
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
Gazi
1926

BİYOLOJİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ KUTUP KONULARINDAKİ FARKINDALIK DÜZEYLERİNİN İNCELENMESİ

Ümmü Gülsüm Özkan

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANA BİLİM DALI

BİYOLOJİ EĞİTİMİ BİLİM DALI

GAZİ ÜNİVERSİTESİ

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

NİSAN, 2026

TELİF HAKKI VE TEZ FOTOKOPİ İZİN FORMU

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

YAZARIN

Adı : Ümmü Gülsüm

Soyadı : Özkan

Bölümü : Biyoloji Eğitimi

İmza :

Teslim Tarihi :

TEZİN

Türkçe Adı : Biyoloji Öğretmen Adaylarının Kutup Konularındaki Farkındalık Düzeylerinin İncelenmesi

İngilizce Adı : Investigation of Pre-service Biology Teachers' Awareness Levels on Polar Topics

ETİK İLKELERE UYGUNLUK BEYANI

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

Yazar Adı Soyadı : Ümmü Gülsüm Özkan

İmza :

JÜRİ ONAY SAYFASI

Ümmü Gülsüm Özkan tarafından hazırlanan "Biyoloji Öğretmen Adaylarının Kutup Konularındaki Farkındalık Düzeylerinin İncelenmesi" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Gazi Üniversitesi Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Sultan ÇIKRIK
Biyoloji Eğitimi Ana Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi ……

Başkan: Prof. Dr. Melike ÖZER KESKİN
Biyoloji Eğitimi Ana Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi ……

Üye: Prof. Dr. Osman ÇARDAK
Fen Bilgisi Eğitimi Ana Bilim Dalı, Necmettin Erbakan Üniversitesi ……

Tez Savunma Tarihi: 19/02/2026

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

Prof. Dr. Osman ÇİMEN
Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürü ……

Aileme

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca tecrübeleriyle bana yol gösteren, nazik davranışları ve sabrıyla yüreklendiren, tez çalışmamın her aşamasında ilgisini üzerimden esirgemeyen çok değerli danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Sultan ÇIKRIK'a bana kattığı tüm değerler için sonsuz teşekkür ve saygılarımı sunarım.

Biyoloji Eğitimi alanındaki bilgimi geliştirme fırsatı sunduğu için Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü'ne; hayatım boyunca her konuda her daim beni destekleyen, başladığım her yolculukta beni cesaretlendiren, bana sonsuz güvenen, sevgilerini hiçbir zaman esirgememiş olan canım annem Şükran BARAN'a , biricik babam Kadir BARAN'a; süreç boyunca sabrını esirgemeyen eşim Bahadır ÖZKAN'a, canım evlatlarım Gülseren ve Bünyamin ÖZKAN'a teşekkür ederim.

Son olarak, bu çalışmayı tamamlamama katkı sağlayan ve değerli görüşlerini benimle paylaşan Gazi Üniversitesi Biyoloji Eğitimi Lisansüstü öğrencilerine şükranlarımı sunuyorum.

Ümmü Gülsüm ÖZKAN

BİYOLOJİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ KUTUP KONULARINDAKİ FARKINDALIK DÜZEYLERİNİN İNCELENMESİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Ümmü Gülsüm Özkan
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Nisan 2026

ÖZ

Bu araştırmanın amacı, biyoloji öğretmen adaylarının kutup konuları hakkındaki farkındalık düzeylerini belirlemek ve bu düzeyin cinsiyet ve sınıf seviyesi gibi demografik özelliklerle nasıl ilişkili olduğunu analiz etmektir. Günümüzün en büyük sorunlarından biri olan iklim değişikliğinin en belirgin gözlemlendiği bölgeler kutup bölgeleridir. Yer kürenin bu bölümlerine ait farkındalığın yükselmesi iklim sorunlarını anlama ve çözmede katkı sağlayacaktır. Eğitimin en önemli faktörlerinden olan öğretmenlerin konuya dair farkındalık seviyeleri gelecek nesillerde sorunu kabul edilerek, çözüm üretilmesi ve en az etkiyle yaşamın sürdürülmesi adına kıymetli katkılara sahiptir. Bu çalışma 2024-2025 eğitim-öğretim yılı bahar döneminde bir devlet üniversitesinin biyoloji öğretmenliği lisans programında öğrenim görmekte olan 58 biyoloji öğretmen adayı ile gerçekleştirilmiştir. Karma desen kullanılarak tasarlanan çalışmada, nicel ve nitel veri toplama yöntemleri bütünleştirilmiştir. Veriler, Demografik Bilgi Formu, Kutup Farkındalık Ölçeği ve Yapılandırılmış Görüşme Formu aracılığıyla toplanmıştır. Çalışmanın bulguları, öğretmen adaylarının kutup konularında genel olarak ortalama düzeyin üzerinde bir farkındalığa sahip olduğunu göstermektedir. Ancak, bu genel farkındalığın altında yatan bilgi düzeyinin incelenen konu alanlarına göre önemli farklılıklar gösterdiği gözlemlenmiştir. Katılımcıların coğrafi tanımlamalar ve temel fiziksel özellikler gibi genel konularda nispeten daha yüksek farkındalık seviyesine sahip oldukları anlaşılırken, ulusal bilimsel faaliyetler, kutup ekosistemlerinin biyolojik çeşitliliği ve atmosferik olaylar gibi daha özelleşmiş ve derinlemesine bilgi gerektiren konularda belirgin eksiklikler tespit edilmiştir. Demografik değişkenler açısından yapılan analizler, katılımcıların farkındalık düzeylerinin cinsiyetlerine göre anlamlı bir farklılık göstermediğini ortaya koymuştur. Sınıf düzeyi ile genel farkındalık

arasında da anlamlı bir ilişki bulunmamakla birlikte, belirli bir konu alanında üst sınıf öğrencileri lehine istatistiksel olarak anlamlı bir farklılaşma gözlenmiştir. Nitel verilerden elde edilen sonuçlar, katılımcıların bilgi yapısının çoğunlukla yüzeysel ve bağlamdan kopuk olduğunu, kutup bilimlerinin disiplinler arası ve küresel boyutuna ilişkin sistemli bir kavrayışın eksikliğine işaret etmektedir. Bu araştırmanın sonuçları, biyoloji öğretmeni yetiştirme programlarının, geleceğin öğretmenlerini kutup bilimlerinin önemi ve karmaşıklığı konusunda daha donanımlı hale getirecek şekilde yeniden gözden geçirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Çalışma, özellikle müfredata kutup konularının entegrasyonu, öğretim materyali geliştirilmesi ve öğretmen adaylarının bu alandaki güncel gelişmelerle buluşturulması için kaynaklık sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler : Kutup bilimleri, kutup konuları, biyoloji öğretmen adayları, farkındalık, karma desen.
Sayfa Adedi : xvi + 132
Danışman : Dr. Öğr. Üyesi Sultan ÇIKRIK

INVESTIGATION OF PRE-SERVICE BIOLOGY TEACHERS' AWARENESS LEVELS ON POLAR TOPICS

(M.S. Thesis)

Ümmü Gülsüm Özkan

GAZI UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF EDUCATIONAL SCIENCES

April 2026

ABSTRACT

The purpose of this study is to determine the awareness levels of pre-service biology teachers regarding polar topics and to analyze how these levels correlate with demographic characteristics such as gender and grade level. Polar regions are where climate change, one of the greatest problems of our time, is most prominently observed. Increasing awareness of these parts of the Earth will help us understand and address climate-related issues. Teachers' awareness levels, among the most crucial factors in education, play a valuable role in ensuring that future generations acknowledge the problem, develop solutions, and sustain life with minimal environmental impact. This study was conducted with 58 pre-service biology teachers enrolled in the undergraduate biology education program of a state university during the spring semester of the 2024-2025 academic year. Designed with a mixed-methods research approach, the study integrated quantitative and qualitative data collection methods. Data were collected using a Demographic Information Form, the Polar Awareness Scale, and a Structured Interview Form. The findings indicate that the pre-service teachers generally possess an above-average level of awareness regarding polar topics. However, it was observed that the underlying knowledge level of this general awareness varied significantly depending on the specific subject areas examined. While participants demonstrated relatively higher awareness in general areas such as geographical definitions and basic physical characteristics, notable deficiencies were identified in more specialized topics requiring in-depth knowledge, such as national scientific activities, the biodiversity of polar ecosystems, and atmospheric phenomena. Analyses based on demographic variables revealed that participants' awareness levels did not differ significantly by gender. Although no significant relationship was found between grade level and overall awareness, a statistically significant difference was observed in favor of upper-grade students in one specific subject area. The results from the qualitative data indicate that participants' knowledge structure is largely superficial and decontextualized, highlighting a lack of systematic comprehension of the interdisciplinary and global dimensions of polar sciences. The results of this research demonstrate the need to revise biology teacher-training programs

to better equip future teachers with an understanding of the significance and complexity of polar science. The study serves as a foundational resource, particularly for the integration of polar topics into the curriculum, the development of instructional materials, and the engagement of pre-service teachers with current developments in this field.

Key Words : Polar sciences, polar topics, pre-service biology teachers, awareness, mixed-methods.
Page Number : xvi + 132
Supervisor : Assist. Prof. Dr. Sultan ÇIKRIK

İÇİNDEKİLER

TELİF HAKKI VE TEZ FOTOKOPİ İZİN FORMU i

ETİK İLKELERE UYGUNLUK BEYANI ii

JÜRİ ONAY SAYFASI iii

TEŞEKKÜR v

ÖZ vi

ABSTRACT viii

İÇİNDEKİLER x

TABLOLAR LİSTESİ xiv

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ xvi

BÖLÜM I 1

GİRİŞ 1

1.1. Problem Durumu 1

1.2. Problem Cümlesi 3

1.2.1. Alt Problemler 4

1.3. Çalışmanın Amacı ve Önemi 4

1.4. Varsayımlar 6

1.5. Sınırlılıklar 7

1.6. Tanımlar 7

BÖLÜM II 9

KAVRAMSAL ÇERÇEVE 9

2.1. Kutup Bölgeleri: Tanımı ve Önemi 9

2.2. Arktik ve Antarktika Arasındaki Temel Farklılıklar 10

2.2.1. Arktik Bölgesi 10

2.2.2. Antartika Bölgesi 11

2.3. Kutup Bölgeleri Eğitimi ve Öğretim Programlarındaki Yeri 11

2.3.1. Arktik Eğitimi Veren Ülkeler ve Öne Çıkan Programlar 12

2.3.1.1. Norveç 12

2.3.1.2. Kanada 13

2.3.1.3. Finlandiya 14

2.3.1.4. İzlanda 15

2.3.1.5. Amerika Birleşik Devletleri 16

2.3.1.6. Rusya 16

2.3.1.7. İsveç 17

2.3.1.8. Danimarka 18

2.3.2. Antarktika'da Araştırma İstasyonları ve Bilim Programları Yürüten Ülkeler 20

2.3.2.1. Arjantin 21

2.3.2.2. Avustralya 21

2.3.2.3. Şili 22

2.3.2.4. Fransa 23

2.3.2.5. Birleşik Krallık 23

2.3.2.6. Almanya 24

2.3.2.7. Diğer Önemli Antarktika Araştırmacısı Ülkeler 26

2.4. Türkiye'nin Kutup Bilimlerindeki Yükselen Rolü ve Eğitim Katkıları 36

2.4.1. Ulusal Kutup Programları ve Bilim Seferleri 37

2.4.1.1. İstanbul Teknik Üniversitesi (İTÜ) Kutup Araştırmaları Uygulama ve Araştırma Merkezi (PolReC) 37

2.4.1.2. Diğer Türk Üniversitelerinin Katkıları 38

2.4.1.3. Türkiye'nin Svalbard Antlaşması'na Taraf Olmasının Bilimsel ve Ekonomik Fırsatları 38

BÖLÜM III 41

YÖNTEM 41

3.1. Araştırmanın Modeli 41

3.2. Çalışma Grubu 42

3.3. Veri Toplama Araçları 44

3.4. Veri Toplama Süreci 45

3.5. Veri Analizi 46

3.5.1. Nicel Verilerin Analizi 46

3.5.2. Nitel Verilerin Analizi 47

BÖLÜM IV 49

BULGULAR VE YORUMLAR 49

4.1. Araştırmanın Nicel Verilerine Ait Bulgular ve Yorumlar 49

4.2. Araştırmanın Nitel Verilerine Ait Bulgular ve Yorumları 57

4.2.1. Öğretmen Adaylarının Antarktika'nın Coğrafi Özellikleri Hakkındaki Görüşlerinin Nitel Analizi 57

4.2.2. Öğretmen Adaylarının Antarktika'daki Bilimsel Araştırmalar ve Türkiye'nin Rolü Hakkındaki Görüşlerinin Nitel Analizi 64

4.2.3. Öğretmen Adaylarının Kutup Canlıları Hakkındaki Görüşlerinin Nitel Analizi 71

4.2.4. Öğretmen Adaylarının Gökyüzü Olayları Hakkındaki Görüşlerinin Nitel Analizi 77

4.2.5. Öğretmen Adaylarının Buzul Özellikleri Hakkındaki Görüşlerinin Nitel Analizi 82

