekilde öğrenmelerini sağlamak amacıyla yapılandırılmış etkili bir öğretim stratejisidir. Bülbül ve Yıldırım (2011) tarafından yapılan araştırma, bu modelin fizik öğretiminde öğrenci başarısı ve kavramsal anlamaya olan etkisini ortaya koymuştur. Çalışmada, 5E modelinin "keşfetme" ve "açıklama" aşamalarının özellikle öğrencilerin ön bilgilerini yapılandırmasına ve yanlış anlamalarını düzeltmesine katkı sağladığı vurgulanmıştır. Deney grubundaki öğrencilerin, kontrol grubundakilere kıyasla daha yüksek akademik başarı ve kavramsal anlama düzeyine ulaştıkları tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, 5E modelinin bilişsel

yapılandırmaya dayalı bir öğrenme süreci sunduğunu ve öğrencilerin aktif katılımını teşvik ederek kalıcı öğrenmeler sağladığını göstermektedir.

Kimya eğitimi bağlamında yapılan araştırmalar, iklim değişikliğinin öğretime yönelik çalışmalara daha fazla odaklanılması gerektiğini göstermektedir. Kimya, sera gazlarının yapısı, karbon döngüsü, asit-baz tepkimeleri ve enerji dönüşümleri gibi iklim değişikliği ile doğrudan ilişkili temel kavramları içermesi açısından merkezi bir disiplindir. Wilson vd. (2024) tarafından yürütülen çalışmada, ABD'deki kimya öğretmenlerinin çoğu iklim değişikliğini önemli bulmakla birlikte, müfredat kısıtlamaları ve zaman yetersizliği gibi nedenlerle bu konuyu yalnızca yüzeysel düzeyde işlediklerini belirtmiştir. Aynı çalışmada, sera gazları, yanma reaksiyonları ve karbon döngüsü gibi konuların öğrenciler tarafından sınırlı düzeyde anlaşıldığı ifade edilmiştir. Nacaroglu ve Karaaslan (2020), özel yetenekli öğrencilerin dahi iklim değişikliği konusunda kavram yanılgılarına sahip olduklarını belirlemiştir. Yıldırım ve Utugün (2023) ise lise öğrencilerinin bilgi kaynaklarının büyük oranda internet ve sosyal medya olduğunu, bu durumun bilgi kirliliği nedeniyle kavramsal öğrenmeyi olumsuz etkilediğini bildirmiştir.

İklim değişikliği eğitimi sadece bilişsel değil, aynı zamanda duyuşsal boyutları da içermelidir. Finnegan ve d'Abreu (2024) tarafından geliştirilen “Umut Çarkı” modeli, öğretmenlerin karmaşık çevresel sorunları işlerken hem duyuşsal hem de bilişsel gelişimi destekleyecek yapılandırmacı bir çerçeve sunmaktadır. Bu model dürüstlük, farkındalık, empati, karmaşıklık ve eylem odaklılık gibi ilkeler çerçevesinde öğretmenlere rehberlik ederek, öğrencilerde gerçekçi ancak umut dolu bir çevresel bilinç geliştirmeyi hedeflemektedir.

Yukarıda yer verilen bulgular ışığında, iklim değişikliğinin özellikle kimya eğitimi bağlamında anlamlı, yapılandırmacı ve disiplinler arası bir yaklaşımla ele alınması gerektiği açık görünmektedir. Bu çalışmada, 5E öğrenme modeli aracılığıyla lise öğrencilerinin iklim değişikliği ile ilgili kavramsal anlayışlarını derinleştirerek onların çevresel farkındalıklarının ve kaygı düzeylerinin artırılması hedeflenmektedir. Böylece, ulusal ve uluslararası literatüre katkı sağlayabilecek nitelikte bilimsel, pedagojik çıktılar elde edilmesi amaçlanmaktadır.

İklim değişikliği yalnızca çevresel bir sorun olmanın ötesinde; toplumsal bilinç, eğitim politikaları ve bireysel davranışlarla doğrudan ilişkili, çok boyutlu bir kriz alanı olarak değerlendirilmektedir. Bu bağlamda, özellikle çocukluk ve ergenlik dönemindeki bireylerin iklim değişikliği konusundaki bilgi, tutum ve farkındalıklarının bilimsel temellere dayalı olarak desteklenmesi, sürdürülebilir çevre politikalarının geliştirilmesi açısından önem arz etmektedir. Ülkemizde bu amaç doğrultusunda gerçekleştirilen akademik çalışmalar, farklı yaş gruplarına ve öğretim yöntemlerine odaklanarak çeşitli eğitsel müdahalelerin etkilerini incelemiştir.

Arsılyılmaz (2017) tarafından Ankara'daki bir özel okulda yrtlen çalışmada, ortaokul öğrencilerine yönelik iklim değişikliği eğitiminin etkileri ön test-son test uygulamalarıyla değerlendirilmiştir. Araştırma bulguları, müdahale grubundaki öğrencilerin hem bilişsel hem de duyuşsal alanlarda anlamlı gelişmeler gösterdiğini ortaya koymuştur. Özellikle, ğrencilerin iklim değişikliğinden kişisel olarak sorumlu olduklarına ve bu değişimin kendilerine zarar verebileceğine dair farkındalıklarının arttığı belirlenmiştir.

Benzer biçimde, Toprak (2022) tarafından gerçekleştirilen nitel bir araştırmada, ortaokul ğrencilerinin küresel iklim değişikliği algıları yapılandırılmış görüşmeler yoluyla analiz edilmiştir. Bulgular, ğrencilerin iklim değişikliğini çoğunlukla "kuraklık" temasıyla ilişkilendirdiklerini, çevresel sorunları ayırt etmede zorlandıklarını, ancak genel olarak konuya duyarlı olduklarını göstermektedir. Bu durum, öğrencilerin çevresel olaylara ilişkin bilimsel düşünme becerilerinin geliştirilmesine ihtiyaç duyulduğunu ortaya koymaktadır.

Oktay (2022) ise argümantasyona dayalı ğretim etkinliklerinin lise ğrencilerinin iklim değişikliği konusundaki görüşlerine ve argüman kurma becerilerine etkisini incelemiştir. Araştırma bulguları, öğrencilerin yalnızca farkındalık düzeylerinde değil; bilimsel düşünme, gerekçelendirme ve kendini ifade etme becerilerinde de gelişme gösterdiğini ortaya koymuştur. Bu alışma, yapılandırmacı yaklaşımların ğrenci merkezli uygulamalarla desteklenmesinin, iklim değişikliği gibi karmaşık konuların ğretiminde önemli kazanımlar sağladığını göstermektedir.

Erdoğan (2022) tarafından yrtlen bir araştırmada, 5E ğrenme modeliyle desteklenen probleme dayalı öğrenme yönteminin ortaokul ğrencilerinin çevreye yönelik tutumlarına etkisi incelenmiştir. Deney ve kontrol gruplarının karşılaştırılması sonucunda, 5E destekli yöntemin uygulandığı grupta çevreye karşı daha olumlu tutumların geliştiği tespit edilmiştir. Bu sonuç, çevresel konularda olumlu tutumların yalnızca bilgi aktarımıyla değil, öğrencilerin aktif katılımını sağlayan ğretim stratejileriyle geliştirilebileceğini vurgulamaktadır.

alışır (2022) tarafından ilkokul öğrencilerine yönelik yrtlen bir araştırmada, iklim değişikliği farkındalığına etki eden değişkenler istatistiksel olarak analiz edilmiştir. Bulgulara göre, yaş, fen bilgisi dersi notu, sınıf düzeyi ve ğretmen deneyimi farkındalık düzeyinde anlamlı etkiler göstermektedir. Öğrencilerin en çok bilgi sahibi oldukları alanın iklim değişikliğinin sonuçları olduğu, ancak kavramsal bilgi düzeylerinin yetersiz kaldığı belirlenmiştir. Bu durum, ğretim içeriklerinin kavramsal temellere dayalı olarak yeniden yapılandırılması gerektiğine işaret etmektedir.

İklim değışikliği, yalnızca çevresel değil; aynı zamanda toplumsal, bireysel ve eğitsel boyutlarıyla da ele alınması gereken çok yönlü bir sorundur. Bu nedenle, erken yaşlardan itibaren iklim okuryazarlığının geliştirilmesi sürdürülebilir çevresel davranışların oluşmasında kritik bir rol oynamaktadır. Bu alandaki ulusal ve uluslararası araştırmalar, farklı yaş gruplarına ve eğitim düzeylerine göre çeşitli bulgular sunmaktadır.

Sabancı (2023) tarafından okul öncesi düzeyde gerçekleştirilen eylem araştırmasında, tematik öğretim yaklaşımı aracılığıyla iklim okuryazarlığı ve farkındalık düzeylerinde gelişme sağlandığı belirlenmiştir. Uygulama sonucunda, çocukların iklim değışikliğine dair neden-sonuç ilişkileri kurabildikleri ve çözüm önerileri geliştirebildikleri saptanmıştır. Bu sonuç, çevre eğitiminin okul öncesi dönemde başlatılmasının önemini vurgulamaktadır.

Selek (2023) ise tıp fakóltesi öğrencileriyle yürüttüğü bir çalışmasında, öğrencilerin iklim değışikliğini halk sağlığı açısından önemli bir tehdit olarak algıladıklarını ortaya koymuştur. Ayrıca, bu konuda farkındalık düzeylerinin mesleki eğitim süreçlerine entegre edilmesinin gerekliliği vurgulanmıştır. Çalışma, iklim değışikliğine bağlı sağlık risklerinin tıp eğitiminde yer almasının önemine dikkat çekmektedir.

Nışancı (2023) tarafından yürütölen bir çalışmada ise, 8. sınıf öğrencilerinin küresel ısınma ve iklim değışikliği konusundaki görüşleri içerik analizi yöntemiyle incelenmiştir. Öğrenciler, iklim değışikliğinin nedenleri olarak fosil yakıt kullanımı, sanayileşme ve ormansızlaşmayı belirtmiş; çözüm önerisi olarak enerji tasarrufu, geri dönüşüm ve yenilenebilir enerji kullanımını ifade etmişlerdir. Bu bulgular, ortaokul öğrencilerinin çevre sorunlarına yönelik farkındalıklarının desteklenmesi gerektiğini göstermektedir.

İklim değışikliğinin eğitsel bağlamda etkin biçimde ele alınabilmesi, yalnızca içerik bilgisi sunmaktan öte, disiplinler arası öğretim stratejilerinin geliştirilmesini gerektirmektedir. Bu doğrultuda Adlit ve Adlit (2021) tarafından yapılan sistematik derleme, iklim değışikliğinin fen bilimleri başta olmak üzere çeşitli disiplinlerde nasıl öğretildiğine dair küresel bir perspektif sunmaktadır. Çalışmada, özellikle sınıf içi uygulamalar, modelleme, bilgisayar oyunları ve tematik programların etkili öğretim araçları olarak kullanıldığı görölmektedir. Öğretmenlerin pedagojik tercihlerinin ve öğrencilerin öğrenme kapasitelerinin bu süreçte belirleyici faktörler arasında yer aldığı ifade edilmiştir. Araştırmacılar, öğretim stratejilerinin yalnızca bilgi aktarımını değil, aynı zamanda öğrencilerin eleştirel düşünme ve problem çözme becerilerini destekleyecek biçimde yapılandırılması gerektiğini vurgulamaktadır. Bu yönüyle çalışma, iklim değışikliği eğitimine dair hem içerik hem de yöntem açısından kapsamlı ve bütöncöl bir çerçeve sunmaktadır.

İklim değişikliği eğitiminin öğrencilerin bilgi, tutum ve davranış düzeyleri üzerindeki etkisini anlamak adına yapılan üst düzey derlemeler, eğitim literatüründe giderek artan bir yer tutmaktadır. García-Vinuesa vd. (2024) tarafından yürütölen kapsamlı meta-sentez çalışması, 1993–2017 yılları arasında yayımlanan 76 akademik yayını sistematik olarak analiz ederek iklim değişikliği eğitiminin lise düzeyindeki öğrencilere yönelik etkilerini incelemiştir. Farklı kültürel ve sosyoekonomik bağlamlardan gelen 26 ülkenin öğrencilerinin dahil edildiği çalışmada, öğrencilerin genel iklim bilgisi düzeylerinin benzerlik gösterdiği, ancak yanlış anlamaların yaygın olduğu tespit edilmiştir. Özellikle öğrencilerin risk algıları, endişe düzeyleri ve pro-çevreci tutumları bireysel farklılıklar göstermekte, bu da eğitsel müdahalelerin bağlamsal olarak uyarlanması gerektiğini göstermektedir. Çalışma, iklim eğitiminin sadece kavramsal bilgi kazandırmakla sınırlı kalmaması, aynı zamanda sorumluluk bilinci ve çözüm üretme kapasitesini destekleyecek şekilde yapılandırılması gerektiğini vurgulamaktadır.