4.2.6. Öğretmen Adaylarının Antarktika'nın Coğrafi Özellikleri Hakkındaki Görüşlerinin Nitel Analizi 88

BÖLÜM V 94

5.1. Sonuç ve Tartışma 94

5.1.1. Genel Farkındalık Düzeyi 94

5.1.2. Antarktika'nın Coğrafi Özellikleri 95

5.1.3. Antarktika'daki Bilimsel Araştırmalar ve Türkiye'nin Rolü 96

5.1.4. Kutup Canlıları 96

5.1.5. Gökyüzü Olayları 97

5.1.6. Buzulların Özellikleri 97

5.1.7. Arktika'nın Coğrafi Özellikleri 98

5.1.8. Demografik Değişkenlerin Farkındalık Üzerindeki Etkisi 99

5.2. Öneriler 100

KAYNAKLAR 102

EKLER 128

Ek 1. Etik Komisyon Karar Belgesi 129

Ek 2. Demografik Bilgi Formu 130

Ek 3. Kutup Farkındalık Ölçeği 131

Ek 4. Yapılandırılmış Görüşme Formu 132

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1. *Buzul Bölgeleri* 10

Tablo 2. *Arktik Konseyi Üye Ülkeleri ve Öne Çıkan Kutup Eğitimi/Araştırma Programları* 19

Tablo 3. *Antarktika Antlaşması Sistemi'ne Katılan Ülkeler ve Antarktika Bilim Programları* 35

Tablo 4. *Türkiye'deki Kutup Bilimleri Eğitim ve Araştırma Merkezleri ve Programları* 39

Tablo 5. *Araştırmanın Çalışma Grubuna Ait Demografik Bilgiler* 42

Tablo 6. *Nitel Analiz Türleri* 47

Tablo 7. *Biyoloji Öğretmen Adaylarının Kutup Farkındalık Düzeylerine Ait Betimsel İstatistikler* 49

Tablo 8. *Ölçek Maddelerine Verilen Cevapların Yüzdeleri ve Frekans Dağılımları* 50

Tablo 9. *Biyoloji Öğretmen Adaylarının Kutup Farkındalığı Toplam ve Alt Boyut Puanlarının Cinsiyete Göre Bağımsız Gruplar t-Testi Sonuçları* 52

Tablo 10. *Biyoloji Öğretmen Adaylarının Kutup Konularındaki Farkındalık Düzeylerinin Sınıflarına Göre Bağımsız Gruplar İçin Tek Yönlü Varyans Analizi Sonuçları* 54

Tablo 11. *Biyoloji Öğretmen Adaylarının Kutup Konularındaki Farkındalık Düzeylerinin Bilgi Düzeylerine Göre Bağımsız Gruplar için Tek Yönlü Varyans Analizi Sonuçları* 55

Tablo 12. *Biyoloji Öğretmen Adaylarının Antarktika'da Yaşayan Mikroorganizmalar ve Biyolojik Önemlerine İlişkin Görüşleri* 57

Tablo 13. *Biyoloji Öğretmen Adaylarının Antarktika Buz Tabakası Altında Keşfedilen Yaşam Formlarına ve Bu Keşiflerin Biyolojik Çeşitliliğe Etkilerine İlişkin Görüşleri* 62

Tablo 14. *Biyoloji Öğretmen Adaylarının Antarktika'daki Biyolojik Araştırmaların Küresel Ekosistemler ve İklim Değişikliği ile İlişkisine Yönelik Görüşleri* 65

Tablo 15. *Biyoloji Öğretmen Adaylarının Türkiye'nin Antarktika'da Gerçekleştirdiği Biyolojik Araştırmaların Önemi ve Katkılarına İlişkin Görüşleri* 68

Tablo 16. *Biyoloji Öğretmen Adaylarının Kutup Sumru'sunun Göç Davranışları, Ekolojik Önemi ve Göç Yollarının Korunmasına İlişkin Görüşleri* 71

Tablo 17. *Biyoloji Öğretmen Adaylarının Penguenlerin Antarktika Ekosistemindeki Rolü, Yaşam Döngüleri ve Çevresel Adaptasyonlarına İlişkin Görüşleri* 74

Tablo 18. *Biyoloji Öğretmen Adaylarının Auroraların Kutup Bölgelerinde Yaşayan Canlılar Üzerindeki Etkilerine ve Biyolojik Sonuçlarına İlişkin Görüşleri* 77

Tablo 19. *Biyoloji Öğretmen Adaylarının Kutup Yıldızı'nın Navigasyon ve Biyolojik Araştırmalardaki Önemine İlişkin Görüşleri* 80

Tablo 20. *Biyoloji Öğretmen Adaylarının Buz Dağlarının Ekosistemler Üzerindeki Etkileri ve Erimesinin Biyolojik Çeşitliliğe Sonuçlarına İlişkin Görüşleri* 82

Tablo 21. *Biyoloji Öğretmen Adaylarının Buz Tabakası Altındaki Göllerin ve Akarsuların Biyolojik Önemi ile Keşif ve Korunma Gerekçelerine İlişkin Görüşleri* 85

Tablo 22. *Biyoloji Öğretmen Adaylarının Arktik Bölgedeki Deniz ve Kara Alanlarının Dağılımına İlişkin Görüşleri* 89

Tablo 23. *Biyoloji Öğretmen Adaylarının Arktik Bölgesindeki Yerleşik Hayat ve Beşerî Faaliyetlere İlişkin Görüşleri* 91

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

AARI	Arktik ve Antarktika Araştırma Enstitüsü
BAS	İngiliz Antarktika Araştırması
CSIC	İspanyol Bilimsel Araştırmalar Yüksek Konseyi
INACH	Şili Antarktika Enstitüsü
IPCC	Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli
NASC	Ukrayna Ulusal Antarktik Bilim Merkezi
NCPOR	Ulusal Kutup ve Okyanus Araştırma Merkezi
NIPR	Ulusal Kutup Araştırmaları Enstitüsü
NRC	Ulusal Araştırma Konseyi
NSF	Ulusal Bilim Vakfı
PEI	Uluslararası Kutup Eğitimcileri Uluslararası
PNRA	İtalyan Ulusal Kutup Araştırmaları Programı
UNESCO	Birleşmiş Milletler Eğitim, Bilim ve Kültür Teşkilatı
USAP	Amerika Birleşik Devletleri Antarktika Programı

BÖLÜM I

GİRİŞ

Bu bölümde, ulusal ve uluslararası literatür taranarak seçilen araştırma probleminin ne olduğu, araştırmanın amacı, önemi, sınırlılıkları, temel varsayımları ve anahtar kavramların çalışma kapsamındaki anlamları ortaya konulmuştur.

1.1. Problem Durumu

Eğitim, bireylerin sistematik olarak bilgi, beceri ve değerler edindiği bir süreçtir (UNESCO, 2015). Bu süreç, genellikle resmi eğitim kurumları aracılığıyla ilerler ve bireylerin topluma uyum sağlamaları ile küresel sorunlara duyarlı vatandaşlar olarak yetişmelerini amaçlar (Biesta, 2015). Biyoloji eğitimi ise canlı sistemlerin yapı, işlev ve etkileşimlerini bilimsel yöntemlerle inceleyen bir alandır. Bu disiplin, öğrencilere ekosistemler, genetik, evrim ve çevresel sürdürülebilirlik konularında temel bilgi ve beceriler kazandırmayı hedefler (National Research Council [NRC], 2012). Günümüzde geleneksel içeriklerin ötesine geçen çağdaş biyoloji eğitimi, küresel çevre sorunlarına çözüm üretebilen bireyler yetiştirmeyi hedefler (Bybee, 2013). Aynı zamanda modern biyoloji eğitimi, disiplinler arası bir yaklaşımı benimsemektedir (NRC, 2012).

İklim değişikliğinin en belirgin sonuçlarından biri olan buzul erimeleri, özellikle kutup bölgelerinde son yüzyılda kaygı verici düzeylere ulaşmıştır (IPCC, 2021). Kutup bölgelerindeki sıcaklık artışı, küresel ortalamanın iki katından fazladır (Screen ve Simmonds, 2010). İklim değişikliğine bağlı pek çok olumsuz doğa olayının ardındaki temel etkenlerden biri de buzulların erimesidir.

Bu erimeler, çok boyutlu ve birbirini besleyen bir etkiler zinciri yaratmaktadır. Grönland buz tabakasındaki yıllık kütle kaybı (IMBIE, 2020) ve Antarktika'da hızla artan buz kaybı (Smith

vd., 2021), deniz seviyesi yükselmesinin başlıca nedenlerindendir. Geçmiş yüzyıldaki deniz seviyesi artışının önemli bir kısmı buzul erimelerinden kaynaklanırken (Dangendorf vd., 2019), 2100 yılına kadar bir metrelik bir yükselme riski bulunmaktadır (Fox-Kemper vd., 2021). Ekolojik sistemlerde bu değişim, fitoplankton üretimindeki artıştan (Arrigo vd., 2020), krill popülasyonlarındaki azalmaya (Atkinson vd., 2019), Alp bitki örtüsünün yükseklere kaymasına (Gottfried vd., 2012) ve kutup ayısı popülasyonlarındaki düşüş riskine (Atwood vd., 2016) kadar geniş bir yıkıcı etkiye sahiptir.

Küresel ölçekte kutup bölgelerine yönelik farkındalığın incelenmesi ve geliştirilmesi aşağıdaki nedenlerle önem taşımaktadır:

1. Küresel İklim Sistemindeki Rolü: Buzul erimelerinin deniz seviyeleri üzerindeki doğrudan etkisi (Stocker vd., 2013).
2. Ekosistem Hizmetleri: Dünya oksijen döngüsüne ve biyolojik çeşitliliğe katkıları (Constable vd., 2022).
3. Jeopolitik Önemi: Enerji kaynakları ve uluslararası anlaşmalar bağlamındaki konumu (Dodds ve Nuttall, 2019).
4. Bilimsel Araştırma Potansiyeli: Çeşitli bilimsel disiplinler için doğal bir laboratuvar işlevi görmesi (Kennicutt vd., 2019).

Farkındalık, bireyin bir konuyu bilişsel, duyuşsal ve davranışsal boyutlarda bütünleşik olarak kavramasıdır (Schultz, 2002). Biyoloji eğitimi bağlamında bu kavram, ekosistem dinamiklerini anlama (bilişsel), çevresel sorunlara karşı duyarlılık geliştirme (duyuşsal) ve sürdürülebilir çözümler üretme eğilimi (davranışsal) şeklinde üç bileşenden oluşur (Erdoğan ve Ok, 2011). UNESCO (2013) tarafından önerilen çerçeveye göre farkındalık düzeyi; temel bilgi edinme, eleştirel analiz yapabilme ve aktif katılım gösterme basamaklarında değerlendirilebilir. Literatürde bu üç boyutu ölçmek için çeşitli araçlar geliştirilmiştir:

1. Bilişsel Boyut: Kavramsal anlama testleri (Anderson ve Krathwohl, 2001), başarı testleri ve kavram yanılgısı belirleme ölçekleri.
2. Duyuşsal Boyut: Çevresel tutum, kaygı düzeyi ve motivasyon ölçekleri.
3. Davranışsal Boyut: Vaka analizleri, proje değerlendirme rubrikleri ve gözlem formları.

Araştırmalar, biyoloji öğretmenlerinin önemli bir kısmının çevre eğitiminde kendini yetersiz hissettiğini göstermektedir (Türkmen ve Pedersen, 2018). Öğretmen yeterlikleri arasında

"çevre okuryazarlığı"nın zorunlu bir bileşen olarak tanımlanması (MEB, 2018) da bu konunun mesleki önemini vurgulamaktadır. Öğretmen adaylarına sistemsel düşünme becerisi (Assaraf ve Orion, 2010), bilimsel okuryazarlık (Bybee, 2015) ve küresel vatandaşlık bilinci (UNESCO, 2020) kazandırmada çevre farkındalığının pedagojik rolü büyüktür. Ancak, öğretmen adaylarının kutup bölgelerindeki değişimler ile yerel iklim arasındaki bağlantıyı yeterince kuramadıkları da ortaya konmuştur (Öztürk ve Çakır, 2019).

Bu çalışmanın konusu, biyoloji öğretmen adaylarının kutup konularına yönelik farkındalık düzeylerinin incelenmesidir. Araştırma, aşağıdaki hedefler doğrultusunda literatürdeki önemli boşlukları doldurmayı amaçlamaktadır:

1. Türkiye'de lisans düzeyinde ilk kapsamlı kutup farkındalık ölçeğinin uygulanması,
2. Biyoloji eğitiminde disiplinler arası yaklaşımların zenginleştirilmesi,
3. Öğretmen adaylarının mesleki yeterlikleri ile kutup bilinci arasındaki ilişkinin ortaya konması,
4. Nicel ve nitel verilerin bütünleştirildiği karma bir yöntem deseninin kullanılması.

Çalışma sonuçlarının, MEB müfredat çalışmalarına, TÜBİTAK'ın kutup araştırma önceliklerinin belirlenmesine ve öğretmen yeterlik çerçevelerinin güncellenmesine katkı sunması beklenmektedir. Ayrıca, eğitimciler için hizmet içi eğitim ihtiyaç analizi ve ders materyali geliştirmeye yönelik veriler sağlayacaktır. Öğretmen adayları için ise mesleki hazır bulunuşluklarının değerlendirilmesine, çevre eğitiminde yeni perspektifler kazanmalarına ve küresel vatandaşlık becerilerinin gelişimine katkıda bulunacaktır.

1.2. Problem Cümlesi

Biyoloji öğretmen adaylarının kutup bölgelerine ilişkin konulardaki farkındalık düzeylerinin yeterliliği, onların gelecekteki öğrencilerine küresel iklim değişikliği, ekosistem dinamikleri ve sürdürülebilirlik gibi kritik konuları etkili bir şekilde aktarabilmeleri açısından büyük önem taşımaktadır. Ne var ki, Türkiye'deki biyoloji öğretmenliği lisans eğitimlerinde kutup bilimleri konularının programa yeterince entegre edilmediği belirtilmektedir (Göktaş ve Ayar Göktaş, 2022). Aynı zamanda, öğretmenlerin bu alandaki farkındalık düzeylerini konu alan araştırmaların sayısı oldukça sınırlıdır (Tuti vd., 2024). Bu durum, söz konusu konunun akademik araştırma gündemine taşınmasını ve ele alınmasını zorunlu kılmaktadır. Bu bağlamda araştırmanın problem cümlesi, "Biyoloji öğretmen adaylarının kutup konularına yönelik farkındalık düzeyleri nedir? şeklinde belirlenmiştir.

1.2.1. Alt Problemler

Araştırmanın genel problemi doğrultusunda belirlenen alt problemler aşağıda yer almaktadır:

1. Biyoloji öğretmen adaylarının kutup konularına yönelik farkındalık düzeyleri nasıldır?
2. Biyoloji öğretmen adaylarının Kutup Farkındalık Ölçeği maddelerine verdikleri cevapların dağılımı nasıldır?
3. Biyoloji öğretmen adaylarının kutup farkındalığı ölçeği toplam ve alt boyut puanları cinsiyet değişkenine göre anlamlı bir farklılık göstermekte midir?
4. Biyoloji öğretmen adaylarının kutup konularındaki farkındalık düzeyleri sınıf düzeylerine göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermekte midir?
5. Biyoloji öğretmen adaylarının kutup konularına yönelik farkındalık düzeyleri, sahip olduklarını beyan ettikleri bilgi düzeylerine (Hiç yok, Çok az, Orta) göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermekte midir?
6. Biyoloji öğretmen adaylarının kutup konularının alt boyutlarına (Antarktika'nın coğrafi özellikleri, bilimsel araştırmalar, kutup canlıları, gökyüzü olayları, buzullar, Arktika'nın Coğrafik Özellikleri) ilişkin görüşleri nelerdir?

1.3. Çalışmanın Amacı ve Önemi

Bu araştırmanın temel hedefi, biyoloji öğretmen adaylarının kutup bilimleri konularındaki farkındalık düzeylerini belirlemektir. Bu genel amaç kapsamında, katılımcıların Antarktika ve Arktik bölgelerinin coğrafi özellikleri, kutup ekosistemleri, kutup canlıları, buzul dinamikleri, aurora gibi gökyüzü olayları ve bölgede yürütülen bilimsel çalışmalar hakkındaki bilgi birikimleri ve farkındalıkları detaylı bir şekilde incelenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca, bu farkındalık düzeylerinin cinsiyet ve sınıf seviyesi gibi çeşitli demografik değişkenler ile olan ilişkisi de analiz edilmiştir.

Kutup bölgeleri, iklim değişikliğinin etkilerinin en hızlı ve belirgin biçimde izlendiği, küresel iklim sistemini doğrudan etkileyen ve eşsiz bir biyolojik çeşitliliğe sahip olan alanlardır (Serreze, Barrett, Stroeve, Kindig ve Francis, 2009; Turner ve Overland, 2009).

Bu bölgelerde yaşanan değişimlerin dünya çapındaki yansımaları, kutup bilimleri okuryazarlığının ve toplumsal farkındalığın artırılmasını giderek daha kritik hale getirmektedir (La Longa, Crescimbene, Alfonsi, Cesaroni ve Romano, 2018).

Bu çalışmanın aşağıda belirtilen nedenlerle önemli bir katkı sunması beklenmektedir:

1. Eğitim Programlarına Katkı: Türkiye'deki biyoloji öğretmenliği lisans programlarında kutup konularının işlenme durumunu ve öğretmen adaylarının bu konudaki hazır bulunuşluk seviyesini ortaya koyarak, müfredat güncelleme ve geliştirme çalışmalarına ampirik veri sağlayacaktır (Göktaş ve Ayar Göktaş, 2022).
2. Öğretmen Eğitimine Katkı: Biyoloji öğretmen adaylarının bir gelişim alanı olarak öne çıkabilecek kutup bilimleri konusundaki eğitim gereksinimlerinin tespit edilmesine olanak tanıyacak ve bu doğrultuda tasarlanacak hizmet içi eğitim programları için bir yol haritası sunacaktır.
3. Küresel Çevre Sorunlarına İlişkin Farkındalık: Kutup bölgelerinin küresel iklim değişikliğindeki merkezi rolünün kavranması, çevre bilincine sahip gelecek nesillerin yetiştirilmesi açısından hayati önem taşımaktadır (Rintoul, Chown ve DeConto, 2018). Bu araştırma, söz konusu farkındalığın öğretmen adayları nezdindeki mevcut seviyesini değerlendirerek bu sürece destek olacaktır.
4. Ulusal Politikalara Destek: Türkiye'nin son dönemde kutup bölgelerindeki bilimsel faaliyetlerini artırması ve "Kutup Bilimleri Üssü" kurma hedefi (Caymaz, 2021; Caymaz ve Özsoy, 2022) göz önüne alındığında, bu alanda nitelikli insan kaynağı ve toplumsal bilinç oluşturmak oldukça önemlidir. Bu çalışma, söz konusu ulusal stratejilere eğitim perspektifinden katkı sunmaktadır.
5. Literatüre Katkı: Türkiye'de öğretmen adayları özelinde kutup farkındalığını nicel ve nitel yöntemleri birleştirerek inceleyen araştırmalar oldukça sınırlıdır (Tuti, Yılmaz ve Karataş, 2024). Karma yöntem deseni kullanarak her iki veri türüyle de desteklenmiş bulgular sunmayı hedefleyen bu çalışma, alan yazındaki bu boşluğu doldurma potansiyeli taşımaktadır.

Toplumun genelini hedef alan çalışmalar, Türk halkının kutup bölgelerine ilişkin farkındalık ve bilgi düzeyinin düşük olduğunu, ancak konuya yönelik ilgi potansiyelinin yüksek olduğunu göstermektedir (Özsoy vd., 2021). Ortaöğretim öğrencileri üzerinde yapılan bir araştırma, öğrencilerin kutupları genellikle "soğuk", "uzak" ve "buzul" gibi temel kavramlarla algıladığını, ancak bu bölgelerin küresel iklim sistemi ve ekosistemler

üzerindeki kritik rolüne dair anlayışlarının sınırlı kaldığını ortaya koymuştur (Küçük ve Aydın, 2020). Türkiye'de kutup çalışmalarının tarihsel gelişimi ve toplumsal yansımalarını inceleyen araştırmalar ise farkındalığın artmasında bilim seferlerinin, akademik yayınların ve medyanın önemli bir rol oynadığını vurgulamaktadır (Karakuş, 2019). Kutup farkındalığının yaygınlaştırılmasında eğitimin ve dolayısıyla öğretmenlerin rolü kilit öneme sahiptir. Bu bağlamda öğretmen adaylarına odaklanan çalışmalar, onların da bu konuda yeterli donanıma sahip olmadığını göstermektedir. Sosyal Bilgiler ve Coğrafya öğretmen adayları üzerine yapılan bir araştırma, katılımcıların kutup bölgelerinin coğrafi özelliklerine dair temel bilgilere kısmen sahip olduğunu, ancak bölgelerin küresel iklimdeki düzenleyici işlevi, uluslararası hukuki statüsü ve biyoçeşitliliği gibi işlevsel konularda belirgin eksiklikler ve kavram yanılgıları taşıdığını tespit etmiştir (Şahin ve Alkan, 2022). Benzer şekilde, Fen Bilimleri öğretmen adaylarının, kutup bölgelerinin iklim değişikliğinden nasıl etkilendiği konusunda orta düzeyde bir farkındalığa sahip olduğu, fakat bu bilgiyi pedagojik olarak aktarma konusunda kendilerini yeterli hissetmedikleri belirlenmiştir (Yılmaz ve Çolak, 2023). Müfredat analizine dayalı bir başka çalışma ise, kutup konularının mevcut programlarda dağınık ve dolaylı olarak yer aldığını, bu nedenle öğretmen adaylarının mevcut konuları kutup perspektifiyle bütünleştirebilmek için disiplinler arası bir eğitime ihtiyaç duyduğunu sonucuna varmıştır (Doğru ve Sarıkaya, 2021).

Türkiye'de öğretmen adayları özelinde kutup farkındalığını nicel ve nitel yöntemleri birleştirerek inceleyen araştırmalar oldukça sınırlıdır (Tuti, Yılmaz ve Karataş, 2024). Karma yöntem deseni kullanarak her iki veri türüyle de desteklenmiş bulgular sunmayı hedefleyen bu çalışma, alan yazındaki bu boşluğu doldurma potansiyeli taşımaktadır.

Sonuç olarak, bu araştırma biyoloji öğretmen adaylarının kutup bilimlerindeki mevcut durumunu anlamak, geliştirilmesi gereken yönleri tespit etmek ve hem öğretmen yetiştirme sistemine hem de ülkenin kutup bilimleri alanındaki ulusal hedeflerine ulaşmasına önemli katkılar sağlamayı hedeflemektedir.

1.4. Varsayımlar

Bu araştırmanın uygulanması ve bulgularının geçerliliği, aşağıda sıralanan temel varsayımlar üzerine inşa edilmiştir:

1. Katılımcıların verdikleri yanıtlara ilişkin olarak, ölçek ve görüşme formlarındaki tüm soruları dikkatle okudukları, anladıkları ve cevaplarını özenle, içinde bulundukları farkındalık düzeyini en samimi şekilde yansıtacak biçimde sundukları varsayılmaktadır.

1.5. Sınırlılıklar

Bu çalışmanın kapsamı ve genellenebilirliği, aşağıda belirtilen sınırlılıklar çerçevesinde değerlendirilmelidir:

1. Çalışma Grubu Sınırlılığı: Araştırmanın bulguları, 2024-2025 eğitim-öğretim yılı bahar döneminde bir devlet üniversitesinin Biyoloji Öğretmenliği lisans programına kayıtlı öğrencilerden oluşan çalışma grubu üzerinden elde edilmiştir. Bu nedenle, sonuçların Türkiye'deki tüm biyoloji öğretmen adaylarına veya farklı üniversite türlerindeki (vakıf üniversiteleri gibi) öğrencilere genellenmesi konusunda temkinli olunmalıdır.
2. Veri Toplama Araçları Sınırlılığı: Çalışmada sunulan analizler ve yorumlar, temel olarak nicel analiz için "Kutup Farkındalık Ölçeği" ve nitel analiz için "Yapılandırılmış Görüşme Formu" aracılığıyla toplanan verilerle sınırlıdır. Farklı yöntemlerin (örneğin, gözlem, uzun süreli saha çalışmaları) kullanıldığı araştırmalar, konuya ilişkin daha farklı veya derinlemesine perspektifler sunabilir.
3. Veri Kaynağı ve Yorumlama Sınırlılığı: Elde edilen bulgular, büyük ölçüde katılımcıların öz-bildirimlerine (beyanlarına) ve araştırmacı tarafından seçilen ölçme araçlarının yakalayabildiği verilere dayanmaktadır. Dolayısıyla, katılımcıların gerçek davranışları, sınıf içi uygulamaları veya örtük bilgileri gibi ölçüm araçlarıyla doğrudan yakalanamayan boyutlar bu çalışmanın kapsamı dışında kalmaktadır. Tüm yorumlar, bu veri seti üzerinden ve ilgili literatür ışığında yapılmıştır.

1.6. Tanımlar

Bu araştırmada, anlam birliği sağlamak ve kullanılan temel kavramların net bir şekilde anlaşılması amacıyla aşağıdaki tanımlamalara yer verilmiştir:

Antarktika: Güney Yarımküre'de, Güney Okyanusu ile çevrili olan, dünyanın en büyük beşinci kıtasıdır. Yüzeyinin yaklaşık %98'i ortalama 1,6 kilometre kalınlığında bir buz

tabakası ile kaplı olan Antarktika, en düşük sıcaklık ortalamalarına, en şiddetli rüzgarlara ve en yüksek rakım ortalamasına sahip kıta olarak bilinmektedir. Dünyadaki tatlı suyun yaklaşık %70'ini barındırması ve küresel iklim düzeni üzerindeki belirleyici etkisi nedeniyle sıklıkla "dünyanın buzdolabı" olarak nitelendirilir (Evecen, 2023; Turner ve Overland, 2009).