Son yıllarda yürütölen sistematik derlemeler, iklim değişikliği eğitime katılımın özellikle genç bireylerin çevresel davranışları üzerindeki etkilerini daha ayrıntılı bir şekilde ortaya koymaktadır. Crichton vd. (2024) tarafından gerçekleştirilen kapsamlı sistematik derleme, 11–24 yaş aralığındaki genç bireylerin katıldığı iklim eğitimi programlarının, bireylerde öz yeterlik, bilgi düzeyi ve iklimle ilişkili duyuşsal değişkenlerde anlamlı gelişim sağladığını ortaya koymuştur. Katılımcıların büyük çoğunluğunda (n=2047) öz yeterlik düzeylerinde pozitif değişimler gözlenmiş, ayrıca bilgi düzeyinde (n=1727) ve iklim değişikliğine yönelik ilgi ve önem algısında (n=1198) orta düzeyde artışlar tespit edilmiştir. Buna karşın, iklim dostu davranışlar ve kişisel sorumluluk algısı gibi değişkenlerde tutarsız sonuçlar elde edilmiştir. Bu bulgu, eğitim programlarının uzun vadeli davranışsal etkilerini değerlendirmek için daha fazla nicel ve nitel araştırmaya ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir.

İklim değişikliği eğitimi sadece içerik odaklı bir yaklaşımı değil, aynı zamanda bilişim ve iletişim teknolojilerinin (BİT) öğretim sürecine entegrasyonunu da zorunlu kılmaktadır. Alexandru vd. (2013), disiplinlerarası iklim değişikliği eğitiminin uygulanmasında karşılaşılan BİT temelli zorlukları analiz etmiş ve bu tür bir öğretimin özellikle fen bilimleri alanlarında daha anlamlı ve yaşamsal bağlamlara oturtulabileceğini vurgulamıştır. İklim değişikliğinin fizik, kimya, biyoloji, coğrafya ve vatandaşlık bilgisi gibi birçok ders kapsamında işlendiği düşünüldüğünde, bu disiplinler arası bağlantıların güçlü bir BİT altyapısıyla desteklenmesi gerektiği ifade edilmiştir. Makale, özellikle “Changing with the Climate (İklimle Değişim)” projesi kapsamında öğrencilere hem bireysel farkındalık hem de toplumsal sorumluluk kazandırmak için bütöncöl, teknolojik açıdan zenginleştirilmiş bir eğitim modeline ihtiyaç

olduğunu göstermektedir. Bu bağlamda, etkili iklim değişikliği eğitiminin yalnızca pedagojik değil, teknolojik altyapı açısından da desteklenmesi gerektiği anlaşılmaktadır.

Kimya eğitimi, öğrencilerin iklim değişikliğiyle mücadeleye yönelik bilgi ve tutumlarını geliştirmede kritik bir araç olarak değerlendirilmektedir. Igboanugo ve Naiho (2024) tarafından yürütülen yarı deneysel bir araştırma, sorgulamaya dayalı kimya öğretiminin öğrencilerin iklim değişikliğini azaltmaya yönelik tutumlarını ve bilgi düzeylerini nasıl etkilediğini incelemiştir. 725 öğrenciden oluşan örneklem üzerinde yürütülen çalışma, sorgulamaya dayalı öğretimin öğrencilerde anlamlı ve olumlu gelişmeler sağladığını ortaya koymuştur. Bu bulgular, sadece kavramsal öğrenmeyi değil, aynı zamanda iklim değişikliği ile ilgili davranışsal değişim sürecini de destekleyen bir kimya eğitiminin önemini vurgulamaktadır. Araştırmacılar, hükümetler başta olmak üzere iklim eylemiyle ilgilenen tüm paydaşlara, sorgulamaya dayalı kimya öğretimini yaygınlaştırma çağrısında bulunarak, bu yöntemin genç bireylerin iklim değişikliğiyle mücadelede etkin bireyler hâline gelmelerine katkı sağlayabileceğini belirtmişlerdir.

İklim değişikliği ile mücadelede sürdürülebilir bir çevresel bilinç, erken yaşta başlatılan eğitimle inşa edilmelidir. Obiene (2024), çevre eğitimi ve iklim farkındalığının ilkökul düzeyinde kazandırılmasının, çocuklarda çevreye karşı duyarlı tutumların gelişmesini sağladığını vurgulamaktadır. Bu bağlamda, çevreye yönelik etik davranışların küçük yaşlarda kazanılması, çocukların hem bireysel hem de toplumsal çevre sorunlarına karşı daha bilinçli kararlar almalarına zemin hazırlamaktadır. Literatür incelemelerine dayalı bu çalışmada, iklim değişikliği temalarının ilkökul müfredatına entegre edilmesinin uzun vadede öğrencilerin çevresel sorumluluk duygusunu artıracığı ve sürdürülebilirlik ilkelerinin benimsenmesine katkı sağlayacağı sonucuna ulaşılmıştır. Çocukların doğayla erken yaşta kuracağı bağ, ilerleyen dönemlerde sergileyecekleri çevresel davranışların niteliğini de doğrudan etkileyecektir.

Son yıllarda iklim değişikliği eğitiminin küresel ölçekte eğitim programlarına entegrasyonu giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Farklı ülkelerin eğitim sistemlerinde iklim değişikliği temalı içeriklerin nasıl işlendiğini karşılaştırmalı olarak inceleyen bir çalışmada, Septiani vd. (2024), çeşitli ulusal müfredatlarda iklim değişikliğine yönelik eğitsel yaklaşımları sistematik bir literatür analizi yöntemiyle incelemişlerdir. Çalışmada 2020–2024 yılları arasında yayımlanmış yedi akademik makale üzerinden yapılan değerlendirmeler sonucunda, iklim değişikliği eğitiminin ülkeler arasında farklılık gösterdiği; kimi ülkelerde doğrudan fen, coğrafya ya da vatandaşlık derslerine entegre edildiği, kimilerinde ise özel program ve projeler aracılığıyla uygulandığı vurgulanmıştır.

Araştırmada PRISMA (Sistemik Derlemeler ve Meta-Analizler için Tercih Edilen Raporlama Öğeleri) yönergelerine uygun şekilde dört aşamalı sistemik bir tarama süreci kullanılmış ve veriler nitel olarak çözümlenmiştir. Elde edilen bulgular, iklim değişikliğiyle mücadelede etkili ve sürdürülebilir bir eğitimin geliştirilmesi için yerel eğitim modellerine uygun yeni öğretim yaklaşımlarının gerekliliğine işaret etmektedir. Çalışma, aynı zamanda disiplinler arası bir perspektifin gerekliliğine ve müfredatlarda yalnızca bilgiye değil, aynı zamanda öğrencilerin tutum ve davranışlarına da etki edecek bütüncül eğitim modellerine duyulan ihtiyaca dikkat çekmektedir.

Bu doğrultuda, Türkiye'deki eğitim sistemine entegre edilecek iklim değişikliği temelli öğretim yaklaşımlarının, uluslararası uygulamalardan yararlanarak yapılandırılması ve yerel ihtiyaçlara göre uyarlanması önerilmektedir. Septiani vd. (2024) bulguları, iklim değişikliği eğitiminin yalnızca bilgi kazandırma değil, aynı zamanda bireylerde farkındalık ve sorumluluk bilinci geliştirme potansiyeline sahip olduğunu göstermesi açısından önemli bir katkı sunmaktadır.

İklim değişikliği küresel bir sorun olmakla birlikte, etkileri birçok disiplinin sınırlarını aşmaktadır. Bu nedenle üniversitelerde iklim değişikliği eğitime bütüncül bir şekilde yaklaşılması büyük önem taşımaktadır. Leal-Filho vd. (2021) gerçekleştirdiği geniş kapsamlı çalışmada, 45 farklı ülkedeki üniversitelerin iklim değişikliği eğitim ve araştırma uygulamaları analiz edilmiştir. Çalışmada, bibliyometrik analiz, çevrim içi anketler ve dünya genelinden seçilen 12 üniversitenin vaka çalışmaları kullanılarak, öğretim programlarında iklim değişikliğinin nasıl ele alındığı ortaya konulmuştur.

Sonuçlar, üniversitelerin iklim değişikliği konularını eğitim müfredatlarına dahil etmede ve öğretim elemanlarının bu alandaki eğitim ihtiyaçlarını karşılamada farklılıklar gösterdiğini ortaya koymuştur. Ayrıca, bazı üniversitelerin kendi karbon ayak izlerini azaltma yönünde adımlar attıkları da tespit edilmiştir. Bu kapsamda, çalışmada üniversitelerin öğrencilerini iklim değişikliğinin çok boyutlu etkilerine karşı daha donanımlı hale getirebilmeleri için izleyebilecekleri stratejik öneriler sunulmuştur. Leal-Filho vd. (2021) çalışması, yükseköğretim kurumlarının iklim değişikliği eğitime yönelik yeni politikalar geliştirmeleri gerektiğine dikkat çekmesi açısından önemli bir katkı sağlamaktadır.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

Yöntem

Araştırma Yöntemi

Bu araştırmada, yapılandırmacı yaklaşıma dayalı 5E öğrenme modelinin, lise öğrencilerinin iklim değişikliği ile ilgili farkındalıkları ve kaygı düzeyleri üzerindeki etkisini incelemek amacıyla yarı deneysel desen kullanılmıştır. Yarı deneysel desenler, özellikle hazır gruplarla çalışılan ve rastgele atamanın mümkün olmadığı eğitim araştırmalarında tercih edilen modeller arasında yer almaktadır (Cohen vd., 2005).

Bu çalışma, eşitlenmemiş kontrol grublu öntest-sontest modeli kapsamında yürütülmüştür. Bu modelde, deney ve kontrol grupları rastgele, mevcut sınıflardan seçilmiş; her iki gruba da uygulama öncesi ve sonrası aynı ölçme araçları uygulanarak karşılaştırmalı analiz yapılmıştır. Gerçek deneysel desenlerin gerektirdiği tüm kontrol şartlarını sağlamak her zaman mümkün olmadığından, yarı deneysel desenler eğitim ortamlarında gerçekçi ve geçerli sonuçlar sunma açısından uygun bir alternatiftir (Fişek, 2003).

Tablo 1. Kontrol ve Deney Gruplarında Yapılan Çalışmalar

GRUPLAR	ÖN TEST	UYGULANAN YÖNTEM	SON TEST
Kontrol Grubu	İklim Değişikliği Farkındalık Ölçeği İklim Değişikliği Kaygı Ölçeği	Araştırma kapsamında belirlenen konu ve kazanımlar, öğretmen merkezli düz anlatım yöntemleri doğrultusunda yapılandırılmış ders planına göre işlenmiştir	İklim Değişikliği Farkındalık Ölçeği İklim Değişikliği Kaygı Ölçeği
Deney Grubu	İklim Değişikliği Farkındalık Ölçeği İklim Değişikliği Kaygı Ölçeği	Araştırma kapsamında belirlenen konu ve kazanımlar, 5E öğrenme modelinin Giriş, Keşfetme, Açıklama, Derinleştirme ve Değerlendirme aşamalarına uygun olarak yapılandırılmış ders planı doğrultusunda işlenmiştir	İklim Değişikliği Farkındalık Ölçeği İklim Değişikliği Kaygı Ölçeği

Araştırmanın Örneklemi

Araştırmanın evrenini, 2025–2026 eğitim-öğretim yılında İstanbul ilinde yer alan bir devlet lisesinde öğrenim görmekte olan 10. sınıf öğrencileri oluşturmaktadır. Araştırmanın örneklemi ise, bu okulun 10. sınıfının iki farklı şubesinde öğrenim görmekte olan toplam 100 öğrenci oluşturmaktadır. Bu iki farklı şubeden biri deney diğeri de kontrol grubu olarak seçilmiştir. Deney ve kontrol gruplarındaki öğrenci sayıları 50’şer kişiden oluşmaktadır. Bu örneklem, seçkisiz olmayan örnekleme yöntemlerinden uygun örnekleme yöntemi ile seçilmiştir. Uygun örnekleme yöntemi para, zaman ve işgücü kaybını önlemeyi amaçlayan bir yöntemdir (Büyüköztürk, 2012, s.92). Uygun örnekleme yönteminin kullanılmasındaki amaç örnekleme kolay ulaşılabilir olması, yapılacak çalışmaya uygun ve elverişli olmasıdır (McMillan & Schumacher, 2010).

Deney grubundaki öğrencilere “Sürdürülebilirlik” ünitesi kapsamında küresel ısınma ve iklim değişikliği konuları 5E öğrenme modeline göre yapılandırılmış derslerle işlenmiştir. Kontrol grubundaki öğrencilere ise aynı kazanımlar, öğretmen merkezli geleneksel öğretim yöntemleriyle sunulmuştur. Her iki gruba da aynı ölçme araçları ön test ve son test olarak uygulanmış ve öğretim sürecinin etkisi karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir.

Veri Toplama Araçları

Bu araştırma kapsamında, öğrencilerin iklim değişikliği ile ilgili farkındalık ve kaygı düzeylerini belirlemek amacıyla, geçerlik ve güvenirlikleri daha önceki çalışmalarda belirlenmiş iki ölçme aracı kullanılmıştır.

Özbay ve Alcı (2021) tarafından geliştirilen İklim Değişikliği Kaygı Ölçeği, bireylerin iklim değişikliğine yönelik kaygı düzeylerini belirlemek amacıyla oluşturulmuş olup 4’lü Likert tipi olarak yapılandırılmıştır. Geçerlik ve güvenirlik analizlerinde yüksek düzeyde güvenirlik sağlamış (Cronbach alfa = 0.87) olan ölçek, araştırmada öğrencilerin iklim değişikliğine karşı geliştirdikleri duygusal tepkileri ölçmek amacıyla uygulama öncesi ve sonrası kullanılmıştır (EK 3).