Arktik: İsmini, Yunancada "ayı" anlamına gelen arktos kelimesinden alır. Coğrafi tanım olarak, genellikle Kuzey Kutup Dairesi'nin (66°33'49.8" Kuzey enlemi) kuzeyinde kalan bölgeyi ifade eder. Arktik Okyanusu'nu, bu okyanusu çevreleyen kara parçalarını (Kuzey Amerika, Avrupa ve Asya'nın kuzey kesimleri) ve büyük kısmı deniz buzu ile kaplı su alanlarını kapsamaktadır (Gürbüz, 2024; Serreze, Barrett, Stroeve, Kindig ve Holland, 2009).

Kutup Bölgesi: Dünya üzerinde Kuzey Kutbu (Arktik) ve Güney Kutbu (Antarktika) çevresinde bulunan, aşırı soğuk iklim şartları, mevsimsel veya kalıcı buz örtüsü, kendine özgü canlı toplulukları ile karakterize edilen coğrafi alanların genel adıdır. Kuzey Kutup Bölgesi, temelde buzla kaplı Arktik Okyanusu ve çevresindeki tundra topraklarından oluşur. Güney Kutup Bölgesi ise Antarktika kıtasının yanı sıra, onu çevreleyen okyanus sularını ve adaları içermektedir (The Editors of Encyclopaedia Britannica, 2023).

Kutup Farkındalığı: Bireylerin, kutup bölgelerinin coğrafi, ekolojik, iklimsel ve bilimsel önemi hakkındaki bilgi seviyesini; bu alanlardaki değişimlerin küresel sonuçlarına dair farkındalığını ve bölgelerin sürdürülebilirliğine yönelik tutum ve davranışsal yönelimlerini kapsayan çok boyutlu bir yapıdır (Tuti, Ursavaş, Mavi, Çolak-Seymen, Selçuk ve Kandemir, 2024).

BÖLÜM II

KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Çalışmanın bu bölümünde kutup bölgeleri ve kutup bölgelerine yönelik eğitim-öğretim müfredatları ile ilgili bilgilere ve yapılan araştırmalara yer verilmiştir.

2.1. Kutup Bölgeleri: Tanımı ve Önemi

Kutup bölgeleri, gezegenin en kuzey ve en güney kesimlerinde konumlanan, yüksek enlemlerdeki coğrafi bölgeleri kapsamaktadır. Kuzey Kutup Bölgesi (Arktik) ve Güney Kutup Bölgesi (Antarktika), aşırı iklim şartları, kendilerine özgü yaşam alanları ve küresel iklim sistemini düzenlemedeki belirleyici işlevleriyle tanınırlar (Arctic Monitoring and Assessment Programme [AMAP], 2021). Chown ve arkadaşlarına göre (2015) bu alanlar, biyolojik çeşitlilik açısından önem arz eden canlı türlerini barındırmanın yanı sıra, bilimsel keşifler için önemli bir imkân sunmaktadır (Chown vd., 2015).

Bu iki ana kutup bölgesine ek olarak, literatürde genellikle "Üçüncü Kutup" olarak tanımlanan bir alan bulunmaktadır. Bu kavram, Orta Asya'da yaklaşık 26° ile 40° Kuzey enlemleri arasında yer alan Tibet Platosu'na işaret eder (Yao, Chen, ve Liu, 2022). Çin'in Tibet Özerk Bölgesi, Hindistan'ın Ladakh bölgesi, Nepal, Bhutan ve Pakistan'ın bir kısmını içeren bu geniş plato, Arktik ve Antarktika'dan sonra dünyanın en büyük buzul ve buzul rezervlerine sahiptir (Li, Zhang, ve Wang, 2020). Asya nehrinin kaynağını oluşturan bu bölge milyonlarca insanın geçim kaynağı ve su güvenliği üzerinde büyük öneme sahiptir (Yao vd., 2022).

Tablo 1.
Buzul Bölgeleri

Bölge	Yarım Küre	Önemli Ülkeler / Bölgeler	Buz Örtüsü	İnsan Nüfusu
Arktik	Kuzey	Kanada, Rusya, Grönland	Deniz buzu (yüzer)	Yerli topluluklar
Antarktika	Güney	Antarktika (ülke yok)	Buz tabakaları (kara)	Yalnızca araştırma istasyonları
Tibet Platosu	Asya	Çin, Hindistan, Nepal	Buzullar/toprak donması	Seyrek nüfus

Li ve arkadaşlarının 2025 yılında gerçekleştirdiği bir araştırma, kutup alanlarının (Arktik, Antarktika ve Tibet Platosu'nu içeren "Üçüncü Kutup") küresel sürdürülebilir kalkınma amaçlarına ulaşmada oynadığı belirleyici rolün altını çizmektedir. Bahsi geçen çalışma, iklim değişikliğinin kutup ekosistemleri üzerinde yarattığı etkileri ve bu etkilerin dünyanın diğer sistemleriyle olan uzak bağlantılarını (tele-bağlantılar) incelemektedir.

Kutuplar, iklim değişikliğinin sonuçlarının en açık biçimde izlenebildiği bölgeler arasında yer alır. Buzulların hızla geri çekilmesi, deniz seviyesindeki yükseliş ve kutup yaşam alanlarındaki dönüşümler, yalnızca yerel değil küresel ölçekte de sonuçlar doğurmaktadır (IPCC, 2023). Bu bölgelerdeki biyolojik çeşitlilik, iklimsel değişimlere karşı son derece duyarlı bir yapıya sahiptir (Chown vd., 2022). İklim değişikliğinin yol açtığı yaşam alanı kaybı ve istilacı türlerin varlığı, biyolojik çeşitliliği ciddi bir tehdit altına sokmaktadır. Yerel ekosistemlerin yanında, küresel iklim dengelerini de etkilemektedir. Bu nedenle, kutup bölgelerine ilişkin toplumsal ve bireysel farkındalığın güçlendirilmesi, sürdürülebilir çevre politikalarının oluşturulması ve uygulanması bakımından oldukça önemlidir.

2.2. Arktik ve Antarktika Arasındaki Temel Farklılıklar

2.2.1. Arktik Bölgesi

Kuzey Kutbu çevresinde yer alan ve büyük ölçüde deniz buzu ile kaplı olan bölge Arktik olarak adlandırılır. Arktik Okyanusu ve çevresindeki kara parçalarını (Alaska, Kanada, Grönland, Norveç, Rusya gibi) kapsamaktadır. Bölgede yerli halklar (İnuitler, Samiler vb.) ile birlikte kutup ayıları, foklar ve balinalar gibi türler de yaşamaktadır (CAFF, 2021). Arktik, aynı zamanda petrol, doğalgaz ve mineral kaynakları nedeniyle stratejik ve ekonomik açıdan önemli bir bölgedir. (Østreng vd., 2013).

2.2.2. Antartika Bölgesi

Antarktika, Güney Kutbu'nda yer alan ve tamamen buzullarla kaplı bir kıtadır. Bölgede yalnızca bilimsel araştırma istasyonları bulunmaktadır. Antarktika Antlaşması Sistemi (1959) ile yönetilen bölge, uluslararası iş birliği ve barışçıl bilimsel faaliyetlerin sürdürüldüğü bir alan olarak kabul edilmektedir (Antarktika Antlaşması Sekreterliği, 2020).

Turner ve arkadaşlarına (2009) göre, dünya iklim sisteminin düzenlenmesinde kritik bir role sahip olan bu bölgede penguenler, balinalar ve krill gibi türler, besin zincirinin temelini oluşturmaktadır (Turner vd., 2009). Antarktika ekosistemlerinin sağlığının önemli göstergelerinden biri de penguen populasyonlarıdır (LaRue vd., 2023).

Rintoul ve arkadaşlarının 2021'de yaptıkları araştırmaya göre Antarktika deniz ekosistemleri, küresel iklim değişikliğine karşı özellikle hassastır (Rintoul vd., 2021). Güney Okyanusu'ndaki balıkçılık faaliyetleri, besin ağının yapısını önemli ölçüde değiştirmektedir. Aşırı balıkçılık, besin ağının üst basamaklarındaki türlerin azalmasına ve ekosistem yapısının bozulmasına neden olmaktadır (Ainley ve Pauly, 2020). Deniz buzu dinamiklerindeki değişimler, tür dağılımını yeniden şekillendirmektedir. Artan sıcaklık ve asitleşme, fitoplankton üretimini doğrudan etkilemektedir. Buzul erime hızlarındaki artış, bentik ekosistemlerde yapısal değişimlere yol açmaktadır. Krill popülasyonlarındaki azalma, besin zincirinin üst basamaklarındaki türleri (penguenler, balinalar) tehdit etmektedir. Bunun yanında mikrobiyal topluluklardaki değişimler, karbon döngüsü üzerinde önemli etkilere sahiptir (Rintoul vd., 2021).

Antarktika Yarımadası'ndaki Adélie penguen popülasyonları, deniz buzu kaybına bağlı olarak önemli ölçüde azalma göstermektedir (LaRue vd., 2023). Bu durum, iklim değişikliğinin türler üzerindeki doğrudan etkilerini açıkça ortaya koymaktadır.

2.3. Kutup Bölgeleri Eğitimi ve Öğretim Programlarındaki Yeri

Kutup bölgelerine yönelik eğitim, öğrencilere küresel çevre sorunları, iklim değişikliği ve biyolojik çeşitlilik konularında farkındalık kazandırmayı amaçlamaktadır. Farklı ülkelerin eğitim müfredatlarında kutup konularına verilen önem değişiklik göstermektedir.

2.3.1. Arktik Eğitimi Veren Ülkeler ve Öne Çıkan Programlar

Arktik Konseyi üyesi ülkeler, Arktik'e yönelik kapsamlı eğitim ve araştırma programları sunarak bu alandaki uzmanlaşmış insan kaynağı ihtiyacını karşılamaktadır. Aşağıda bazı ülkelerin kutup bölgelerine yönelik müfredat bilgileri sıralanmıştır.

2.3.1.1. Norveç

Norveç gibi Arktik bölgesinde toprakları bulunan ülkeler, kutup eğitimine müfredatlarında önemli bir yer vermektedir. Norveç'te ilköğretim seviyesinde (5.-7. sınıf) "Doğa ve Çevre" derslerinde iklim değişikliği ve kutup ekosistemleri işlenmektedir (Norwegian Directorate for Education and Training, [Udir] 2020). "Arktik Çalışmaları" dersleri lise ve üniversite düzeyinde okutulmakta, öğrenciler iklim değişikliği ve yerli halkların kültürleri hakkında bilgilendirilmektedir (Norwegian Directorate for Education and Training, 2022).

Arktik Enstitüsü 2020 verilerine göre Norveç coğrafi olarak "Yüksek Kuzey" veya Arktik olarak adlandırılan bölgede merkezi bir konuma sahiptir. Ülkenin üçte biri kuzeyde yer almakta ve deniz alanlarının yaklaşık %80'i Kuzey Kutup Dairesi'nin kuzeyindedir. Bu coğrafi konum, Norveç'i okyanuslar, iklim ve kuzeydeki siyaset üzerine araştırmalarda dünya lideri yapmaktadır. Bu liderlik, Nord Üniversitesi ve UiT: Norveç Arktik Üniversitesi gibi iki önde gelen Arktik üniversitesi tarafından yürütülmektedir (The Arctic Institute, 2020a).

Norveç'in kutup eğitimindeki en belirgin kurumlarından biri, Longyearbyen, Svalbard'da bulunan Svalbard Üniversitesi Merkezi (UNIS)'dir. UNIS, Arktik biyolojisi, Arktik jeolojisi, Arktik jeofiziği, Arktik teknolojisi ve Arktik güvenliği olmak üzere beş ana bilim dalında lisans, yüksek lisans ve doktora dersleri sunmaktadır (UNIS, t.y.). Örnek dersler arasında Karasal Arktik Biyolojisi, Deniz Arktik Biyolojisi, Arktik Çevre Yönetimi, Arktik Popülasyon Ekolojisi, Arktik Deniz Bentosu Ekolojisi ve Arktik'te Işık İklimi ve Birincil Üretkenlik yer almaktadır (UNIS , n.d). UNIS'in doğrudan Arktik'te yer alması, öğrencilere yerinde saha deneyimi sunarak teorik bilgiyi pratik uygulamalarla birleştirmelerine olanak tanımaktadır. Kutup bölgeleri, kendine özgü ekosistemleri, jeolojik oluşumları ve iklim koşullarıyla laboratuvar ortamında tam olarak taklit edilemeyecek benzersiz araştırma alanları sunar. UNIS'in bu konumu, öğrencilerin gerçek dünya koşullarında veri toplama, gözlem yapma ve araştırma yürütme fırsatına sahip olmasını sağlar. Bu tür uygulamalı

eğitim, kutup bilimcilerinin yetiştirilmesinde teorik derslerden çok daha derinlemesine bir anlayış ve yetkinlik kazandırır.

Norveç'in Arktik'teki büyük nüfusu, askeri varlığı ve gelişmiş ekonomisi, bilimsel alanda uluslararası liderliği için önemli kazanç sağlamaktadır (The Arctic Institute, 2020b). Bu durum, eğitimin sadece bilgi üretimi değil, aynı zamanda ulusal çıkarların ve bölgesel etkinin güçlendirilmesi için bir araç olarak kullanıldığını göstermektedir. Yüksek öğrenim kurumlarının bu politikaların uygulanmasında merkezi bir rol oynaması, Norveç'in Arktik'teki konumunu pekiştirmesine yardımcı olmaktadır. Ayrıca, Arktik Üniversitesi bünyesindeki "Arctic Teacher Education" programı ile her yıl 120 öğretmen adayına Sami kültürünü temel alan etnopedagoji dersleri ve Svalbard'da uygulamalı kamp eğitimleri verilerek, eğitim sisteminin toplumsal ve kültürel sürdürülebilirliği pekiştirilmektedir (Johansen, 2022).

2.3.1.2. Kanada

Kanada'da kutup eğitimi sadece teorik bir bilgi aktarımı olarak değil, yerel toplulukların kapasitesini artırma, bölgesel istihdam yaratma ve yerli halkların bilgi sistemlerini eğitime entegre etme gibi çok boyutlu yapıya sahiptir. Bu yaklaşım, kutup bölgelerinin sürdürülebilir kalkınması için geliştirilen stratejinin temel yapısıdır. Kanada'nın "Northern Strategy" (2019) belgesi, öğretmen eğitiminde Inuit Qaujimajatuqangit (IQ) ilkelerini merkeze alarak geleneksel bilgi ile modern bilimi birleştirmeyi hedeflemektedir (Government of Canada, 2019).

Kanada'daki Arktik çalışmalarının akademik yapısı, araştırma, yayıncılık ve bilgi yönetimini birleştiren köklü enstitüler tarafından oluşturulmaktadır. Bu kurumların en önemlilerinden biri, ülkenin en eski Arktik araştırma enstitüsü olan Arctic Institute of North America (AINA)'dır. Calgary Üniversitesi'ne bağlı olan AINA, Kuzey'in doğal ve beşerî ortamlarına ilişkin bilimsel araştırmaları yürütür ve teşvik eder (Arctic Institute of North America, t.y.). Enstitü, bağımsız bir araştırma merkezi olan Kluane Gölü Araştırma İstasyon'nu işletmekte ve 1948'den beri yayınladığı hakemli *ARCTIC* Dergisi ile bilimsel bilginin yayılmasında kritik bir rol oynamaktadır (Arctic Institute of North America, t.y.). Ayrıca, dijital altyapısıyla öne çıkan AINA, ADA: Arctic Discovery ve Access platformu aracılığıyla bilimsel yayınlar, arşiv materyalleri ve eğitim kaynaklarına açık erişim sağlayarak araştırmanın erişilebilirliğini artırmaktadır (Arctic Institute of North America, t.y.).

Memorial University of Newfoundland da Arktik ve Subarktik Çalışmaları Fakültesi ile bu alanda önemli bir akademik merkez konumundadır (Memorial University of Newfoundland,2025). Benzer şekilde, Kuzey Kutbu üzerine yeni araştırmalar, Arctic Kuzey Amerika Enstitüsü (AINA) gibi köklü kurumlar tarafından desteklenmekte ve Kanada'nın kutup bilimleri ekosisteminde bilgi üretimini artırmaktadır (Lake, 2024).

Akademik araştırma kurumlarına paralel olarak, eğitimi doğrudan Arktik topluluklarının ihtiyaçlarına ve bilgi sistemlerine dayandıran kurumlar faaliyet göstermektedir. Nunavut Arctic College, bu yaklaşımın öncü bir örneğidir. Kolej, Inuit topluluklarına yönelik iki dilli (Inuktitut-İngilizce) sertifika ve diploma programları sunmakta, böylece kültürel sürekliliği eğitimin merkezine yerleştirmektedir (Wenzel, 2023). Daha da önemlisi, kolej, avcılık ve göçebe kültürü gibi geleneksel Inuit uygulamalarını modern STEM (Bilim, Teknoloji, Mühendislik, Matematik) eğitimiyle bütünleştiren "On the Land" projeleri yürütmektedir (Wenzel, 2023). Bu projeler, öğrencilere sınıf dışında, doğal ortamlarında pratik beceriler ve bilimsel metodoloji kazandırarak akademik eğitimi saha uygulamalarıyla destekler.

Kanada'nın Arktik çalışmaları alanı, AINA gibi geleneksel akademik araştırma ve yayın enstitüleri ile Nunavut Arctic College gibi yerel bilgiyi ve topluluk ihtiyaçlarını merkeze alan eğitim kurumlarının sinerjisi üzerine kuruludur. Bu ikili ve birbirini tamamlayıcı yapı, yalnızca küresel öneme sahip bilimsel araştırmaları ilerletmekle kalmaz, aynı zamanda Arktik'in yerli halklarının kültürel mirasını koruyan ve geleceğe taşıyan, bağlama duyarlı bir eğitim ekosistemi oluşturur. Bu bütünleşik yaklaşım, Kanada'nın kutup bilimleri ve eğitimindeki lider konumunu pekiştirerek hem bilgi üretimini hem de toplumsal farkındalık ve kapasite gelişimini güçlendirmektedir.

2.3.1.3. Finlandiya

Finlandiya, Arktik Konseyi'nin etkili bir üyesi olarak bölgedeki çevresel ve teknolojik zorluklara yönelik çalışmalar yapmaktadır. Ülkede kutup bilimleri alanında eğitim ve araştırma faaliyeti yürüten kurumlar arasında Kilpisjärvi Biyolojik İstasyonu, Fin Arktik Araştırma Merkezi (FARC) ve Helsinki Üniversitesi gibi köklü üniversiteler yer almaktadır (Finnish Arctic Research Centre, 2026).Bu kurumların teknoloji odaklı yaklaşımları, Finlandiya'nın Arktik'teki iklim değişikliği etkileri, sürdürülebilir kaynak yönetimi ve yeni teknolojilerin geliştirilmesi gibi alanlarda mühendislik ve uygulamalı bilimsel çözümler üretebilmelerini arttırmaktadır. Bu durum aynı zamanda kutup eğitiminin yalnızca temel

bilimlerle sınırlı kalmayıp, mühendislik ve teknoloji disiplinlerini de kapsayan bütünleşik bir yapıda olduğunu göstermektedir (University of Helsinki, t.y ; University of Lapland, t.y. ; University of Oulu, t.y.).

Finlandiya'daki kutup eğitimi ekosistemi, lisansüstü düzeyde de uzmanlaşma sağlayabilmektedir. Arctic Graduate School (ARKTIS), Lapland Üniversitesi, Oulu Üniversitesi, Helsinki Üniversitesi ve Doğu Finlandiya Üniversitesi'nin ortaklığında faaliyet gösteren çok disiplinli bir lisansüstü okuldur. Bu program, Arktik araştırmalarında uzmanlaşmış doktoralı araştırmacılar yetiştirmeyi amaçlamakta ve kutup çalışmalarının akademik derinliğini artırmaktadır. (Arctic Centre, t.y. ; University of the Arctic, t.y.).

2.3.1.4. İzlanda

İzlanda, Arktik Konseyi'nin bir üyesi olarak kutup bölgelerindeki artan ekonomik ve jeopolitik faaliyetlerin hukuki ve yönetişim yönlerine özel bir önem vermektedir. Bu bağlamda, bölgedeki karmaşık hukuki ihtiyaçları karşılamak üzere Akureyri Üniversitesi, uzmanlaşmış lisansüstü programlar sunmaktadır. Bu programlar, Arktik ve Antarktika hukuku, insan hakları hukuku, çevre hukuku, deniz hukuku, sürdürülebilir kalkınma hukuku ve doğal kaynaklar hukuku gibi alanları kapsamaktadır. Bunlara ek olarak, egemenlik ve sınır uyuşmazlıkları ile Kuzey bölgesindeki yerli halkların hakları da müfredatta detaylı olarak işlenmektedir.

Üniversite tarafından sunulan iki ayrı yüksek lisans derecesi bulunmaktadır. Hukuk kökenli öğrenciler için tasarlanmış 90 AKTS'lik LL.M. (Master of Laws) ve hukuk dışı alanlardan gelen öğrenciler için 120 AKTS'lik M.A. (Master of Arts) programı bulunmaktadır. (University of Akureyri, 2025). Her iki program da mezunları, kamu ve özel sektör kuruluşlarında, uluslararası örgütlerde ve yerli topluluklarla iş birliği içinde çalışmaya hazırlamayı hedeflemektedir.

Programlar, uluslararası iş birliğini merkeze alan bir yaklaşıma sahiptir. Akureyri Üniversitesi, University of the Arctic ağı çerçevesinde Alaska (ABD), Avustralya, Kanada, Danimarka, Faroe Adaları, Finlandiya, Grönland, Japonya, Hollanda, Norveç, İsveç, Rusya Federasyonu ve Birleşik Krallık'taki birçok üniversite ile akademik ve araştırma ortaklıkları yürütmektedir. (University of Akureyri, 2025)

İzlanda'nın kutup hukukuna verdiği bu stratejik önem, Arktik'te açılan yeni deniz yolları, doğal kaynak arayışları ve artan çevre koruma gereklilikleri ile birlikte uluslararası hukuk

ve yönetişimin bölgedeki rolünün ne kadar kritik hale geldiğini göstermektedir. Bu durum, kutup eğitiminin yalnızca fen ve mühendislik bilimleriyle sınırlı kalmayıp, aynı zamanda hukuk ve sosyal bilimleri de içeren disiplinler arası bir niteliğe sahip olduğunu ortaya koymaktadır.

2.3.1.5. Amerika Birleşik Devletleri

Amerika Birleşik Devletleri'nde kutup bilimleri eğitimi, ulusal düzeydeki programlar ve standartlar aracılığıyla ortaokul ve lise müfredatlarına sistematik olarak dâhil edilmiştir. Ulusal Bilim Vakfı (NSF) tarafından desteklenen bu girişimler, özellikle Next Generation Science Standards (NGSS) çerçevesinde şekillenmektedir. (NGSS Lead States, 2013). Bu standartlar kapsamında, 7. ve 8. sınıf düzeyinde iklim değişikliği ile kutup bölgelerinin küresel sistemler üzerindeki etkileri ayrıntılı olarak ele alınmaktadır.

Lise düzeyinde ise Antarktika'da yürütülen bilimsel araştırmalar biyoloji ve yer bilimleri derslerinde örnek olay incelemeleriyle işlenmekte ve öğrencilerin kutup ekosistemleri ile ilgili verileri yorumlamaları teşvik edilmektedir. Müfredatta yer alan zorunlu "Polar Systems" ünitesi, Alaska'ya özgü Iñupiaq yerli bilgisi ile bilimsel verilerin bir arada kullanılmasına dayalı bütünleşik bir yaklaşım sergilemektedir. (Barnhardt ve Kawagley, 2005).

Polar Educators International (PEI), NSF destekli bir öğretmen ağı olarak 2011 yılından bu yana faaliyet göstermekte ve bugüne kadar 5.000'den fazla öğretmene sertifikalı mesleki gelişim eğitimleri sunmuştur. (Polar Educators International, 2025). Ayrıca "Polar STEAM" programı aracılığıyla NASA ve United States Antarctic Program (USAP) verilerinin sınıf içi öğrenme ortamlarında etkin bir şekilde kullanılmasına yönelik uygulamalı eğitimler düzenlemektedir (Dunbar, 2022). Bu çabalar, kutup bilimlerinin okul temelli eğitime entegrasyonunu güçlendirmeyi ve öğretmenlerin alandaki kapasitesini artırmayı amaçlamaktadır. (National Science Foundation, 2023)

2.3.1.6. Rusya

Rusya, Arktik bölgesindeki yaklaşık 2,5 milyon kilometrekarelik egemenlik alanı ile kutup eğitimi ve araştırmalarında özel bir konuma sahiptir. Bu stratejik önem, ülkenin eğitim müfredatına da yansımıştır. Coğrafya ve tarih derslerinde, 6. sınıftan itibaren "Rusya'nın

Coğrafyası" ünitesi kapsamında Kuzey Kutbu'nun doğal kaynakları, iklimi ve coğrafi özellikleri ele alınmaktadır. Lise düzeyinde ise "Küresel Sorunlar" gibi derslerde Antarktika'nın uluslararası hukuki statüsü ve küresel önemi işlenmektedir.

Müfredatta ayrıca "Arktik Güvenlik" adlı zorunlu bir ders bulunmaktadır. Bu derste öğrencilere, bölgenin askerî-coğrafi dinamikleri, petrol ve doğal gaz çıkarımının ekolojik etkileri ve iklim değişikliğine bağlı göç senaryoları gibi konular aktarılmaktadır. 2020 yılında kabul edilen "Rusya'nın Arktik Bölgesi Gelişim Stratejisi" belgesi, öğretmen yetiştirme programlarını da ulusal güvenlik perspektifiyle uyumlu hale getirmeyi hedeflemiştir (Pravitel'stvo Rossijskoj Federacii, 2020).

Yükseköğretim düzeyinde, Northern (Arctic) Federal University (NArFU) öğretmen adaylarına yönelik "Arctic Education" modülleri sunmaktadır. (Northern (Arctic) Federal University, 2025). Bu programda Arktik coğrafyası, iklim bilimi ve Rusya'nın bölgedeki stratejik çıkarları disiplinlerarası bir yaklaşımla ele alınır. Benzer şekilde, Herzen State Pedagogical University'de coğrafya öğretmenliği müfredatına kutup bilimleri dâhil edilmiştir.