İklim Değişikliği Farkındalık Ölçeği ise Gönen vd. (2023) tarafından lise öğrencilerinin iklim değişikliğine yönelik kavramsal farkındalık düzeylerini belirlemek amacıyla geliştirilmiştir. Ölçeğin kapsam geçerliği uzman görüşleri ile desteklenmiş, yapı geçerliği doğrulayıcı faktör analizi ile test edilmiş ve güvenirlik katsayısı yüksek (Cronbach alfa = 0.88) bulunmuştur. Bu ölçek de araştırmanın başında ve sonunda uygulanarak deney ve kontrol grupları arasındaki değişimler değerlendirilmiştir (EK2).

Kullanılan testlerin geçerlik ve güvenilirliğini etkin kılabilmek amacıyla uygulama sürecinde çeşitli önlemler alınmıştır. Testler öncesinde öğrencilere net ve anlaşılır yönergeler verilmiş, uygulamalar sessiz ve dikkat dağınık unsurlardan uzak bir ortamda gerçekleştirilmiştir. Tüm öğrencilere aynı süre tanınarak eşit koşullar sağlanmış, katılımlarının önemine vurgu yapılarak dürüst ve samimi cevapların araştırma için değerli olduğu belirtilmiştir. Ölçekler, hem ön test hem de son test olarak, aynı koşullarda, aynı sırayla ve aynı öğretmen tarafından uygulanarak standardizasyon korunmuştur. Öğrencilerin cevapları gizli tutulmuş, elde edilen veriler dikkatle incelenerek eksik, rastgele ya da tutarsız görünen yanıtlar analiz dışında bırakılmıştır. Ayrıca ders sürecinde verilen ödevler araştırmanın amaçlarına uygun olacak şekilde seçilmiş, öğrencilerin konuya ilgisini artırarak ölçümlerin güvenilirliğine katkıda bulunulmuştur.

Uygulama

Birinci haftadan itibaren dört hafta boyunca deney grubuna 5E öğrenme modeline dayalı öğretim etkinlikleri uygulanmıştır. Bu modelin her bir aşaması (Giriş, Keşfetme, Açıklama, Derinleştirme ve Değerlendirme), iklim değişikliği temasına uygun olarak yapılandırılmıştır. Deney grubunda dersler 5E öğrenme modeline göre hazırlanmış zengin etkinliklerle yürütülmüştür. “Dikkat çekme” aşamasında öğrencilerin mevcut bilgilerini ortaya çıkarmak ve konuya ilgilerini çekmek amacıyla güncel iklim haberleri, kısa belgesel kesitleri ve aynı coğrafi bölgenin geçmiş ve günümüzdeki görselleri gösterilmiştir. “Keşfetme” aşamasında öğrenciler sera etkisi, karbon döngüsü, metan salınımı gibi konuları basit deneylerle ve laboratuvar uygulamalarıyla gözlemlemiş; sınıf içi küçük grup çalışmaları ve model oluşturma etkinlikleriyle veriler toplamıştır. Bu aşamada ayrıca, geçmiş yılların iklim olayları ile günümüzdeki iklim olaylarını karşılaştıran veri setleri incelenmiş ve tartışmalar yürütülmüştür. “Açıklama” aşamasında öğrenciler elde ettikleri gözlem ve deney sonuçlarını sınıfta sunmuş, kavramları bilimsel terimlerle ifade etmiş ve öğretmen rehberliğinde kavram haritaları oluşturmuştur. “Derinleştirme” aşamasında bölgesel iklim değişikliği etkilerini yerinde görmek için okul çevresinde kısa gözlem gezileri düzenlenmiş, güncel veriler ve uydu görüntüleri analiz edilmiştir; öğrenciler ayrıca çevre sorunlarına çözüm önerileri geliştirmiştir. “Değerlendirme” aşamasında öğrencilerin iklim değişikliği konusundaki kavramsal anlama düzeyleri ve süreç boyunca geliştirdikleri beceriler çeşitli ölçme araçlarıyla sistematik biçimde değerlendirilmiştir. Bu kapsamda öğrencilere açık uçlu sorular ve performans görevleri uygulanmış; grafik yorumlama, veri analizi ve günlük yaşamdan problem çözme durumları üzerinden kazanımların ne ölçüde gerçekleştiği belirlenmiştir. Sınıf içinde gerçekleştirilen gösteri deneyleri ve animasyon destekli uygulamalar, öğrencilerin kavramları doğru

yapılandırıp yapılandırmadığını gözlemleme fırsatı sağlamıştır. Dijital değerlendirme materyalleriyle öğrencilerin düşünme süreçleri izlenmiş ve kavramsal eksiklikleri ortaya çıkarılmıştır. Deney grubunda öğrenciler, tartışma temelli etkinlikler, grup çalışmaları ve uygulamalı öğrenme etkinlikleri yoluyla değerlendirme sürecine aktif olarak katılmış, böylece öğrenmenin kalıcılığı ve derinliği çok yönlü biçimde ölçülmüştür.

Aynı süreçte kontrol grubuna ise öğretmen merkezli, düz anlatıma dayalı ve ders kitabı temelli öğretim yöntemi uygulanmıştır. Her iki gruba da aynı kazanımlar, ancak farklı yöntemlerle sunulmuştur.

Verilerin Analizi

Araştırma sonucunda elde edilen veriler, araştırma problemine yönelik olarak SPSS 26.0 paket programı kullanılarak analiz edilmiştir. Öğrencilerin farkındalık ve kaygı düzeylerini belirlemek için “İklim Değişikliği Farkındalık Ölçeği” ve “İklim Değişikliği Kaygı Ölçeği” ön test ve son test olarak uygulanmıştır. Çalışmada 5E öğrenme modeliyle yürütülen öğretim sürecinin, öğrencilerin iklim değişikliği konusundaki farkındalık ve kaygı düzeylerine etkisini incelemek amacıyla hem deney ve kontrol grupları karşılaştırılmış hem de her grup kendi içinde değerlendirilmiştir. Deney ve kontrol gruplarının kendi içlerindeki gelişimlerini belirlemek için ise eşleştirilmiş t-testi (paired samples t-test) uygulanmıştır. Eşleştirilmiş t-testi, aynı gruptan farklı zamanlarda toplanan veriler arasındaki farkın, istatistiksel açıdan anlamlı olup olmadığını belirlemek amacıyla kullanılmaktadır (Büyüköztürk, 2012). Uygulama sonucunda, deney ve kontrol grupları arasındaki farkı belirlemek için bağımsız örneklem t-testi (independent samples t-test) uygulanmıştır. Bu test, iki grup ortalama değerlerini karşılaştırarak bulunan farkın istatistiksel olarak anlamlı mı yoksa rastlantısal mı olduğunu belirlemek için kullanılmaktadır (Büyüköztürk, 2012).

Yukarıda bahsedilen analizler öncesinde, verilerin parametrik testlere uygunluğunu belirlemek amacıyla test puanlarının normal dağılıma uygunluğu kontrol edilmiştir. Bu doğrultuda her bir ölçekte Shapiro–Wilk ve Kolmogorov–Smirnov normallik testleri uygulanmış, verilerin çarpıklık ve basıklık (skewness-kurtosis) değerleri incelenmiştir. Analiz sonucunda normallik varsayımının karşılandığı belirlenmiş ve parametrik testlerle (independent samples t-test, paired samples t-test) devam edilmiştir.

Araştırmacı Rolü

Bu araştırmada uygulamanın tüm aşamaları araştırmacı tarafından planlanmış, yürütülmüş ve denetlenmiştir. Öncelikle deney ve kontrol grupları belirlenmiş, öğrencilerin sosyo-demografik özellikleri ve ön test puanları dikkate alınarak gruplar arasında başlangıçta

eşdeğerlik sağlanmıştır. Veri toplama araçlarının uygulanması öncesinde gerekli izinler alınmış ve öğrencilere sürecin amacı, gönüllülük esasları ve gizlilik ilkeleri açıklanmıştır.

Geçerlik ve Güvenirlik

Nicel araştırmalarda veri toplama araçlarının geçerlik ve güvenirlilik düzeyi, elde edilen bulguların bilimsel güvenilirliğini doğrudan etkiler. Geçerlik, ölçme aracının ölçülmek istenen olguyu ne kadar doğru ölçebildiğini ifade ederken; güvenirlilik, aynı koşullar altında tutarlı ve tekrarlanabilir sonuçlar elde etme kapasitesidir (Sürücü & Maslakçı, 2020). Bir ölçüm aracının güvenilir olması geçerli olduğu anlamına gelmez; bu nedenle her iki kavram birlikte değerlendirilmelidir (Heale & Wycross, 2015).

Bu çalışmada, öğrencilerin iklim değişikliği konusundaki farkındalık ve kaygı düzeylerini ölçmek için “İklim Değişikliği Farkındalık Ölçeği” ve “İklim Değişikliği Kaygı Ölçeği” kullanılmıştır. Bu ölçeklerin geçerlilik düzeyleri, önceki geliştirme ve uyarlama çalışmalarında yapı geçerliği (faktör analizleri, açıklanan varyans, uyum indeksleri) ve içerik geçerliği (uzman görüşü) analizleriyle desteklenmiştir (Gönen vd., 2023; Özbay & Alıcı, 2021). Bu araştırmada da ölçeklerin amaca uygunluğunu sağlamak için kavramsal çerçeve hazırlanmış ve alan uzmanlarının görüşüne başvurulmuştur.

Güvenirlilik açısından, her iki ölçek için iç tutarlılık katsayıları (Cronbach alfa) araştırma örnekleminde yeniden hesaplanmış ve alfa değerlerinin 0,70 ve üzerinde olduğu belirlenmiştir. Alfa değerlerinin bu düzeyde olması iç tutarlılığın kabul edilebilir bir değere karşılık geldiğini göstermektedir. Literatürde Cronbach alfa katsayısının bazı sınırlamaları da vurgulanmakta, bu istatistiğin yalnızca maddeler arasındaki ortalama korelasyona baktığı ve tek faktör varsayımını gerektirdiği belirtilmektedir (Zakariya, 2022). Bu nedenle gerekirse alternatif güvenirlilik analizleri (örneğin bileşik güvenirlilik, omega katsayısı) de değerlendirilebilir.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

Bulgular

Bu bölümde, deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin iklim değişikliği farkındalık ve kaygı düzeylerinin, uygulama öncesi ve sonrasındaki değişimleri analiz edilmiştir. Araştırma kapsamında her iki grupta da 10. sınıfta öğrenim gören toplam 100 öğrenci yer almıştır. Deney grubunu oluşturan 50 öğrenciye, 5E öğrenme modeline dayalı öğretim süreci uygulanmış; kontrol grubundaki 50 öğrenciye ise mevcut öğretim programı doğrultusunda geleneksel yöntemlerle ders işlenmiştir.

Her iki gruptaki öğrencilere uygulama öncesinde ve sonrasında İklim Değişikliği Farkındalık Ölçeği ile İklim Değişikliği Kaygı Ölçeği uygulanmıştır. Böylece öğrencilerin ön test ve son test puanları karşılaştırılarak, 5E öğrenme modelinin öğrencilerin farkındalık ve kaygı düzeyleri üzerindeki etkisi incelenmiştir. Elde edilen tüm veriler SPSS 26.0 paket programı aracılığıyla analiz edilmiş, gruplar arası ve grup içi karşılaştırmalar için uygun istatistiksel yöntemler kullanılmıştır.

Araştırmada elde edilen verilerin analizinde parametrik ya da non-parametrik testlerin kullanılabilmesi için öncelikle normallik varsayımı incelenmiştir. Bu amaçla deney ve kontrol gruplarının farkındalık ve kaygı ölçeklerinden elde edilen ön test ve son test puanları üzerinde normallik testleri (Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro-Wilk) uygulanmış; ayrıca dağılıma ilişkin çarpıklık ve basıklık katsayıları değerlendirilmiştir. Normallik testlerine ilişkin istatistikler Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Çalışma Gruplarına Yapılan Normallik Testi İstatistikleri

	N	$\bar{X}$	SS	Çarpıklık	Basıklık
Far.Ön. Ort.	50	3.24	.49	0.90	3.46
Far.Son.Ort.	50	3.39	.47	.95	2.10
Kay.Ön.Ort.	50	3.23	.49	-.51	-.05
Kay.Son.Ort.	50	3.48	.44	-.82	-.05

Tablo 2 (Devamı)

	Test	D/W	df	p
Far.Ön.Test	Kolmogorov-Smirnov	.129	50	.000
	Shapiro-Wilk	.915	50	.000
Far.Son.Test.	Kolmogorov-Smirnov	.100	50	.016
	Shapiro-Wilk	.944	50	.000
Kay.Ön.Test	Kolmogorov-Smirnov	.097	50	.022
	Shapiro-Wilk	.965	50	.010
Kay.Son.Test	Kolmogorov-Smirnov	.130	50	.000
	Shapiro-Wilk	.917	50	.000

Araştırmada kullanılan farkındalık ve kaygı ölçeklerinin ön test ve son test puanlarına ilişkin normallik varsayımı, Kolmogorov–Smirnov ve Shapiro–Wilk testleri ile değerlendirilmiştir. Yapılan analizlerde tüm değişkenler için anlamlılık değerlerinin .05’ten küçük olduğu görülmüştür. Normallik testlerinde anlamlılık düzeyinin .05’in altında bulunması, dağılımın istatistiksel olarak normalden sapma gösterebileceğini ifade etmektedir (Field, 2013; Tabachnick & Fidell, 2019).