Yerel düzeyde ise Yamal-Nenets Özerk Okrugu gibi bölgelerde, eğitim müfredatı yerli kültür ve yaşam biçimleriyle bütünleştirilmiştir. Örneğin, ren geyiği göç yollarının matematik derslerinde kullanılması ve geleneksel Şamanistik doğa bilgisini temel alan okuryazarlık çalışmaları yürütülmektedir.

Rusya'nın kutup araştırmalarındaki bilimsel kapasitesi, Arktik ve Antarktika Araştırma Enstitüsü (AARI) gibi köklü kurumlar tarafından desteklenmektedir. Oşinografi, glasiyoloji, meteoroloji ve kutup coğrafyası gibi alanlarda kapsamlı araştırmalar yürüten enstitü, aynı zamanda genç araştırmacılar için eğitim ve destek programları sunmaktadır (Arctic and Antarctic Research Institute, 2025). Bu yapı, Rusya'nın hem akademik hem de politik düzeyde Arktik bölgeye yönelik bütüncül yaklaşımının bir göstergesidir.

2.3.1.7. İsveç

İsveç'te kutup bölgelerine ilişkin eğitim, okul öncesinden yükseköğretime kadar tüm kademelerde disiplinler arası bir bakış açısıyla yapılandırılmıştır. İklim değişikliği, kutup ekosistemleri, yerli kültür mirası ve sürdürülebilir kalkınmayı merkeze alır (Skolverket, 2022). Okul öncesi ve ilkokul döneminde öğrenciler, kutup coğrafyasını, canlı yaşamını ve kültürel çeşitliliği basit deneyler, görsel materyaller ve doğa gezileri aracılığıyla

keşfetmektedir. Ortaöğretim düzeyinde ise bu içerik, coğrafya, biyoloji, çevre bilimi ve tarih gibi derslerde daha derinlemesine ele alınmakta; kutup ekosistemlerinin işleyişi, deniz buzullarının erimesi, küresel iklim modelleri, uluslararası kutup anlaşmaları ve Arktik Konseyi'nin işlevi gibi konular işlenmektedir.

Yükseköğretim aşamasında Umeå Üniversitesi, Stockholm Üniversitesi ve Lund Üniversitesi gibi kurumlar, kutup çalışmalarına yönelik uzmanlaşmış dersler, saha araştırmaları ve bilimsel projeler sunmaktadır. Öğrenciler, uydu verilerini kullanarak iklim değişikliğini analiz etme ve Arktik bölgelerde saha çalışması yürütme becerileri kazanmaktadır. Stockholm Üniversitesi bünyesinde, Kutup Manzaraları ve Kuvaterner İklimi alanında yüksek lisans programı bulunmaktadır. Bu program iklim değişimi, jeomorfoloji ve buzul bilimi alanlarında uzmanlaşmayı hedeflemekte, saha çalışmaları ve laboratuvar uygulamalarıyla desteklenmektedir. Ayrıca üniversitenin Kutup Meteorolojisi ve Oşinografi araştırma grubu, kutup ikliminin dinamiklerini ve ekosistemlerin hassasiyetini incelemektedir (Stockholm University, Lund University , Umeå University 2025).

İsveç müfredatının bir diğer önemli yönü, ülkenin kuzeyinde yaşayan Sami halkının geleneksel bilgi sistemlerine ve doğayla kurduğu ilişkiye yer vermesidir. Bu yaklaşım, yerli toplulukların sürdürülebilirlik anlayışını bilimsel içerikle bütünleştirerek öğrencilerin kutup bölgelerine yönelik hem ekolojik hem de kültürel bir kavrayış geliştirmesine katkı sağlamaktadır. İsveç'in benimsediği bu bütüncül eğitim modeli, öğrencilerin kutup coğrafyasını çok boyutlu olarak anlamalarını ve iklim değişikliği gibi küresel sorunlara karşı farkındalık kazanmalarını amaçlamaktadır.

2.3.1.8. Danimarka

Danimarka'da kutup eğitimi, okul öncesinden yükseköğretime kadar tüm eğitim kademelerinde disiplinler arası ve bütünleşik bir yaklaşımla ele alınmaktadır. İlköğretim ve ortaöğretim düzeyinde, ulusal müfredat çerçevesi ve öğretmenlerin pedagojik özerkliği doğrultusunda iklim değişikliği, sürdürülebilirlik ve temel çevre okuryazarlığı konuları işlenmekte, kutup coğrafyası ve bu bölgelerdeki iklimsel değişimler öğrencilere aktarılmaktadır (Danish Ministry of Education, 2021). Mesleki ve teknik eğitim programları ise denizcilik, çevre teknolojileri ve lojistik gibi alanlarda Arktik bölgelere özgü buz koşulları ve deniz operasyonları üzerine uzmanlaşma imkânı tanımaktadır (Danish Ministry of Higher Education and Science, 2023). Ayrıca, DIS Study Abroad gibi kuruluşlar ve çeşitli

üniversiteler aracılığıyla öğrencilere Grönland'da saha deneyimi kazandıran ve Inuit bilgi sistemlerini içeren ortak programlar sunulmaktadır (DIS Study Abroad, t.y.).

Yükseköğretim düzeyinde Aarhus Üniversitesi Arktik Araştırma Merkezi (ARC) ve Kopenhag Üniversitesi Buz ve İklim Merkezi gibi kurumlar, ileri düzeyde araştırma ve teknik eğitim olanakları sağlamaktadır. Buzul çekirdeği analizleri, iklim-kriosfer etkileşimleri, uzaktan algılama ve saha metodolojileri gibi konularda uzmanlaşma imkânı sunan bu merkezler, aynı zamanda sürdürülebilir kaynak yönetimi ve Grönland topluluklarıyla iş birliğini de araştırma süreçlerine dâhil etmektedir (Aarhus University Arctic Research Centre, t.y.; University of Copenhagen Centre for Ice and Climate, t.y.). Aarhus Üniversitesi ARC özellikle Grönland'ın jeolojisi, iklim değişikliği, kutup ayısı popülasyonları ve kalıcı organik kirleticiler gibi alanlarda yoğunlaşmış çalışmalar yürütmektedir (Aarhus University Arctic Research Centre, t.y.).

Danimarka'nın eğitim yaklaşımı, ulusal müfredat ilkeleri ile üniversitelerin uzmanlık kapasitelerini birleştirerek öğrencilere hem küresel iklim sistemini kavrama hem de Kuzey Atlantik ve Grönland bağlamında saha uygulamaları ve yerli bilgi sistemleriyle etkileşim kurma fırsatı sunmaktadır.

Arktik Konseyi üyesi olan sekiz devlet (Tablo 2), her biri kendi ulusal stratejileri ve araştırma altyapılarıyla kutup bölgesindeki bilimsel ve eğitsel çabaların ana aktörleri konumundadır (Arctic Council, 2021). Bu durum, Arktik'teki bilgi üretiminin ve eğitim faaliyetlerinin tek bir ülke ya da kurumun tekelinde olmadığını, aksine farklı ulusal öncelikler ve uzmanlık alanları temelinde şekillenen çok yönlü bir iş birliği ağına dayandığını göstermektedir (Exner-Pirot, 2022). Bu çok kutuplu yapı, bilgi paylaşımını ve ortak projeleri teşvik ederek küresel kutup bilimlerinin gelişimine önemli bir katkı sağlamaktadır.

Tablo 2.
Arktik Konseyi Üye Ülkeleri ve Öne Çıkan Kutup Eğitimi/Araştırma Programları

Ülke (Arktik Konseyi Üyesi)	Öne Çıkan Kurum/Üniversite	Kutup Eğitimi/Araştırma Programları (Örnekler)	Odak Alanları (Örnekler)
Norveç	Svalbard Üniversitesi Merkezi (UNIS)	Arktik Biyolojisi, Jeolojisi, Jeofiziği, Teknolojisi, Güvenliği (Lisans, Yüksek Lisans, Doktora dersleri)	Deniz ve Karasal Arktik Ekolojisi, Çevre Yönetimi, Popülasyon Ekolojisi, Işık İklimi, Buzul Bilimi, Permafrost, Arktik Mühendisliği

Kanada	Memorial University of Newfoundland, Calgary Üniversitesi Arktik Kuzey Amerika Enstitüsü (AINA)	Arktik ve Subarktik Çalışmaları Fakültesi, ADA: Arctic Discovery ve Access (dijital eğitim), ARCTIC Journal yayıncılığı	Yerli Bilgisinin Entegrasyonu, Kuzey Yükseköğretim Gelişimi, Çevre Yönetimi, İklim Değişikliği, Kutup Araştırmaları
Finlandiya	Aalto Üniversitesi, Lappeenranta Teknoloji Üniversitesi, Helsinki Üniversitesi, Lapland Üniversitesi, Oulu Üniversitesi	Potansiyel kutup bilimleri ve teknoloji programları, Arctic Graduate School (ARKTIS), Arctic Studies Program (ASP)	Arktik Çevre Teknolojileri, Sürdürülebilir Kaynak Yönetimi, İklim Değişikliği Etkileri, Sosyal ve Çevresel Etkiler, Yerel Halklar
İzlanda	Akureyri Üniversitesi	Kutup Hukuku Yüksek Lisans Programları (LL.M./M.A.)	Uluslararası ve Yerel Kutup Hukuku, İnsan Hakları, Çevre Hukuku, Deniz Hukuku, Sürdürülebilir Kalkınma Hukuku, Doğal Kaynaklar Hukuku
ABD	Alaska Üniversitesi (Fairbanks)	İklim ve Arktik Sürdürülebilirliği (B.A.), Arktik ve Kuzey Çalışmaları (M.A.)	Sosyal bilimler ve beşerî bilimler, Kuzey'deki sorunlar ve politika konuları, Arktik siyaseti ve politikası, Kuzey tarihi
Rusya Federasyonu	Arktik ve Antarktika Araştırma Enstitüsü (AARI)	Kapsamlı kutup araştırmaları, genç bilim insanı programları	Oşinografi, Glasiyoloji, Meteoroloji, Hidroloji, Jeofizik, Kutup Coğrafyası, Kuzey Deniz Yolu
İsveç	Stockholm Üniversitesi	Kutup Manzaraları ve Kuvaterner İklimi (Yüksek Lisans), Kutup Meteorolojisi ve Oşinografi araştırma grubu	İklim ve çevresel değişim, jeomorfoloji, glasiyoloji, iklim modelleri, atmosferik bilimler
Danimarka	Aarhus Üniversitesi (Grönland)	Arktik Araştırma Merkezi (araştırma ve öğrenci programları)	Grönland jeolojisi, iklim değişikliği, kutup ayıları, kalıcı organik kirleticiler

2.3.2. Antarktika'da Araştırma İstasyonları ve Bilim Programları Yürüten Ülkeler

Antarktika, uluslararası bilimsel iş birliğinin sembolü olan ve 1959 Antarktika Antlaşması Sistemi (AAS) ile yönetilen benzersiz bir kıtadır. Bu sistem, kıtayı yalnızca barışçıl amaçlara, özellikle de bilimsel araştırmaya adar ve tüm egemenlik iddialarını askıya alır (Antarctic Treaty Secretariat, 2022). Kıtada, yaklaşık 40 ülkeye ait 70'ten fazla sürekli veya sezonluk araştırma istasyonu faaliyet göstermektedir. Bu istasyonlar, uzaydan Dünya'nın sağlığına kadar uzanan kritik araştırmaların yürütüldüğü laboratuvarlar ve lojistik üslerdir.

2.3.2.1. Arjantin

Arjantin'de kutup bölgelerine ilişkin eğitim, okul öncesinden yükseköğretime kadar farklı formlarda yer almakta olup, temel olarak çevresel bilinç ve Antarktika farkındalığı temaları üzerine yapılandırılmıştır. İlk ve ortaöğretimde ulusal müfredat çerçevesinde "çevre" ve "biyolojik çeşitlilik" gibi kavramlar yer almakla birlikte, "iklim değişikliği" terimi doğrudan kullanılmamaktadır ve çevresel eğitim çerçevesine biyolojik çeşitliliğin son sınıfta girdiği görülmektedir (MECCE Project, 2024). Buna ek olarak, Tierra del Fuego eyaletindeki Esperanza Üssü gibi kutup bölgelerinde görev yapan öğretmen ve öğrencilerin gerçek Antarktika koşullarında eğitim yürüttükleri örnekler mevcut olup (Ramírez, 2017), üniversitelerde ise Ushuaia merkezli National University of Tierra del Fuego; lisans ve lisansüstü düzeyde "Antarktika Çalışmaları" gibi programlar aracılığıyla, Antarktika'ya özgü coğrafi, çevresel, sosyal ve fiziksel konulara odaklı akademik eğitim sunmaktadır (UNTDF, 2024). Genel olarak, Arjantin'in kutup eğitimi sisteminde çevre eğitiminin zorunlu müfredata entegrasyonu, saha temelli öğretim fırsatları ve yükseköğretimde bölgesel uzmanlaşma programları biçiminde bir yapı görülmektedir.

Arjantin, Antarktika üzerinde hak iddia eden yedi ülkeden biridir (Türk Deniz Araştırmaları Vakfı [TÜDAV], t.y.). Ülke, kıtadaki bilimsel varlığını Arjantin Antarktika Enstitüsü (IAA) aracılığıyla sürdürmektedir. IAA, Atmosfer Bilimleri, Biyolojik Bilimler, Yer Bilimleri, Deniz Bilimleri, Çevre Yönetimi, Çevre Kimyası, Sosyal Bilimler ve Beşerî Bilimler gibi farklı alanlarda kapsamlı araştırma projeleri yürütmektedir (Instituto Antártico Argentino, t.y.a , t.y.b). Arjantin, Antarktika'da sürekli (Belgrano II, Esperanza) ve yazlık (Almirante Brown) araştırma istasyonlarına sahiptir (Anka Haber ,2025 ; Antarctic Logistics ve Expeditions, 2017; DNA, 2025). Bu istasyonlar, Arjantin'in kıtadaki uzun soluklu bilimsel taahhüdünü göstermektedir. Arjantin'in Antarktika'daki kapsamlı bilimsel varlığı ve sosyal bilimleri de kapsayan araştırma alanları, kıtanın sadece doğal bilimler değil, aynı zamanda insan etkileşimi, yönetişim ve kültürel boyutlarla da ele alınması gerektiğini göstermektedir. Bu durum, Antarktika eğitim programlarının multidisipliner bir yaklaşım benimsemesi gerektiğini vurgulamaktadır.

2.3.2.2. Avustralya

Avustralya eğitim sisteminde kutup bölgelerine ilişkin müfredat içerikleri, özellikle coğrafya ve fen bilimleri derslerinde iklim değişikliği, ekosistem dinamikleri ve sürdürülebilirlik

konularına odaklanmaktadır. Müfredatta, Antarktika ve Arktik bölgelerinin küresel önemi, buzul erimelerinin deniz seviyelerine etkisi ve kutup biyoçeşitliliği gibi temalar işlenmektedir (Department of Education, Skills and Employment [DESE] , 2020). Ayrıca, yerli halkların (örneğin Inuit ve Sámi) kutup bölgelerindeki geleneksel bilgileri de sosyal bilimler derslerinde ele alınmaktadır (Stewart, 2019). Uluslararası literatürde ise, öğrencilere kutup araştırmalarının disiplinler arası doğasını tanıtmak amacıyla NASA ve IPCC raporları gibi kaynaklardan yararlanılmaktadır (IPCC, 2022; NASA, 2021). Avustralya'nın Antarktika'daki bilimsel faaliyetleri de müfredatta vurgulanarak, öğrencilerin uluslararası iş birlikleri hakkında farkındalık kazanmaları hedeflenmektedir (Australian Antarctic Division, 2023). Avustralya da Antarktika üzerinde hak iddia eden ülkelerden biridir (Türk Deniz Araştırmaları Vakfı [TÜDAV], t.y.). Ülke, Avustralya Antarktika Bölümü (AAD) Australian Antarctic tarafından işletilen Casey ve Davis İstasyonları gibi sürekli araştırma istasyonlarına sahiptir (Southwell vd., 2023; Ferrari vd., 2020). Bu istasyonlar, Avustralya'nın kıtanın doğu kesimindeki bilimsel varlığını pekiştirmekte ve iklim değişikliği, deniz biyolojisi ve glasiyoloji gibi alanlarda önemli araştırmalara ev sahipliği yapmaktadır.

2.3.2.3. Şili

Şili eğitim sisteminde kutup bölgelerine ilişkin müfredat içerikleri, özellikle coğrafya, fen bilimleri ve sosyal bilgiler derslerinde Antarktika'nın jeopolitik önemi, iklim değişikliğinin etkileri ve bölgenin ekosistemleri gibi konulara odaklanmaktadır. Şili'nin Antarktika üzerindeki tarihsel iddiaları ve bölgedeki bilimsel araştırmalardaki rolü, ulusal müfredatta önemli bir yer tutmaktadır (Ministerio de Educación de Chile [MINEDUC], 2021). Ulusal literatürde, Şili'nin Antarktika politikalarının eğitim materyallerine yansımaları incelenirken (Arenas ve Núñez, 2020), uluslararası literatürde ise küresel kutup araştırmalarının Şili eğitim sistemine entegrasyonu vurgulanmaktadır (Dodds ve Hemmings, 2021). Ayrıca, Şili Antarktika Enstitüsü (INACH) tarafından geliştirilen öğretim programları, öğrencilere kutup bilimleri konusunda uygulamalı eğitim fırsatları sunmaktadır (Castillo, 2022). Bu kapsamda, öğrencilerin sürdürülebilir kalkınma ve uluslararası iş birliği konularında bilinçlendirilmesi hedeflenmektedir. Şili Antarktika üzerinde hak iddia eden ülkelerden biridir (Türk Deniz Araştırmaları Vakfı [TÜDAV], t.y.). Ülke, Antarktika Yarımadası'na yakınlığı nedeniyle lojistik ve bilimsel açıdan önemli bir konumdadır. Antarktika Antlaşmalar Sistemi (ATS) Sekreterliği'nin resmi ve güncel istasyon kataloğuna göre Şili, Bernardo O'Higgins, Captain

Arturo Prat ve Base Presidente Eduardo Frei Montalva gibi sürekli ve yazlık istasyonlara sahiptir (Secretariat of the Antarctic Treaty [ATS], 2022). Bu istasyonlar, kıtadaki iklim ve ekosistem değişikliklerinin izlenmesi ve bölgesel bilimsel iş birlikleri için kritik öneme sahiptir.

2.3.2.4. Fransa

Fransa eğitim sisteminde kutup bölgelerine ilişkin müfredat içerikleri, özellikle coğrafya, yaşam ve yer bilimleri (SVT) ile çevre eğitimi derslerinde Antarktika ve Arktik bölgelerinin ekolojik sistemleri, iklim değişikliğinin kutup bölgeleri üzerindeki etkileri ve Fransız bilimsel araştırmalarının rolüne odaklanmaktadır. Fransız Ulusal Eğitim Müfredatında (Gautier, 2021), kutup bölgelerinin küresel iklim düzenindeki önemi vurgulanmakta ve öğrencilere Fransız Güney ve Antarktik Toprakları (TAAF) üzerinden ülkenin bölgedeki varlığı anlatılmaktadır. Ulusal literatürde, Fransa'nın polar araştırmalardaki tarihsel katkıları ve Paul-Émile Victor gibi kâşiflerin çalışmaları incelenmekte (Jouventin, 2020), uluslararası literatürdee ise Fransa'nın Uluslararası Polar Yılı (IPY) gibi küresel girişimlerdeki rolü ele alınmaktadır (Barr ve Luedecke, 2021). Ayrıca, Fransa Polar Enstitüsü (IPEV) tarafından hazırlanan eğitim materyalleri, öğrencilere kutup bilimlerini interaktif yöntemlerle öğrenme fırsatı sunmaktadır (IPEV, 2023). Bu kapsamda, sürdürülebilir kalkınma hedefleri ve uluslararası bilimsel iş birliğinin önemi müfredatta öne çıkan temalardır. Ülke, İtalya ile ortaklaşa Concordia İstasyonu'nu ve Dumont d'Urville İstasyonu'nu işletmektedir (Institut polaire français Paul-Émile Victor [IPEV], 2023; Italian National Antarctic Programme [PNRA], 2022). Concordia İstasyonu, Antarktika Platosu'nda yüksek irtifa atmosferik ve buzul araştırmaları için kritik bir istasyon olup, uluslararası iş birliğinin somut bir örneğini teşkil etmektedir.

2.3.2.5. Birleşik Krallık

Birleşik Krallık eğitim sisteminde kutup bölgelerine ilişkin müfredat içerikleri, özellikle coğrafya, fen bilimleri ve çevre eğitimi derslerinde Antarktika ve Arktik'in jeopolitik önemi, iklim değişikliğinin bölgeler üzerindeki etkileri ve İngiliz kutup araştırmalarının tarihsel mirasına odaklanmaktadır. Ulusal müfredatta (Department for Education, 2023), Royal Geographical Society ile iş birliği içinde geliştirilen kaynaklar aracılığıyla öğrencilere İngiliz Antarktika Topraklarının statüsü ve Birleşik Krallık'ın polar bilimlere katkıları

öğretilmektedir.(Royal Geographical Society ,2022) Ulusal literatürde, Scott Polar Research Institute'nun eğitim materyalleri (Dodds, 2022) ve İngiliz kaşiflerin (Shackleton, Scott) keşifleri vurgulanırken, uluslararası literatürde Birleşik Krallık'ın Antarktika Anlaşmalar Sistemi'ndeki rolü incelenmektedir (Hemmings vd., 2021). Ayrıca, STEM eğitimi kapsamında geliştirilen "Ice Worlds" gibi projeler ile (British Antarctic Survey [BAS], 2023) öğrencilerin polar ekosistemleri anlaması sağlanmaktadır. Özellikle GCSE ve A-Level müfredatlarında, kutup bölgelerinin küresel enerji dengesindeki rolü ile sürdürülebilir kalkınma hedefleri arasındaki bağlantılar vurgulanmaktadır. Birleşik Krallık, Antarktika üzerinde hak iddia eden ülkelerden biridir (Türk Deniz Araştırmaları Vakfı [TÜDAV], t.y.). Ülke, Halley Araştırma İstasyonu gibi sürekli bir istasyona sahiptir (British Antarctic Survey [BAS], 2023). İngiliz Antarktika Araştırması (BAS), Birleşik Krallık'ın canlı Antarktika araştırma topluluğunun bir parçasıdır ve Antarktika'nın "barış ve bilim kıtası" olarak korunmasına adanmıştır. BAS'ın bilim stratejisi "Sürdürülebilir Bir Gezegen için Kutup Bilimi" başlığı altında iklim değişikliği, ozon deliği, deniz seviyesi yükselmesi, penguenler ve iklim değişikliği, kril balıkçılığı ve koruma gibi küresel öneme sahip konuları ele almaktadır (Kennicutt vd., 2019). BAS'ın bu stratejisi, Antarktika araştırmalarının sadece keşif odaklı olmadığını, aynı zamanda küresel çevresel sorunlara çözüm bulmaya yönelik uygulamalı bir eğitim ve araştırma misyonu taşıdığını göstermektedir. Bu durum, eğitim programlarının müfredatına küresel sürdürülebilirlik hedeflerini entegre etmesini sağlamaktadır. Bu tür programlar, geleceğin bilim insanlarını ve politika yapıcılarını çevresel sürdürülebilirlik konusunda bilinçlendirmede kilit rol oynamaktadır. BAS, ayrıca lisansüstü araştırma programlarını yönetmekte ve NERC tarafından finanse edilen Doktora Eğitim Ortaklıklarını (DTPs) yürütmektedir (BAS, 2024).

2.3.2.6. Almanya

Almanya, Antarktika Antlaşması Danışman Üyesi'dir (Başlar, t.y.). Eğitim sisteminde kutup bölgelerine ilişkin müfredat içerikleri, özellikle coğrafya, biyoloji ve çevre bilimleri derslerinde iklim değişikliği, kutup ekosistemlerinin korunması ve Alman kutup araştırmalarının küresel katkılarına odaklanmaktadır. Federal Eğitim ve Araştırma Bakanlığı (BMBF) tarafından desteklenen müfredat kapsamında, Alfred Wegener Enstitüsü (AWI) ile iş birliği içinde geliştirilen "Polarforschung Macht Schule" (Kutup Araştırmaları Okula Geliyor) gibi projeler aracılığıyla öğrencilere Arktik ve Antarktika'nın küresel iklim sistemi üzerindeki etkileri öğrencilere aktarılmaktadır (BMBF, 2023). Ulusal literatürde,

Almanya'nın polar araştırma gemisi *Polarstern*'in keşifleri ve MOSAiC seferi gibi bilimsel çalışmalar vurgulanırken (Lüdecke, 2021), uluslararası literatürde ise Alman bilim insanlarının uluslararası polar araştırmalardaki lider rolü incelenmektedir (König vd., 2022). Ayrıca, eyalet müfredatlarında (özellikle Bavyera ve Aşağı Saksonya) kutup bölgelerinin biyolojik çeşitliliği ve sürdürülebilir kalkınma hedefleri arasındaki korelasyon ön plana çıkarılmaktadır (Kültür Bakanları Konferansı [KMK], 2023). Özellikle Gymnasium düzeyindeki öğrenciler için hazırlanan ileri düzey materyaller, polar bilimlerin disiplinler arası doğasını ortaya koymaktadır. Ülke, kutup ve deniz araştırmaları alanında önemli bir kurum olan Alfred Wegener Enstitüsü (AWI)'ne ev sahipliği yapmaktadır. AWI, Helmholtz Kutup ve Deniz Araştırmaları Merkezi olarak bilinir ve Neumayer İstasyonu III'ü işletmektedir. AWI'nın Doktora programları, özellikle POLMAR Graduate School aracılığıyla yürütülmektedir (Helmholtz Association, 2025). 2024 yılında 25 doktora pozisyonu ilan edilmiş olup, İklim ve Yer Bilimleri (Antarktika buz dinamikleri, Arktik iklim ve okyanus dinamikleri, Dünya sistemi modellemesi, karasal Arktik ekosistemleri ve permafrost) ve Biyobilimler (Deniz, kıyı ve raf denizi sistemleri, Arktik okyanus ekolojisi ve etkileri, su ürünleri yetiştiriciliği) gibi alanlara odaklanmaktadır AWI ayrıca, *RV Heincke* veya *RV Polarstern* gibi araştırma gemileriyle gemi tabanlı eğitimler, transfer edilebilir beceri kursları ve kariyer atölyeleri gibi kapsamlı eğitim programları sunmaktadır (Alfred Wegener Institute, 2024). Almanya'nın coğrafi olarak kutup bölgelerinde yer almamasına rağmen AWI gibi kapsamlı bir araştırma enstitüsüne sahip olması ve Doktora programları sunması, kutup bilimlerinin küresel bir sorumluluk ve uzmanlık alanı olduğunu ve uluslararası iş birliğinin önemini vurgulamaktadır. Bu durum, kutup araştırmalarının sadece bölgesel değil, küresel etkileri nedeniyle tüm dünya için kritik olduğunu göstermektedir. AWI'nin geniş kapsamlı doktora programları ve araştırma altyapısı, Almanya'nın kutup bilimlerine yaptığı yatırımın sadece ulusal çıkarlarla değil, aynı zamanda küresel bilimsel bilgi birikimine katkı sağlama ve uluslararası uzmanlık geliştirme hedefiyle de ilişkili olduğunu göstermektedir. Bu, kutup eğitiminin küresel bir ağ içinde işlediğinin önemli bir kanıtıdır.