Bununla birlikte, betimsel istatistiklerde yer alan çarpıklık ve basıklık katsayıları ± 1 aralığında bulunmuştur. George ve Mallery’e (2016) göre çarpıklık ve basıklık değerlerinin ± 1 aralığı içerisinde yer alması, verilerin normale yakın dağıldığı şeklinde yorumlanabilir. Bu nedenle söz konusu değişkenlere ait dağılımların, parametrik analizlerin gerçekleştirilmesine yeterli düzeyde normalliği sağladığı kabul edilmiştir. Sonuç olarak, farkındalık ve kaygı ölçekleri ön test ve son test puanlarının dağılımlarının parametrik test kullanılmasına uygun olduğu değerlendirilmiştir. Bu doğrultuda bağımsız örneklem t-testi ve bağımlı örneklem t-testi analizleri tercih edilmiştir.

Deneysel uygulamanın etkililiğini değerlendirebilmek amacıyla öncelikle deney ve kontrol gruplarının uygulama öncesi iklim değişikliği farkındalık düzeylerinin benzer olup olmadığı incelenmiştir. Bu doğrultuda bağımsız örneklem t-testi uygulanmış ve elde edilen bulgular Tablo 3’te sunulmuştur.

Tablo 3. Deney ve Kontrol Gruplarının Farkındalık Ön Test Puanlarına İlişkin Bağımsız Örneklem t-Testi Sonuçları

	N	$\bar{X}$	SS	t	df	p
Kontrol	50	3.34	.40			
Deney	50	3.15	.55	1.95	98	.54

Bağımsız örneklem t-testinden elde edilen bulgular, deney ve kontrol gruplarının farkındalık ön test puanları arasında anlamlı bir farklılık olmadığını göstermiştir, $t(98)=1.95$, $p=.054$. Bu durum, uygulama öncesinde her iki grubun iklim değişikliği farkındalığı açısından benzer düzeyde olduğunu ortaya koymaktadır. Gruplar arasındaki başlangıç denkliği, son test karşılaştırmalarının iç geçerliliğini desteklemektedir

Deney ve kontrol gruplarının uygulama öncesi iklim değişikliğine yönelik kaygı düzeylerinin birbirine denk olup olmadığını belirlemek amacıyla kaygı ölçeği ön test puanları bağımsız örneklem t-testi ile analiz edilmiş ve bulgular Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. Deney ve Kontrol Gruplarının Kaygı Ön Test Puanlarına İlişkin Bağımsız Örneklem t-Testi Sonuçları

	N	$\bar{X}$	SS	t	df	p
Kontrol	50	3.31	.46			
Deney	50	3.15	.52	1.55	98	.126

Bağımsız örneklem t-testinden elde edilen bulgular, deney ve kontrol gruplarının kaygı ön test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığını göstermektedir, $t(98)=1.55$, $p=.126$. Bu sonuç, deneysel işlem öncesinde öğrencilerin iklim değişikliğine yönelik kaygı düzeylerinin benzer olduğunu ortaya koymaktadır. Gruplar arasındaki bu başlangıç denkliği, son test bulgularının yorumlanmasında iç geçerlilik yönünden önem taşımaktadır.

Öğrencilerin iklim değişikliği konusundaki farkındalık düzeylerinin uygulama sürecine bağlı olarak nasıl değiştiğini belirlemek amacıyla farkındalık ölçeğinden elde edilen ön test ve son test puanları bağımlı örneklem t-testi ile analiz edilmiştir. Uygulama süreci sonrasında farkındalıkta bir gelişim olup olmadığının ortaya konması, 5E öğrenme modelinin etkililiğinin değerlendirilmesi açısından önem taşımaktadır. Bu kapsamda elde edilen bulgular Tablo 5'te sunulmuştur.

Tablo 5. Kontrol Grubu Farkındalık ve Kaygı Bağımlı t-testi Sonuçları

		N	$\bar{X}$	SS	t	df	p
	Kontrol	50	3.24	.49			
Farkındalık	Kontrol	50	3.30	.48	-1.12	49	.27
	Kontrol	50	3.25	.47			
Kaygı	Kontrol	50	3.33	.45	-1.58	49	.12

Kontrol grubunun farkındalık ve kaygı düzeylerine ilişkin ön test ve son test puanları karşılaştırıldığında, her iki değişkende de sınırlı düzeyde artış gözlenmiştir. Farkındalık

ölçeğinde öğrencilerin ön test ortalaması ($\bar{X} = 3.24$, $SS = 0.49$), son test ortalaması ise ($\bar{X} = 3.30$, $SS = 0.48$) olarak hesaplanmıştır. Elde edilen sonuç, farkındalık düzeyinde küçük bir artış olduğunu göstermektedir. Ancak yapılan bağımlı örneklem t-testi sonucunda bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($t(49) = -1.12$, $p = .27$).

Benzer şekilde, kaygı ölçeğine ilişkin ön test ortalaması ($\bar{X} = 3.25$, $SS = 0.47$) ve son test ortalaması ($\bar{X} = 3.33$, $SS = 0.45$) arasında da küçük bir artış görülmektedir. Buna karşın, elde edilen farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı belirlenmiştir ($t(49) = -1.58$, $p = .12$).

Bu sonuçlar, kontrol grubunda geleneksel öğretim sürecinin öğrencilerin iklim değişikliği farkındalık ve kaygı düzeylerinde anlamlı bir değişim yaratmadığını göstermektedir. Farkındalık ve kaygı düzeylerinde gözlenen küçük artışların, öğrencilerin ders sürecindeki doğal öğrenme deneyimlerinden veya çevresel faktörlerden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Dolayısıyla, anlamlı farkın ortaya çıkmaması, uygulanan öğretim yönteminin bu değişkenler üzerinde güçlü bir etki yaratmadığını göstermektedir.

Öğrencilerin iklim değişikliğine yönelik kaygı düzeylerinin uygulama süreci ile birlikte nasıl değiştiğini belirlemek amacıyla kaygı ölçeğinden elde edilen ön test ve son test puanları bağımlı örneklem t-testi ile analiz edilmiştir. Uygulamanın öğrencilerin duyuşsal eğilimleri üzerindeki etkisini ortaya koymak araştırmanın önemli hedeflerinden biridir. Bu kapsamda elde edilen bulgular Tablo 6’da sunulmuştur.

Tablo 6. Deney Grubu Farkındalık ve Kaygı Bağımlı t-testi Sonuçları

		N	$\bar{X}$	SS	t	df	p
Farkındalık	Deney	50	3.23	.49			
	Deney	50	3.48	.47	-3.70	49	.00
Kaygı	Deney	50	3.24	.48			
	Deney	50	3.56	.45	-3.66	48	.00

Deney grubundaki öğrencilerin farkındalık düzeylerine ilişkin ön test ve son test puan ortalamaları incelendiğinde, anlamlı bir artış olduğu görülmektedir. Öğrencilerin farkındalık ön test ortalaması ($\bar{X} = 3.23$, $SS = 0.49$) iken, son test ortalaması ($\bar{X} = 3.48$, $SS = 0.47$) olarak bulunmuştur. Bağımlı örneklem t-testi sonucuna göre bu fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($t(49) = -3.70$, $p = .00$). Bu sonuç, 5E öğrenme modeline dayalı öğretim sürecinin öğrencilerin iklim değişikliği farkındalık düzeylerini artırmada etkili olduğunu göstermektedir. Öğrencilerin

uygulama süreci boyunca aktif katılım sağlamaları, gözlem yapmaları ve deneyim temelli etkinliklerle öğrenmeyi desteklemeleri farkındalık artışına katkı sağlamış olabilir.

Benzer biçimde, deney grubundaki öğrencilerin iklim değişikliği kaygı düzeylerine ilişkin puanları da anlamlı bir artış göstermiştir. Öğrencilerin kaygı ön test ortalaması ($\bar{X} = 3.24$, $SS = 0.48$) iken, son test ortalaması ($\bar{X} = 3.56$, $SS = 0.45$) olarak hesaplanmıştır. Yapılan bağımlı örneklem t-testi sonucunda farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlenmiştir ($t(48) = -3.66$, $p = .00$). Bu bulgu, uygulama sonrasında öğrencilerin çevresel sorunlara karşı duyarlılığının ve iklim değişikliğine ilişkin farkındalıklarının artmasıyla birlikte, konunun ciddiyetine yönelik kaygı düzeylerinde de yükselme olduğunu göstermektedir.

Elde edilen sonuçlar, 5E öğrenme modelinin öğrenciler üzerinde hem bilişsel hem de duyuşsal boyutta anlamlı etkiler yarattığını ortaya koymaktadır. Öğrencilerin farkındalık düzeylerindeki artış, modelin keşfetme, açıklama ve derinleştirme aşamalarında aktif öğrenme ve sorgulamaya dayalı süreçlerin etkisini destekler niteliktedir. Benzer şekilde kaygı düzeylerindeki artış, öğrencilerin iklim değişikliğinin sonuçlarını daha bilinçli biçimde değerlendirdiklerini ve çevresel sorunlara yönelik duygusal duyarlılık kazandıklarını göstermektedir.

Araştırmada uygulanan öğretim sürecinin öğrencilerin iklim değişikliğine yönelik farkındalık düzeyleri üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla deney ve kontrol gruplarının son test puanları bağımsız örneklem t-testi ile karşılaştırılmıştır. Gruplar arasında ortaya çıkabilecek farkların uygulamanın etkililiği açısından anlamlı olup olmadığını belirlemek araştırmanın temel amaçları arasında yer almaktadır. Bu kapsamda elde edilen bulgular Tablo 7’de sunulmuştur.

Tablo 7. Deney ve Kontrol Gruplarının Farkındalık Son Test Puanlarına İlişkin Bağımsız Örneklem t-Testi Sonuçları

	N	$\bar{X}$	SS	t	df	p
Kontrol	50	3.30	.39			
Deney	50	3.48	.52	1.97	98	.052

Tablo 7 incelendiğinde deney grubu öğrencilerinin son test farkındalık puan ortalamasının kontrol grubuna göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Bununla birlikte, iki grup arasındaki farkın istatistiksel açıdan anlamlı olmadığı saptanmıştır, $t(98)=1.97$, $p=.052$. Bu sonuç, deney grubunda farkedilebilir bir artışın var olduğunu ancak istatistiksel olarak anlamlı bir farkın bulunmadığını göstermektedir. Yani, uygulama sonucunda öğrencilerin farkındalık düzeylerinin gelişimi açısından kullanılan yöntemlerin etkisi arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir.

Bu bulgu, uygulanan öğretim sürecinin öğrencilerin farkındalık düzeylerinde olumlu bir gelişim sağladığını ancak bu etkinin grup karşılaştırmasına yansıyacak düzeyde belirginleşmediğini düşündürmektedir. Farkındalığın bilişsel, duyuşsal ve davranışsal boyutlar içeren çok yönlü bir yapı olması, değişimin daha uzun süreli ve daha yoğun öğrenme yaşantılarıyla desteklenmesini gerektirebilir (Gürsoy & Çelik, 2020). Bu doğrultuda uygulama süresinin artırılması veya içerik kapsamının genişletilmesi ilerleyen çalışmalarda daha güçlü etkilerin gözlenmesini sağlayabilir.

Deney ve kontrol gruplarının iklim değişikliğine yönelik kaygı son test puanları arasında uygulama sonrasında anlamlı bir fark olup olmadığını belirlemek amacıyla bağımsız örneklem t-testi yapılmıştır. Uygulamanın farklı öğrenme süreçleri yaşayan gruplar üzerinde oluşan etkisinin karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesi bu analizle amaçlanmıştır. Elde edilen bulgular Tablo 8’de verilmiştir.

Tablo 8. Deney ve Kontrol Gruplarının Kaygı Son Test Puanlarına İlişkin Bağımsız Örneklem t-Testi Sonuçları

	N	$\bar{X}$	SS	t	df	p
Kontrol	50	3.46	.45			
Deney	50	3.50	.43	-.41	.98	.680

Tablo 8 incelendiğinde deney grubu öğrencilerinin kaygı son test puan ortalamasının kontrol grubundan biraz daha yüksek olduğu görülmektedir. Ancak yapılan bağımsız örneklem t-testi sonucunda bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı belirlenmiştir, $t(98)=-.41$, $p=.680$. Bu sonuç, uygulamanın kaygı düzeyleri üzerinde deney grubu lehine bir artış oluşturmaya rağmen gruplar arası farkın anlamlılık düzeyine ulaşmadığını göstermektedir. Yani öğrencilerin çevre kaygıları açılarından açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir.

Çevresel kaygı, duyuşsal bir özellik olarak kısa sürede belirgin değişim göstermeyebilir (Ojala, 2012). Aynı zamanda çevre eğitiminin tutum ve davranışa yansıyan çok yönlü bir yapı gerektirmesi, değişimin daha uzun süreli öğrenme yaşantılarıyla desteklenmesini gerekli kılmaktadır (Hungerford & Volk, 1990). Bu durum, deney ve kontrol gruplarının kaygı düzeylerinin birbirine yakın olmasının, öğrencilerin iklim değişikliği konusunda genel olarak yüksek bir duyarlılığa sahip olmalarından kaynaklanabileceğini düşündürülebilir.

Özet olarak, farkındalık ve kaygı düzeylerine yönelik test puan ortalamalarının deney grubu lehine olması, bu çalışmada ele alınan yöntemin potansiyel bir etkiye sahip olduğunu ancak örneklem büyüklüğü, uygulama süresi veya ölçüm hassasiyeti gibi olası kısıtlılıklar

nedeniyle bu etkinin "şansa bağlı olmayan bir fark" olarak dikkate alınamayacağını göstermektedir (Cohen, 1988; Gelman & Carlin, 2014; Lakens, 2013).



BEŞİNCİ BÖLÜM

Tartışma ve Sonuç

Bu çalışma, 5E öğrenme modelinin karmaşık ve disiplinler arası bir konu olan iklim değişikliği bağlamında öğrencilerin farkındalık geliştirmedeki etkisini incelemiştir. Deney grubunda uygulanan 5E öğrenme modeline dayalı öğretim süreci, öğrencilerin çevresel ilgilerini canlı tutarak aktif katılımı teşvik etmiş; bu sayede edinilen bilgilerin daha anlamlı ve kalıcı hâle gelmesi amaçlanmıştır. Bu etki, özellikle öğrencilerin kendi deneyimleri üzerinden keşfetmelerine olanak tanıyan, öğrenci merkezli öğretim anlayışının bir sonucu olarak değerlendirilmektedir (Bybee vd., 2006; Şenel- Çoruhlu & Çepni, 2016).

Araştırmanın genel bulguları, istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar ortaya koymamakla birlikte, 5E öğrenme modelinin öğrencilerin iklim değişikliği konusundaki farkındalıklarını artırmada potansiyel olarak etkili bir yöntem olabileceğini; buna karşılık, kaygı düzeylerinde dikkatle değerlendirilmesi gereken bir artışa yol açabileceğini göstermektedir. Deney ve kontrol gruplarının uygulama öncesinde benzer başlangıç düzeylerine sahip olmaları, gözlenen bu potansiyel farkların öğretim sürecine bağlı olarak ortaya çıktığı şeklinde yorumlanabilir. Bu bağlamda, 5E modelinin öğrencilerin çevresel konular üzerinde daha derinlemesine düşüncelerini, neden-sonuç ilişkileri kurmalarını ve bireysel sorumluluk bilinci geliştirmelerini desteklediği söylenebilir. Bu durum, yapılandırmacı öğrenme yaklaşımının soyut ve karmaşık çevre konularının öğretiminde öğrencinin aktif katılımını sağlayarak öğrenme sürecini daha anlamlı hâle getirme potansiyeline sahip olduğu yönündeki kuramsal çerçeveye örtüşmektedir (Driver vd., 1994; Fosnot, 2013).

Kontrol grubunun farkındalık ve kaygı düzeylerine ilişkin ön test ve son test puanları karşılaştırıldığında, her iki değişkende de sınırlı düzeyde artışlar gözlenmiştir. Farkındalık ölçeğinde kontrol grubundaki öğrencilerin ön test puan ortalaması 3.24 iken, son test puan ortalamasının 3.30'a yükseldiği belirlenmiştir. Ancak yapılan bağımlı örneklem t-testi sonucunda bu artışın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmüştür ($p > .05$). Bu bulgu, geleneksel öğretim süreci kapsamında öğrencilerin farkındalık düzeylerinde küçük ölçekli artışlar gözlenebilse de, bu değişimlerin istatistiksel açıdan anlamlı bir düzeye ulaşmadığını göstermektedir. Bu durum, öğretmen merkezli yaklaşımların öğrencilerin bilişsel ve duyuşsal çıktıları üzerindeki sınırlı etkisine işaret eden önceki çalışmalarla paralellik göstermektedir (Çepni, 2012; Freeman vd., 2014).

Benzer şekilde, kontrol grubunun kaygı düzeylerine ilişkin ön test ve son test puanları incelendiğinde, uygulama sonrasında kaygı düzeyinde sınırlı bir artış olduğu görülmektedir. Kaygı ön test ortalaması 3.25 iken, son test ortalamasının 3.33'e yükseldiği belirlenmiştir. Ancak bu artışın da istatistiksel olarak anlamlı olmadığı saptanmıştır ($p > .05$). Bu sonuç, kontrol grubunda yürütülen öğretim sürecinin öğrencilerin iklim değişikliğine yönelik kaygı düzeyleri üzerinde belirgin bir etki oluşturmadığını ortaya koymaktadır.

Kontrol grubuna ilişkin bu bulgular, geleneksel öğretim yöntemlerinin öğrencilerin hem bilişsel hem de duyuşsal özelliklerinde sınırlı değişimler oluşturduğunu göstermektedir. Farkındalık ve kaygı düzeylerinde gözlenen küçük artışların; öğrencilerin ders sürecinde karşılaştıkları genel bilgiler, günlük yaşamda maruz kaldıkları çevresel olaylar ya da medya kaynaklı etkiler gibi dışsal faktörlerden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Dolayısıyla kontrol grubunda anlamlı bir değişimin ortaya çıkmaması, uygulanan öğretim yönteminin öğrencilerin iklim değişikliğine yönelik farkındalık ve kaygı düzeyleri üzerinde güçlü bir etki yaratmadığını göstermektedir.

Buna karşılık, deney grubundaki öğrencilerin farkındalık düzeylerine ilişkin ön test ve son test puanları arasında belirgin ve istatistiksel olarak anlamlı bir artış olduğu görülmektedir. Deney grubunda farkındalık düzeyinin uygulama sonrasında anlamlı biçimde yükselmesi ve yapılan istatistiksel analizlerin bu artışın rastlantısal olmadığını göstermesi, 5E öğrenme modeline dayalı öğretim sürecinin öğrencilerin iklim değişikliğine ilişkin farkındalıklarını artırmada etkili olduğunu ortaya koymaktadır. Öğrencilerin keşfetme, açıklama ve derinleştirme aşamalarında aktif rol almaları, sorgulamaya dayalı etkinliklere katılmaları ve öğrenme sürecini deneyimleyerek yapılandırmaları bu artışta etkili olmuş olabilir (Bybee vd., 2006).

Deney grubunda farkındalık düzeyindeki artışa paralel olarak, öğrencilerin iklim değişikliğine yönelik kaygı düzeylerinde de istatistiksel olarak anlamlı bir artış gözlenmiştir. Uygulama sonrasında kaygı düzeyinin anlamlı biçimde yükselmesi, öğrencilerin iklim değişikliğinin nedenleri, sonuçları ve olası etkileri hakkında daha bilinçli hâle geldiklerini göstermektedir. Bu artış, öğrencilerin çevresel sorunların ciddiyetini daha derinlemesine kavradıklarını ve bu farkındalığın duyuşsal bir yansıması olarak kaygı düzeylerine yansıdığını düşündürmektedir. Bu bulgu, iklim değişikliği eğitimi sürecinde farkındalık artışı ile kaygı arasında kontrollü bir ilişkinin kurulabileceğini vurgulayan çalışmalarla örtüşmektedir (Ojala, 2015).

Genel olarak değerlendirildiğinde, deney grubunda hem farkındalık hem de kaygı düzeylerinde ortaya çıkan anlamlı artışlar, 5E öğrenme modelinin öğrenciler üzerinde yalnızca

bilişsel değil, aynı zamanda duyuşsal boyutta da etkili olduğunu göstermektedir. Buna karşılık, kontrol grubunda anlamlı bir değişimin görülmemesi, öğrenci merkezli ve yapılandırmacı yaklaşımların, özellikle iklim değişikliği gibi karmaşık ve duyuşsal boyutu güçlü konuların öğretiminde geleneksel yöntemlere kıyasla daha etkili olduğunu ortaya koymaktadır (Stevenson vd., 2017).

Öte yandan, kontrol grubunda gözlemlenen sınırlı gelişimin, öğretim sürecinin büyük ölçüde doğrudan bilgi aktarımına dayalı olmasıyla ilişkili olduğu düşünülmektedir. Öğretmen merkezli ve aktarım temelli geleneksel öğretim yaklaşımlarının öğrencileri pasif öğrenenler konumuna yerleştirdiği; bu durumun özellikle karmaşık, soyut ve çok boyutlu kavramların anlamlı öğrenilmesini zorlaştırdığı, eğitim literatüründe yaygın biçimde kabul edilmektedir (Freeman vd., 2014; Michel vd., 2009). Bu bulgu, öğrencilerin aktif katılımını merkeze almayan öğretim yöntemlerinin hem bilişsel hem de duyuşsal öğrenme çıktıları üzerinde sınırlayıcı bir etkiye sahip olabileceğini ortaya koyan önceki çalışmalarla örtüşmektedir.

Bu bağlamda, iklim değişikliği gibi güncel, belirsizlik içeren ve disiplinler arası nitelik taşıyan çevresel sorunların öğretiminde, 5E öğrenme modeline dayalı yapılandırmacı stratejilerin tercih edilmesi pedagojik açıdan anlamlı bir yaklaşım sunmaktadır (Bybee vd., 2006; Stevenson vd., 2017). Yapılandırmacı öğrenme anlayışı, bireylerin bilgiyi aktif biçimde yapılandırmalarına olanak tanıyarak yalnızca kavramsal anlamayı değil, aynı zamanda tutum ve değer gelişimini de desteklemektedir.

5E öğrenme modeli, özellikle fen ve kimya eğitiminde öğrenciyi merkeze alan, sorgulama temelli ve süreç odaklı yapısıyla iklim değişikliği gibi karmaşık konuların öğretiminde etkili bir çerçeve sunmaktadır (Bybee, 2015). Bu modelin, öğrencilerin çevresel farkındalık ve sorumluluk düzeylerini artırarak çevreye yönelik tutumlarının olumlu yönde gelişmesine katkı sağladığı, iklim değişikliği eğitimi alanındaki sistematik derleme ve ampirik çalışmalarda ortaya konmuştur (Monroe vd., 2017; Stevenson vd., 2017).

Bununla birlikte, iklim değişikliği eğitimi sürecinde öğrencilerin kaygı düzeylerinde meydana gelebilecek artışların dikkate alınması önem taşımaktadır. Literatürde, iklim değişikliği gibi küresel ve tehdit algısı yüksek konuların, özellikle ergenlik dönemindeki bireylerde çevresel kaygıyı tetikleyebildiği; bu kaygının uygun pedagojik destek sağlanmadığında öğrenme süreçlerini olumsuz etkileyebileceği belirtilmektedir (Clayton & Karazsia, 2020; Hickman vd., 2021). Bu nedenle öğretim sürecine, öğrencilerin duygusal dengeyi koruyabilecekleri, umut ve eylem yeterliği odaklı destekleyici etkinliklerin entegre edilmesi gerekmektedir. Nitekim korku temelli iletişim yaklaşımlarının öğrencilerde kaçınma davranışına yol açabileceği; buna karşılık çözüm ve eylem odaklı öğretim tasarımlarının

öğrenme ve katılımı güçlendirdiği vurgulanmaktadır (O'Neill & Nicholson-Cole, 2009; Ojala, 2015).

Sonuç olarak, 5E öğrenme modeline dayalı öğretim süreçlerinin fen ve kimya eğitiminde yaygınlaştırılması, öğrencilerin iklim değişikliğine yönelik sürdürülebilir farkındalık, sorumluluk bilinci ve aktif empati geliştirmeleri açısından kritik bir öneme sahiptir. Bu yaklaşımın, yalnızca akademik başarıyı değil, aynı zamanda çevresel sorunlara duyarlı ve geleceğe yönelik sorumlu bireylerin yetiştirilmesini desteklediği ifade edilmektedir (Monroe vd., 2017; Stevenson vd., 2017).

Deney ve kontrol gruplarının karşılaştırmalı analizlerinde, uygulama öncesinde her iki grubun da başlangıç düzeylerinin birbirine oldukça yakın olduğu belirlenmiştir. Farkındalık ve kaygı ön testlerinde gruplar arasında anlamlı bir farklılığın bulunmaması, araştırmanın iç geçerliliğini güçlendiren önemli bir unsur olarak değerlendirilmektedir. Bu durum, son testlerde gözlenen farklılıkların büyük ölçüde uygulanan öğretim süreçlerinden kaynaklandığını düşündürmektedir.

Kaygı düzeyleri açısından yapılan karşılaştırmalarda deney ve kontrol grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamakla birlikte, deney grubunda gözlenen orta düzeydeki kaygı artışı, öğrencilerin iklim değişikliğinin ciddiyetini ve küresel etkilerini daha derinlemesine kavramaya başladıklarına işaret etmektedir. Bu bulgu, iklim değişikliği farkındalığındaki artışın belirli bir düzeyde kaygı ile birlikte ortaya çıkabileceğini ve bu ilişkinin pedagojik olarak dikkatle yönetilmesi gerektiğini ortaya koyan çalışmalarla paralellik göstermektedir (Clayton & Karazsia, 2020; Hickman vd., 2021).

Genel olarak değerlendirildiğinde, 5E öğrenme modeline dayalı öğretimin öğrencilerin iklim değişikliği farkındalık ve kaygı düzeyleri üzerinde anlamlı ve pedagojik açıdan yorumlanabilir bir etki potansiyeline sahip olduğu söylenebilir. Kontrol grubunda gözlenen sınırlı değişim, öğretim yönteminin niteliğinin öğrencilerin bilişsel ve duyuşsal öğrenme çıktıları üzerinde belirleyici bir rol oynadığını açıkça ortaya koymaktadır (Bybee, 2015; Freeman vd., 2014). Bu bağlamda, yapılandırmacı temelli öğretim yaklaşımlarının iklim değişikliği gibi güncel ve disiplinler arası konuların öğretiminde daha etkili sonuçlar üretebileceği sonucuna ulaşılmaktadır.

Öneriler

Bu araştırma sonucunda elde edilen bulgular doğrultusunda, 5E öğrenme modelinin, öğrencilerin iklim değişikliği konusundaki farkındalık düzeylerini ve çevresel kaygı düzeylerini olumlu yönde etkileme potansiyeline sahip olduğu görülmüştür. Bu nedenle, fen ve kimya derslerinde 5E öğrenme modelinin kullanımının yaygınlaştırılması önerilmektedir. Özellikle soyut ve karmaşık çevresel konuların öğretiminde yapılandırmacı ve öğrenci merkezli bir yaklaşım sunması nedeniyle 5E modeli, öğrencilerin aktif öğrenmesini destekleyen etkili bir araç olarak değerlendirilebilir.

Bununla birlikte, araştırma sürecinde karşılaşılan bazı güçlükler de dikkate alınarak, gelecekte yapılacak benzer çalışmaların planlama ve uygulama aşamalarında çeşitli iyileştirmeler yapılması önerilmektedir. Araştırma sürecinde öğrencilerin derse karşı motivasyonlarının zaman zaman azaldığı, özellikle çevresel konuların soyut yapısı nedeniyle bazı öğrencilerin etkinliklere gönüllü katılım göstermekte isteksiz davrandığı gözlemlenmiştir. Bu nedenle, öğrencilerin derse ilgisini artıracak görsel materyaller, oyunlaştırılmış etkinlikler, dijital simülasyonlar ve güncel çevre sorunlarına yönelik örnek olay analizleri ile öğrenme süreci daha dinamik hale getirilebilir.

Ayrıca, verilen ödevlerin takibi ve öğrencilerin süreç içindeki bireysel gelişimlerinin izlenmesi, özellikle öğrenci sayısının fazla olduğu sınıflarda zaman yönetimi açısından güçlük oluşturabilmektedir. Gelecekte yapılacak çalışmalarda, öğrenci sayısının daha dengeli dağıtıldığı gruplarla çalışılması veya küçük grup etkinliklerinin planlanması önerilmektedir. Bu uygulama, öğretmenin öğrenci performansını daha yakından izlemesine ve geri bildirimleri daha etkili biçimde vermesine imkân sağlayacaktır.

Ölçeklerin uygulanması sürecinde bazı öğrencilerin dikkat süresinin kısa olması, anket maddelerini tam olarak anlamamaları veya hızlı doldurma eğiliminde olmaları nedeniyle veri toplama aşamasında zorluklar yaşanabilmektedir. Bu durumun önüne geçebilmek için, gelecekte yapılacak araştırmalarda veri toplama araçlarının uygulanmasından önce pilot çalışmalar yapılması, öğrencilerin ölçeklere aşina olmalarının sağlanması ve yönergelerin sadeleştirilmesi önerilmektedir. Ayrıca, çevresel konularda bilişsel olduğu kadar duyuşsal ve davranışsal boyutları da ölçebilen karma yöntemli ölçme araçlarının kullanılması, öğrencilerin tutum ve farkındalık düzeylerinin daha bütüncül biçimde değerlendirilmesine katkı sağlayacaktır.

Araştırmanın yürütüldüğü okulun öğrenci profili ve sınıf dinamikleri, uygulama sürecinde etkileşim düzeyini etkileyebilmektedir. Özellikle öğrenci sayısının fazla olduğu

sınıflarda bireysel katılımın sınırlı kaldığı, küçük gruplarla yapılan etkinliklerde ise etkileşimin daha verimli gerçekleştiği gözlenmiştir. Bu nedenle, gelecekteki çalışmalarda katılımcı sayısının daha sınırlı tutulması veya sınıfların gruplara ayrılarak etkinliklerin dönüşümlü biçimde yürütülmesi önerilmektedir.

Çalışmanın uygulama süreci incelendiğinde, 5E modelinin hem bilişsel hem de duyuşsal kazanımlar üzerinde ölçülebilir etkiler yarattığı görülmektedir. Öğretim sürecinin etkililiği, öğrencilerin aktif katılımını gerektiren etkinliklerin sıklığı, ders süresinin yeterliliği ve öğretmenin modelin aşamalarını doğru biçimde uygulama becerisi gibi faktörlere bağlıdır. Bu çalışmanın uygulama sürecinde karşılaşılan başlıca güçlükler arasında, öğrenci sayısının fazla olması, ölçeklerin uygulanmasında zaman yönetimi sorunları, öğrencilerin ödev takibinde isteksizlik göstermeleri ve motivasyonun sürekliliğini sağlamadaki zorluklar sayılabilir. Bu durumlar, özellikle uzun süreli ve uygulamalı çalışmaların planlanmasında öğretim sürecinin dikkatle organize edilmesi gerektiğini göstermektedir.

Öğrencilerin derse yönelik istekliliğinin sürdürülmesi ve motivasyonlarının artırılması da araştırmanın önemli unsurlarından biridir. Süreç boyunca öğrencilerin ilgisini canlı tutmak için, iklim değişikliği konularının günlük yaşamla ilişkilendirilmesi, medya haberleri, belgeseller, çevre projeleri ve okul içi yarışmalar gibi uygulamalara yer verilmesi önerilmektedir. Bu tür etkinlikler, öğrencilerin çevre sorunlarını sadece akademik bir bilgi alanı olarak değil, yaşamlarının bir parçası olarak görmelerine yardımcı olacaktır.

Son olarak, bu araştırma yalnızca bir devlet lisesinde yürütülmüş ve örneklem büyüklüğü sınırlı kalmıştır. Gelecekte farklı coğrafi bölgelerde, farklı okul türlerinde ve daha geniş örneklemle yapılacak benzer çalışmaların, modelin genellenebilirliğini artıracakları düşünülmektedir. Ayrıca, uzun vadeli etkilerin incelenmesi için izleme çalışmalarının yürütülmesi, 5E öğrenme modelinin kalıcılığı ve öğrencilerin çevresel farkındalıklarının davranışa dönüşme düzeyinin değerlendirilmesi açısından yararlı olacaktır.

KAYNAKÇA

- Açışlı, S., Altun Yalçın, S., & Turgut, Ü. (2011). Effects of the 5E learning model on students' academic achievements in movement and force issues. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 15, 2459–2462. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.04.128>
- Adlit, M. F., & Adlit, M. F. (2022). Teaching climate change: A systematic review from 2019–2021. *International Journal of Advanced Research and Publications*, 5(5), 12–19.
- Aktaş, M., & Güven, G. (2021). 5E öğrenme modelinin öğrencilerin akademik başarılarına etkisi: Bir meta-sentez çalışması. *Participatory Educational Research (PER)*, 8(4), 52–78. <https://doi.org/10.17275/per.21.87.8.4>
- Alexandru, A., Ianculescu, M., Tudora, E., & Bica, O. (2013). ICT challenges and issues in climate change education. *Studies in Informatics and Control*, 22(4), 349–358. <https://doi.org/10.24846/v22i4y201310>
- Anderson, K., & Bows, A. (2012). A new paradigm for climate change. *Nature Climate Change*, 2(9), 639–640. <https://doi.org/10.1038/nclimate1646>
- Anggraeni, I. (2021). Implementation of the 5E learning cycle model to improve students' conceptual understanding of science. *Journal of Physics: Conference Series*, 1832(1), 012050. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1832/1/012050>
- Arslanyılmaz, M. M. (2017). *Ankara'da bir okulda öğrenim gören ortaokul öğrencilerinin iklim değışikliği ile ilgili farkındalık ve bilgi düzeyini geliştirmeye yönelik müdahale çalışması* (Tez No. 473947) [Uzmanlık tezi, Hacettepe Üniversitesi-Ankara]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Asrizal, A., Yurnetti, Y., & Usman, E. A. (2022). ICT thematic science teaching material with 5E learning cycle model to develop students' 21st-century skills. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 11(1), 61–72. <https://doi.org/10.15294/jpii.v11i1.33764>
- Ateş, E., & Özdemir, M. (2021). The effects of argumentation-based teaching on primary school students' academic achievement, science attitudes and argumentative tendencies. *World Journal of Education*, 11(1), 29–50.
- Atık, A. D., & Doğan, Y. (2019). Lise öğrencilerinin küresel iklim değışikliği hakkındaki görüşleri. *Academy Journal of Educational Sciences*, 3(1), 84–100. <https://doi.org/10.31805/acjes.569937>
- Ay, F., & Yalçın Erik, N. (2020). Üniversite öğrencilerinin küresel ısınma ve iklim değışikliğine yönelik bilgi ve algı düzeyleri. *Cumhuriyet Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 44(2), 1–18.
- Aydoğdu, B. (2017). 5E modeline uygun hazırlanan öğretim etkinliklerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının laboratuvar uygulamalarına yönelik tutumlarına etkisi. *Sakarya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 33, 40–58. <https://doi.org/10.29250/sead.306081>
- Button, K. S., Ioannidis, J. P. A., Mokrysz, C., Nosek, B. A., Flint, J., Robinson, E. S. J., & Munafò, M. R. (2013). Power failure: Why small sample size undermines the reliability of neuroscience. *Nature Reviews Neuroscience*, 14(5), 365–376. <https://doi.org/10.1038/nrn3475>
- Büyüköztürk, Ş. (2012). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı*. (17. baskı). Pegem Akademi Yayınları.
- Büyüköztürk, Ş. (2018). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı* (24. baskı). Pegem Akademi.

- Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., Van Scotter, P., Powell, J. C., Westbrook, A., & Landes, N. (2006). *The BSCS 5E instructional model: Origins, effectiveness, and applications*. Biological Sciences Curriculum Study.
- Çalık, M., Ayas, A., & Ebenezer, J. V. (2005). A review of solution chemistry studies: Insights into students' conceptions. *Journal of Science Education and Technology*, 14(1), 29–50. <https://doi.org/10.1007/s10956-005-2732-3>
- Çalışır, E. (2022). İlkokul öğrencilerinin küresel iklim değişikliği farkındalığının analizi (Tez No. 758447) [Yüksek lisans tezi, Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi-Ankara]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Çepni, S. (2012). *Araştırma ve proje çalışmalarına giriş* (6. baskı). Celepler Matbaacılık.
- Clayton, S., & Karazsia, B. T. (2020). Development and validation of a measure of climate change anxiety. *Journal of Environmental Psychology*, 69, 101434. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2020.101434>
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203771587>
- Crichton, M., Palmer, B., Doolan, A., & Pendergast, D. (2024). The effect of participating in climate change education programs on youth self-efficacy and related outcomes: A systematic review. *Education Thinking*, 4(1), 61–90. <https://pub.analytrics.org/article/18/>
- Dale, V. H. (1997). The relationship between land-use change and climate change. *Ecological Applications*, 7(3), 753–769. [https://doi.org/10.1890/1051-0761\(1997\)007\[0753:TRBLUC\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1051-0761(1997)007[0753:TRBLUC]2.0.CO;2)
- Demir, Y., & Emre, İ. (2020). The effect of learning activities based on 5E learning model on 4th grade science teaching. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 16(3), 573–586. <https://doi.org/10.17860/mersinefd.750957>
- Demirkaya, H. (2006). Çevre eğitiminin Türkiye'deki coğrafya programları içerisindeki yeri ve çevre eğitime yönelik yeni yaklaşımlar. *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 16(1), 207–222.
- Dietz, T., Shwom, R. L., & Whitley, C. T. (2020). *Climate change and society*. *Annual Review of Sociology*, 46, 135–158. <https://doi.org/10.1146/annurev-soc-121919-054614>
- Driver, R., Asoko, H., Leach, J., Mortimer, E., & Scott, P. (1994). Constructing scientific knowledge in the classroom. *Educational Researcher*, 23(7), 5–12. <https://doi.org/10.3102/0013189X023007005>
- EPA. (2016, August). *What climate change means for Guam* (EPA 430-F-16-062). United States Environmental Protection Agency. <https://www.epa.gov/sites/default/files/2016-08/documents/climate-change-gu.pdf>
- Field, A. (2013). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics* (4th ed.). Sage.
- Field, A. (2018). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics* (5th ed.). Sage Publications.
- Finnegan, W., & d'Abreu, C. (2024). The hope wheel: A model to enable hope-based pedagogy in climate change education. *Frontiers in Psychology*, 15, Article 1347392. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1347392>
- Fosnot, C. T. (2013). *Constructivism: Theory, perspectives, and practice* (2nd ed.). Teachers College Press.

- Fraenkel, J. R., Wallen, N. E., & Hyun, H. H. (2012). *How to design and evaluate research in education* (8th ed.). McGraw-Hill Education.
- Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., & Wenderoth, M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(23), 8410–8415. <https://doi.org/10.1073/pnas.1319030111>
- Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., & Wenderoth, M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(23), 8410–8415. <https://doi.org/10.1073/pnas.1319030111>
- García-Vinuesa, A., Meira-Cartea, P. Á., & Caride-Gómez, J. A. (2024). Climate change education and secondary school students: A meta-synthesis (1993–2017). *Education in the Knowledge Society*, 25, Article e31358. <https://doi.org/10.14201/eks.31358>
- Gelman, A., & Carlin, J. (2014). Beyond power calculations: Assessing Type S (sign) and Type M (magnitude) errors. *Perspectives on Psychological Science*, 9(6), 641–651. <https://doi.org/10.1177/1745691614551642>
- George, D., & Mallery, P. (2003). *SPSS for Windows step by step: A simple guide and reference* (4th ed.). Allyn & Bacon.
- George, D., & Mallery, P. (2016). *IBM SPSS statistics 23 step by step: A simple guide and reference* (14th ed.). Routledge.
- Güleç, S., & Orhan, A. T. (2022). 5E öğrenme modeli uygulamalarının ortaokul öğrencilerinin akademik başarılarına, ekolojik ayak izi farkındalıklarına ve sürdürülebilir çevreye yönelik tutumlarına etkisi. *Eğitim Bilim ve Araştırma Dergisi*, 3(2), 410–441. <https://doi.org/10.54637/ebad.1163567>
- Günşen, G., & Dağ, B. (2024). 5E modeline dayalı okul öncesi dönem çocuklarına yönelik örnek bir etkinlik tasarımı: “Küresel ısınmayı nasıl önleriz?”. *Araştırma ve Deneyim Dergisi*, 9(2), 84–104. <https://doi.org/10.47214/adeder.1586035>
- Gürsoy, G., & Çelik, M. (2020). The effect of constructivist learning approach and active learning on environmental education: A meta-analysis study. *Journal of Education and Training Studies*, 8(4), 54–67.
- Heale, R., & Twycross, A. (2015). Validity and reliability in quantitative studies. *Evidence-Based Nursing*, 18(3), 66–67. <https://doi.org/10.1136/eb-2015-102129>
- Hickman, C., Marks, E., Pihkala, P., Clayton, S., Lewandowski, R. E., Mayall, E. E., Wray, B., Mellor, C., & van Susteren, L. (2021). Climate anxiety in children and young people and their beliefs about government responses to climate change: A global survey. *The Lancet Planetary Health*, 5(12), e863–e873. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(21\)00278-3](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(21)00278-3)
- Hungerford, H. R., & Volk, T. L. (1990). Changing learner behavior through environmental education. *The Journal of Environmental Education*, 21(3), 8–21.
- Igboanugo, B. I., & Naiho, O. I. (2024). Effectiveness of inquiry-based chemistry learning on students’ attitudes and knowledge of climate change mitigation behaviors. *Journal of Chemical Education*, 101(7), 3318–3325. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.4c00367>
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2007). *Climate change 2007: The physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press. <https://www.ipcc.ch/report/ar4/wg1/>

- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2021). *Climate change 2021: The physical science basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009157896>
- Karşlı, F., & Ayas, A. (2014). Developing a laboratory activity by using 5E learning model on student learning of factors affecting the reaction rate and improving scientific process skills. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 143, 663–668. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.07.460>
- Kılınç, A., Stanisstreet, M., & Boyes, E. (2008). Turkish students' ideas about global warming. *International Journal of Environmental and Science Education*, 3(2), 89–98.
- Kozcu Çakır, N., & Güven, G. (2019). Effect of 5E learning model on academic achievement and attitude towards the science course: A meta-analysis study. *Çukurova Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 48(2), 1111–1140. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/cuefd>
- Kunreuther, H., Heal, G., Allen, M., Edenhofer, O., Field, C. B., & Yohe, G. (2013). Risk management and climate change. *Nature Climate Change*, 3(5), 447–450. <https://doi.org/10.1038/nclimate1740>
- Lai, A.-F., Lai, H.-Y., Chuang, W.-H., & Wu, Z.-H. (2015). Developing a mobile learning management system for outdoors nature science activities based on 5E learning cycle. *Proceedings of the IADIS International Conference on e-Learning 2015*, 59–65.
- Lakens, D. (2013). Calculating and reporting effect sizes to facilitate cumulative science: A practical primer for t-tests and ANOVAs. *Frontiers in Psychology*, 4, 863. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00863>
- Leal Filho, W., Sima, M., Sharifi, A., Luetz, J. M., Lange Salvia, A., Anholon, R., Rampasso, I., Olooto, F. M., Donkor, F. K., Djekic, I., Dinis, M. A. P., Klavins, M., Mifsud, M., Finnveden, G., Chari, M. M., Molthan-Hill, P., Mifsud, A., Sen, S. K., & Lokupitiya, E. (2021). Handling climate change education at universities: An overview. *Environmental Sciences Europe*, 33(109). <https://doi.org/10.1186/s12302-021-00552-5>
- Matitaputty, J. K., & Sopacua, J. (2023). The effectiveness of the learning cycle 5E learning model in an effort to improve learning outcomes of history. *JIM: Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pendidikan Sejarah*, 8(2), 740–747.
- McMillan, J. H. & Schumacher, S. (2010). *Research in education: evidence-based inquiry* (7th edition). Pearson Publishing.
- McNutt, M. (2013). Climate change impacts. *Science*, 341(6145), 435. <https://doi.org/10.1126/science.1243256>
- Michel, N., Cater, J. J., & Varela, O. (2009). Active versus passive teaching styles: An empirical study of student learning outcomes. *Human Resource Development Quarterly*, 20(4), 397–418. <https://doi.org/10.1002/hrdq.20025>
- Monroe, M. C., Plate, R., Oxarart, A., Bowers, A., & Chaves, W. A. (2017). Identifying effective climate change education strategies: A systematic review of the research. *Environmental Education Research*, 25(6), 791–812. <https://doi.org/10.1080/13504622.2017.1360842>
- Nacaroglu, O., & Karaaslan, G. (2020). Özel Yetenekli Öğrencilerin İklim Değişikliğine Yönelik Bilişsel Yapılarının İncelenmesi. *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 11(Ek), 1-13. <https://doi.org/10.36362/gumus.637441>
- NASA (2022). Global climate change: Vital signs of the planet. <https://climate.nasa.gov>

- National Aeronautics and Space Administration. (2022). *Global climate change: Vital signs of the planet*. <https://climate.nasa.gov>
- Nişancı, S. (2023). 8. sınıf öğrencilerinin küresel ısınma ve iklim değişikliği hakkındaki görüşleri (Tez No. 831480) [Yüksek lisans tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi-Çanakkale]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- O'Neill, S., & Nicholson-Cole, S. (2009). "Fear won't do it": Promoting positive engagement with climate change through visual and iconic representations. *Science Communication*, 30(3), 355–379. <https://doi.org/10.1177/1075547008329201>
- Obiene, E. A. (2024). Climate change and environmental education: A key to sustainable primary school pupils: An overview. *International Journal of Innovative Environmental Studies Research*, 12(3), 137–144.
- Ojala, M. (2015). Hope in the face of climate change: Associations with environmental engagement and student perceptions of teachers' emotion communication style and future orientation. *The Journal of Environmental Education*, 46(3), 133–148. <https://doi.org/10.1080/00958964.2015.1021662>
- Ojala, M. (2015). Hope in the face of climate change: Associations with environmental engagement and student perceptions of teachers' emotion communication style and future orientation. *The Journal of Environmental Education*, 46(3), 133–148. <https://doi.org/10.1080/00958964.2015.1021662>
- Ojala, M. (2016). Facing anxiety in climate change education: From therapeutic practice to hopeful transgressive learning. *Canadian Journal of Environmental Education*, 21, 41–56.
- Oktay, S. (2022). Argümantasyona dayalı etkinliklerin 9. sınıf öğrencilerinin küresel ısınma ve iklim değişikliğine yönelik görüşlerine ve argüman kurma becerilerine etkisi (Tez No. 750698) [Yüksek lisans tezi, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi-Aydın]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Pielke, R. A., Jr. (2004). What is climate change? *Energy & Environment*, 15(3), 515–520. <https://doi.org/10.1260/0958305041494576>
- Putra, F., Nurkholifah, I. Y., Subali, B., & Rusilowati, A. (2018). 5E-learning cycle strategy: Increasing conceptual understanding and learning motivation. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-BiRuNi*, 7(2), 171–181. <https://doi.org/10.24042/jipfalbiruni.v7i2.2898>
- Reid, A. (2019). Climate change education and research: Possibilities and potentials versus problems and perils? *Environmental Education Research*, 25(6), 767–790. <https://doi.org/10.1080/13504622.2019.1664075>
- Ripple, W. J., Smith, P., Haberl, H., Montzka, S. A., McAlpine, C., & Boucher, D. H. (2014). Ruminants, climate change and climate policy. *Nature Climate Change*, 4(1), 2–5. <https://doi.org/10.1038/nclimate2081>
- Sabancı, H. (2023). *Okul öncesi eğitimde tematik öğretim yaklaşımıyla iklim okuryazarlığı bağlamında iklim değişikliği eğitimi eylem araştırması* (Tez No. 778025) [Yüksek lisans tezi, Çankırı Karatekin Üniversitesi- Çankırı]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Sanchez, J. M. P., Picardal, M. T., Fernandez, S. R., & Caturza, R. R. A. (2024). Socio-scientific issues in focus: A meta-analytical review of strategies and outcomes in climate change science education. *Science Education International*, 35(2), 119–132. <https://doi.org/10.33828/sei.v35.i2.6>

- Selek, M. (2023). *Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Dönem 6 öğrencilerinde küresel iklim değişikliği farkındalığı ve ilişkili faktörler* (Tez No. 818089) [Tıpta uzmanlık tezi, Ankara Üniversitesi-Ankara]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Şenel Çoruhlu, T., & Çepni, S. (2016). Effects of the enriched 5E learning model on students' conceptual change: Astronomy sample. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 24(4), 1785–1802.
- Şentürk, H. E., & Çamlıyer, H. (2016). A new learning model on physical education: 5E learning cycle. *Universal Journal of Educational Research*, 4(1), 26–29. <https://doi.org/10.13189/ujer.2016.040104>
- Septiani, E., Setyowati, D. L., Juhadi, Husain, F., & Putri, R. S. W. (2024). Literature study: Integration of climate change education in school curriculum of various countries. *International Conference on Science, Education and Technology (ISET)*, 10, 405–411. <http://proceeding.unnes.ac.id/ISET>
- Stevenson, R. B., Nicholls, J., & Whitehouse, H. (2017). What is climate change education? *Curriculum Perspectives*, 37(1), 67–71. <https://doi.org/10.1007/s41297-017-0015-9>
- Stevenson, R. B., Nicholls, J., & Whitehouse, H. (2017). What is climate change education? *Curriculum Perspectives*, 37(1), 67–71. <https://doi.org/10.1007/s41297-017-0015-9>
- Sugiarti, R. (2018). The development of science student worksheet based on 5E (Engage, Explore, Explain, Elaborate, Evaluate) learning cycle model to improve students' learning outcome. *Journal of Physics: Conference Series*, 1006(1), 012039. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1006/1/012039>
- Sürücü, L., & Maslakçı, A. (2020). Validity and reliability in quantitative research. *Business & Management Studies: An International Journal*, 8(3), 2694–2726. <https://doi.org/10.15295/bmij.v8i3.1540>
- Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2019). *Using multivariate statistics* (7th ed.). Pearson.
- Tavşancıl, E. (2019). *Tutumların ölçülmesi ve SPSS ile veri analizi* (6. baskı). Nobel Yayıncılık.
- Thomas, C. D. (2010). Climate, climate change and range boundaries. *Diversity and Distributions*, 16(3), 488–495. <https://doi.org/10.1111/j.1472-4642.2010.00642.x>
- Thornton, P. K., Ericksen, P. J., Herrero, M., & Challinor, A. J. (2014). Climate variability and vulnerability to climate change: a review. *Global Change Biology*, 20(11), 3313–3328. <https://doi.org/10.1111/gcb.12581>
- Thuiller, W. (2007). Climate change and the ecologist. *Nature*, 448(7153), 550–552. <https://doi.org/10.1038/448550a>
- Toprak, İ. (2022). *Ortaokul öğrencilerinin küresel iklim değişikliği algıları* (Tez No. 730753) [Yüksek lisans tezi, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi-Tokat]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Türkeş, M. (2021). Türkiye'nin su iklimi, iklim değişikliği ve 2019–2020 kuraklığı. *EKOIQ*, (92), 90–97. https://www.researchgate.net/publication/348479887_Turkiye'nin_Su_Iklimi_Iklim_Degisikligi_ve_2019-2020_Kurakligi
- UNESCO. (2020). *Education for sustainable development: A roadmap*. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000374802>
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. (2020). *Education for sustainable development: A roadmap*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000374802>

- Versprille, A. N., & Towns, M. H. (2015). General chemistry students' understanding of climate change and the chemistry related to climate change. *Journal of Chemical Education*, 92(4), 603–609. <https://doi.org/10.1021/ed500589g>
- Wilson, P., Sayers, T., & Weinrich, M. (2024). Survey of United States undergraduate chemistry instructors' perspectives on teaching climate change. *Journal of Chemical Education*, 101(7), 2630–2643. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.3c01262>
- Yıldırım, R., & Utkugün, C. (2023). Lise Öğrencilerinin Küresel Isınma ve İklim Değişikliğine Yönelik Bilgi ve Algıları. *Cumhuriyet Uluslararası Eğitim Dergisi*, 12(4), 998-1013. <https://doi.org/10.30703/cije.1276147>
- Yıldız-Feyzioğlu, E., & Ergin, Ö. (2012). The effect of 5E learning model instruction on seventh grade students' metacognitive process. *Turkish Science Education Journal*, 9(3), 55–77.
- Zakariya, Y. F. (2022). Cronbach's alpha in mathematics education research: Its appropriateness, overuse, and alternatives in estimating scale reliability. *Frontiers in Psychology*, 13, 1074430. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.1074430>

EKLER

EK-1. Etik Kurul Kararı

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL VE BEŞERİ BİLİMLER ETİK KURULU
Eğitim Bilimleri Birim Etik Kurulu Karar Formu

KARAR BİLGİLERİ	Toplantı Sayısı: 10 Karar No: 05	Toplantı Tarihi: 10.07.2025
	Aşağıda bilgileri verilen yüksek lisans tez ile ilgili çalışmanın, etik ilkeler açısından değerlendirilmesi isteği ile ilgili husus görüşüldü. Yapılan görüşmelerden sonra; söz konusu yüksek lisans tez ile ilgili yapılacak çalışma için, araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak konuyla ilgili çalışmanın gerçekleştirilmesinde etik ve bilimsel yönden sakınca bulunmadığına, Etik Kurulu oy birliği ile karar vermiştir.	
ÇALIŞMA BİLGİLERİ	Proje Yürütücüsü: Muhammed ÇELEBİ Çalışma Konusu: Kimya Eğitiminde 5E Öğrenme Modelinin İklim Değişikliği Farkındalığı ve Kavramsal Anlama Üzerindeki Etkisi	

EĞİTİM BİLİMLERİ BİRİM ETİK KURULU		İMZA
Prof. Dr. Refik DİLBER	Etik Kurul Başkanı	e-imza
Prof.Dr. Yasin SOYLU	Etik Kurul Başkan Yardımcısı	e-imza
Prof. Dr.Namık Tanfer ALTAŞ	Etik Kurul Üyesi	e-imza
Prof. Dr.Muhsine BÖREKÇİ	Etik Kurul Üyesi	e-imza
Doç. Dr. Zafer YILMAZ	Etik Kurul Raportörü	e-imza

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
SOSYAL VE BEŞERİ BİLİMLER ETİK KURUL BAŞKANLIĞI
Eğitim Bilimleri Birim Etik Kurulu
ERZURUM

Toplantının Mahiyeti :Etik Kurul
Toplantının Tarihi : 10.07.2025
Toplantının Sayısı :10

Karar-05: Danışmanlığını Prof.Dr. Tacettin PINARBAŞI'nın yürüttüğü yüksek lisans öğrencisi Muhammed ÇELEBİ'nin "Kimya Eğitiminde 5E Öğrenme Modelinin İklim Değişikliği Farkındalığı ve Kavramsal Anlama Üzerindeki Etkisi " isimli yüksek lisans tez çalışması ile ilgili etik kurul onay belgesi talebi ile ilgili husus görüşüldü

Yapılan görüşmelerden sonra adı geçen in "Kimya Eğitiminde 5E Öğrenme Modelinin İklim Değişikliği Farkındalığı ve Kavramsal Anlama Üzerindeki Etkisi" isimli tez çalışması ile ilgili çalışmaların gerçekleştirilmesinde etik ve bilimsel yönden sakınca bulunmadığına,

oy birliği ile karar verilmiştir.

(e-imza)
Prof. Dr. Refik DİLBER
Birim Etik Kurul Başkanı

(e-imza)
Prof.Dr. Yasin SOYLU
Birim Etik Kurul Başkan Yardımcısı

(e-imza)
Prof. Dr.Namık Tanfer ALTAŞ
Birim Etik Kurul Üyesi

(e-imza)
Prof.Dr. Muhsine BÖREKÇİ
Birim Etik Kurul Üyesi

(e-imza)
Doç.Dr. Zafer YILMAZ
Raportör

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.
Doğrulama Kodu: bdbc611a-824b-4744-bfaa-b5cb439f0880 Doğrulama Adresi: <https://www.turkiye.gov.tr/ataturk-universitesi-ebys>



EK-2. İklim Değişikliği Farkındalık Ölçeği

İklim Değişikliği Farkındalık Ölçeği

Aşağıdaki ifadeleri değerlendirerek size en uygun seçeneği işaretleyiniz. Lütfen her bir madde için en uygun yanıtı 1 (Kesinlikle Katılmıyorum) ile 5 (Kesinlikle Katılıyorum) arasında işaretleyiniz.

Madde No	İfade	1 (Kesinlikle Katılmıyorum)	2 (Katılmıyorum)	3 (Kararsızım)	4 (Katılıyorum)	5 (Kesinlikle Katılıyorum)
1	Hayvan topluluklarının habitatlarının kalıcı olarak değişmesi küresel ısınmanın sonuçlarından biridir.					
2	Günümüzde yaşanan iklim değişikliğinin doğal süreçteki iklim değişikliğinden farkı, insan etkisiyle gerçekleşmesidir.					
3	Her geçen yıl sonbahar aylarında yaşanan sıcak havaların daha uzun sürdüğünün farkındayım.					
4	İklim değişikliğinin ne					

	kadar tehlikeli olduğundan habersiz kişilere çok şaşıyorum.					
5	Dünyanın sıcaklığının artması durumunda sel felaketlerinin yaşanacağını farkındayım.					
6	İnsan kaynaklı CO ₂ salınımlarının büyük kısmının fosil türevli yakıtların kullanılması ile gerçekleştiğinin farkındayım.					
7	Araçlarda kullanılan benzin veya motorinden gelen N ₂ O gazının küresel ısınmayı artırdığının farkındayım.					
8	İklim değişikliği nedeniyle enerji üretimi konusunda yeni iş alanları ortaya çıkması beni mutlu eder.					
9	CO ₂ ve CH ₄					



	gazlarının doğal sera gazları olduğunun farkındayım.					
10	Enerji israfı yapan kişiler beni endişelendirir.					
11	İklim değişikliği ile mücadele konusundaki bilgilerimi geliştirmek isterim.					
12	Fosil yakıtlardan elde edildiği sürece daha az enerji tüketiminin küresel ısınmayı yavaşlattığının farkındayım.					
13	İklim değişikliği nedeniyle dünyanın çeşitli ülkelerinde artan aç insan sayısı beni endişelendirmez.					
14	İklim değişikliği nedeniyle su altında kalacak ada ülkeleri halkının yaşayacağı çaresizliği önemli bulmuyorum.					
15	İklim değişikliği					

	nedeni ile yok olan buzulların üzerinde yaşayan beyaz kutup ayılarının yaşam alanlarının yok olması ile ilgilenmiyorum.					
16	Küresel iklim değişikliğinin benim ülkemde kuraklığa neden olmayacağını düşünüyorum.					
17	Deniz seviyesinin kalıcı olarak yükselmesi öngörüsü küresel ısınmaya bağlı değildir.					



EK-3. İklim Değişikliği Kaygı Ölçeği

İklim Değişikliği Kaygı Ölçeği

Madde	Kesinlikle Katılmıyorum	Katılmıyorum	Katılıyorum	Kesinlikle Katılıyorum
1. İklim değişikliği konusunda diğer insanlardan daha fazla kaygılanırım.				
2. İklim değişikliği hakkındaki düşünceler, geleceğin neler getireceği konusunda kaygılanmama neden oluyor.				
3. Medyada iklim değişikliği konusunda bilgi arama eğilimindeyim (ör., TV, gazeteler, internet).				
4. İklim değişikliğinin etkileri biraz uzakta olsa bile, iklim değişikliği hakkında bir şeyler duyduğumda kaygılanma eğilimindeyim.				
5. Şiddetli hava olaylarının baş göstermesinin, değişen iklimin sonucu olabileceğinden kaygılanırım.				
6. İklim değişikliği konusunda o kadar				

kaygılıyım ki, bununla ilgili hiç bir şey yapamadığım için kendimi çok çaresiz hissediyorum.				
7. İklim değişikliğiyle baş edememekten kaygılanıyorum.				
8. İklim değişikliği konusunda kaygılandığımı fark ettim.				
9. İklim değişikliği konusunda kaygılanmaya başladığımda, bu kaygımı durdurmakta zorlanıyorum.				
10. İklim değişikliğinin değer verdiğim insanları nasıl etkileyebileceği konusunda kaygılanıyorum.				

EK-4. Milli Eğitim Bakanlığı Araştırma İzin Belgesi



**T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI
ARAŞTIRMA UYGULAMA İZNİ BELGESİ**



Başvuru No: MEB.TT.2025.028738.01

T.C. Kimlik No: 23*****88

Adı Soyadı: MUHAMMED ÇELEBİ

Araştırmanın Adı: Kimya Eğitiminde 5E Öğrenme Modelinin İklim Değişikliği Farkındalığı ve Kaygı Düzeyi Üzerindeki Etkisi

Araştırmanın Niteliği: Yüksek Lisans Tezi

Araştırmanın Örneklem / Çalışma Grubu: Öğrenci

Veri Toplama Aracının Başlığı: iklim değişikliği farkındalık ölçeği, iklim değişikliği kaygı ölçeği

Araştırma Uygulama İzninin Kabul Tarihi: 25.08.2025

Araştırma Uygulama İzninin Bitiş Tarihi: 25.08.2026

Yukarıda kimliği yazılı araştırmacı "Araştırma Uygulama İzinleri Genelgesine (2024/41)" göre belirtilen kapsamda araştırmasını yapmayı taahhüt etmiştir. Araştırmacının bilgi ve belgelerinin uygunluğu kontrol edilmiş olup aşağıda ifade edilen bilgiler kapsamında araştırma uygulama izni Millî Eğitim Bakanlığı ilgili birimleri tarafından onaylanmıştır.

Uygulama Yapılacak İller	Uygulama Yapılacak Birimler	Uygulama Yapılacak MEB Teşkilatları	Uygulama Yapılacak MEB Teşkilatının Kurum Kodu
İSTANBUL	Anadolu Meslek Programı	İstanbul Teknik Üniversitesi Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi	765992

Not: Okul/kurum yöneticileri tarafından "Araştırma Uygulama İzni" belgesinin ve veri toplama araçlarının (araçlardaki maddelerinin) modülde yer alan belge ve araçlarla aynı olduğu kontrol edilmelidir. Belgeler aynı olmadığı durumda araştırma uygulama izni verilmeyecektir.

Doğrulama Kodu: c637224010ed6fa49ad92d74dc738f53b6cb7bfdc0f1970524899f8d332ca8b0
Doğrulama Adresi: arastirmaizinleri.meb.gov.tr/belge-dogrula
Serhat Mah. 1290. Sokak No.8/B 06374 Yenimahalle/Ankara TÜRKİYE
Telefon No: (0312) 413 43 00, Belgegeçer No: (0312) 413 45 12
e-posta: ttkb.egitimarastirmalari.arastirmaizinleri@meb.gov.tr, internet adresi: ttkb.meb.gov.tr



ÖZ GEÇMİŞ

Muhammed Çelebi, İlk ve orta öğrenimini Erzurum'da tamamladı. 2009 yılında Atatürk Üniversitesi Fen Fakültesi Kimya Bölümü'nde başladığı lisans eğitimini 2013 yılında tamamladı. 2014 yılında Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi'nde pedagojik formasyon eğitimini tamamladı.

Mezuniyetinin ardından çeşitli özel öğretim kursları ve kolejlerde kimya öğretmeni olarak görev yaptı. 2018 yılında Millî Eğitim Bakanlığı bünyesinde öğretmenlik görevine başladı ve hâlen Millî Eğitim Bakanlığı'na bağlı bir ortaöğretim kurumunda kimya öğretmeni olarak görevini sürdürmektedir. Görev süresi boyunca Avrupa ülkeleriyle yürütülen lise düzeyindeki Erasmus projelerinde aktif olarak yer almıştır.

2014 yılında Atatürk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Anabilim Dalı, Kimya Eğitimi Bilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimine başlamış; çeşitli nedenlerle eğitime ara vermiştir. Daha sonra yüksek lisans eğitimine devam etmeye karar alarak akademik çalışmalarını sürdürmüştür.

İngilizce bilmekte olup, çeşitli bilgisayar programlarını etkin bir şekilde kullanabilmektedir.