2.3.2.7. Diğer Önemli Antarktika Araştırmacısı Ülkeler

Antarktika'da çok sayıda ülkenin araştırma istasyonu işletmesi ve bilimsel programlar yürütmesi, kıtanın küresel bilimsel iş birliği için eşsiz bir platform olduğunu ve bilimsel diplomasinin önemini vurgulamaktadır. Antarktika'nın uluslararası statüsü ve toprak iddialarının askıya alınması, kıtayı küresel bilimsel iş birliği için ideal bir alan haline getirmiştir. Farklı coğrafi bölgelerden gelen birçok ülkenin Antarktika'da araştırma istasyonları kurması ve bilimsel programlar yürütmesi, bilimsel bilginin sınır ötesi doğasını ve ortak küresel sorunlara (örneğin iklim değişikliği) karşı uluslararası dayanışmanın bir göstergesidir. Bu durum, eğitim programlarının da uluslararası bir perspektifle tasarlanması ve iş birliğini teşvik etmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

Bu ülkelerden bazıları şunlardır:

- Brezilya: Brezilya eğitim sisteminde kutup bölgelerine yönelik eğitim içerikleri, temel olarak ortaöğretim ve yükseköğretim kademelerinde coğrafya ve çevre bilimleri müfredatları kapsamında sınırlı şekilde yer almaktadır. Brezilya Ulusal Eğitim Müfredatı Parametrelerinde (BNCC, 2018) kutup bölgeleri, küresel iklim değişikliği bağlamında ele alınmakta olup, özellikle Antarktika'nın Brezilya'nın ulusal bilim politikalarındaki yeri vurgulanmaktadır (Secretaria da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar, 2022). Ulusal literatürde, Brezilya Antarktika Programı (PROANTAR) kapsamında yürütülen araştırmaların eğitim materyallerine yansımaları (Simões vd., 2021), uluslararası literatürde ise Brezilya'nın Antarktika Anlaşmalar Sistemindeki konumu ve kutup bilimlerine katkıları incelenmektedir (Pederneiras vd., 2023). Üniversite düzeyinde, Federal Fluminense Üniversitesi Okyanus ve Kutup Çalışmaları Enstitüsü gibi kurumlar tarafından verilen uzmanlık dersleri, Brezilya'nın kutup bölgelerine yönelik akademik ilgisini yansıtmaktadır (Universidade Federal Fluminense, 2023). Ülke 1983'te Antarktika Antlaşması Danışman Üyesi (Consultative Party) statüsü kazanmış ve Antarktika Yarımadası'ndaki King George Adası'nda Comandante Ferraz Brezilya Antarktika Üssü'nü (EACF) kurmuştur (Secretariat of the Antarctic Treaty, t.y.; Andrade vd. , 2018).
- Çin: Çin eğitim sisteminde kutup bölgelerine yönelik eğitim içerikleri, özellikle ortaöğretim ve yükseköğretim kademelerinde coğrafya, yer bilimleri ve çevre mühendisliği programlarında sistematik şekilde yer almaktadır. Çin Eğitim Bakanlığı (MOE, 2022)'nın yayınladığı ulusal müfredat standartlarında, Antarktika ve Arktik

bölgelerinin stratejik önemi ile Çin'in bu bölgelerdeki bilimsel faaliyetleri vurgulanmakta olup, Polar Research Institute of China (PRIC) tarafından geliştirilen "Kutup Bilimine Giriş" ders kitabı (Yang ve Zhang, 2023) lise düzeyinde temel kaynak olarak kullanılmaktadır.Ulusal literatürde, Çin'in "Kutup İpek Yolu" projesinin eğitim müfredatına yansımaları (Liu vd., 2023) ve Xue Long buz kırıcı gemisinin keşif faaliyetleri detaylandırılırken, uluslararası literatürde Çin'in polar diplomasisinin eğitim politikalarına etkisi analiz edilmektedir (Brady, 2022). Üniversite düzeyinde, Shanghai Jiao Tong Üniversitesi Kutup Çalışmaları Merkezi gibi kurumlarda verilen uzmanlık programları, Çin'in 2035 Polar Bilimleri Stratejisi ile uyumlu şekilde araştırmacı yetiştirmeyi hedeflemektedir (PRIC, 2023). Özellikle Qingdao'daki Çin Okyanus Üniversitesi'nde kutup oşinografisi alanında yürütülen lisansüstü çalışmalar, ülkenin artan polar etkinliğinin eğitimdeki yansımalarını göstermektedir. Ülke, Antarktika'da kalıcı bir bilimsel varlık oluşturma stratejisinin bir parçası olarak 1985 yılında Antarktika Antlaşması Danışman Üyesi statüsünü kazanmış ve aynı yıl King George Adası'nda ilk kalıcı araştırma üssü olan Great Wall İstasyonu'nu (长城站) kurmuştur (Secretariat of the Antarctic Treaty, t.y.; Brady, 2017; Chen, 2020).

- Hindistan: Hindistan eğitim sisteminde kutup bölgelerine yönelik eğitim içerikleri, özellikle üniversite düzeyinde ve araştırma odaklı programlarda belirgin bir şekilde yer almakta olup, ortaöğretimde ise sınırlı ölçüde coğrafya ve çevre bilimi derslerinde işlenmektedir. Hindistan Ulusal Eğitim Politikası (NEP 2020) kapsamında, kutup çalışmaları disiplinler arası bir yaklaşımla ele alınmakta ve özellikle Hindistan'ın Antarktika'daki bilimsel araştırma istasyonları (Bharati ve Maitri) ile bağlantılı olarak müfredata entegre edilmektedir (Ministry of Education, India, 2021). Ulusal literatürdede, Hindistan'ın Ulusal Kutup ve Okyanus Araştırma Merkezi (NCPOR) tarafından geliştirilen eğitim modülleri, öğrencilere iklim değişikliği ve kutup ekosistemleri hakkında bilgi sağlamaktadır (Ravindra vd., 2022). Uluslararası literatürde ise Hindistan'ın Antarktika Anlaşmalar Sistemindeki rolü ve kutup bilimlerine katkıları vurgulanırken (Chaturvedi, 2023), üniversitelerde (örneğin Goa Üniversitesi) yürütülen lisansüstü programların Hindistan'ın polar stratejilerini desteklediği belirtilmektedir (Fernandes ve Naik, 2023). Ayrıca, NCPOR tarafından düzenlenen yaz okulları ve halka açık seminerler, kutup araştırmalarının önemini vurgulayarak farkındalık yaratmayı hedeflemektedir

(NCPOR, 2023). 1983'te Antarktika'da aktif ve bağımsız bir bilimsel program geliştiren önde gelen Asya ülkelerinden biri olarak 1983 yılında Antarktika Antlaşması Danışman Üyesi statüsünü kazanmıştır. Kıtada, 1989'da kurulan Maitri İstasyonu ve 2012'de kurulan en modern üssü Bharati İstasyonu olmak üzere iki kalıcı araştırma üssünü işletmektedir (Secretariat of the Antarctic Treaty, t.y.; Chaturvedi, 2020; Dastidar vd. 2018; National Centre for Polar and Ocean Research [NCPOR], t.y.).

- Japonya: Japonya'da kutup bölgelerine yönelik eğitim, özellikle ortaöğretim ve yükseköğretim kademelerinde sistematik bir şekilde verilmekte olup, Ulusal Eğitim, Kültür, Spor, Bilim ve Teknoloji Bakanlığı (Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology [MEXT], 2022; Fujii,Y.,ve Yamazaki, 2021) tarafından belirlenen müfredat kapsamında coğrafya ve fen bilimleri derslerinde iklim değişikliği ve kutup ekosistemleri konuları işlenmektedir. Japon Kutup Araştırma Enstitüsü (NIPR) ile iş birliği içinde geliştirilen "Kutup Bilimine Giriş" programları, lise düzeyindeki öğrencilere yönelik olarak uygulanmakta (NIPR, 2021), üniversite düzeyinde ise Hokkaido Üniversitesi ve Tokyo Deniz Bilimleri ve Teknoloji Üniversitesi gibi kurumlarda kutup araştırmalarına yönelik uzmanlık programları sunulmaktadır (Shiraishi ve Kanao, 2023). Ulusal literatürdede, Japonya'nın Antarktika'daki Showa İstasyonu'nda yürüttüğü bilimsel çalışmaların eğitim materyallerine yansımaları (Aoki, 2022), uluslararası literatürde ise Japonya'nın uluslararası polar araştırmalardaki rolü ve eğitim politikalarının küresel etkileri incelenmektedir (Yoshikawa, 2023). Ayrıca, Japonya Bilim ve Teknoloji Ajansı (JST) tarafından desteklenen projeler kapsamında öğrencilere yönelik kutup keşif kampları düzenlenmekte ve bu sayede uygulamalı öğrenme fırsatları sunulmaktadır (JST, 2023). Özellikle Arktik bölgesindeki enerji kaynakları ve deniz yollarına ilişkin stratejik analizler, üniversite müfredatlarında öne çıkan konular arasında yer almaktadır. Antarktika Antlaşması'nın ilk imzacılarındandır ve Asuka İstasyonu ile Dome Fuji İstasyonu'na sahiptir (Shiraishi, 2019; National Institute of Polar Research [NIPR], t.y.; Secretariat of the Antarctic Treaty, t.y.).
- Güney Kore: Güney Kore'de kutup bölgelerine yönelik eğitim, temel olarak ortaöğretim ve yükseköğretim kademelerinde Kore Okyanus ve Kutup Araştırmaları Enstitüsü (KOPRI) ile Eğitim Bakanlığı (MOE, 2023) iş birliğinde geliştirilen programlar çerçevesinde verilmektedir. Ulusal müfredatta, özellikle 2015

revizyonunda yer alan "Küresel Çevre Sorunları" ünitesi kapsamında Antarktika ve Arktik bölgelerinin ekolojik önemi ile Kore'nin King Sejong ve Jang Bogo araştırma istasyonlarındaki bilimsel faaliyetleri vurgulanmaktadır (Kim ve Lee, 2023). Ulusal literatürdede, KOPRI'nın geliştirdiği "Kutup Bilim Okulu" programlarının (KOPRI, 2023) ve öğrenci araştırma projelerinin etkililiği analiz edilirken (Park vd., 2022), uluslararası literatürde Kore'nin polar diplomasisinin eğitim politikalarına yansımaları ele alınmaktadır (Hong, 2019). Üniversite düzeyinde, Incheon Ulusal Üniversitesi Kutup Çalışmaları Bölümü gibi uzmanlık programları, disiplinler arası araştırma fırsatları sunmaktadır (MOE, 2022). Ayrıca, Kore Antarktika Gençlik Programı gibi girişimlerle lise öğrencilerine yönelik saha çalışma deneyimleri oluşturulmakta, bu uygulamalar STEM eğitiminin bir parçası olarak değerlendirilmektedir (Korean Polar Research Institute, 2023). Özellikle iklim modelleme ve kutup mikrobiyolojisi alanlarındaki uzmanlaşma programları, ülkenin polar bilimlerdeki küresel rekabet gücünü artırmayı hedeflemektedir. 1989 yılında Antarktika Antlaşması Danışman Üyesi statüsünü kazanmıştır. Ülke, Terra Nova Körfezi'nde 2014 yılında faaliyete geçen ve tam yıllık operasyon yürüten ikinci ana araştırma üssü olan Jang Bogo İstasyonu'na sahiptir (Secretariat of the Antarctic Treaty, t.y.; Hong, 2019; Korea Polar Research Institute [KOPRI], t.y.).

- Polonya: Polonya'da kutup bölgelerine yönelik eğitim, özellikle yükseköğretim ve araştırma kurumlarında yoğunlaşmakta olup, temel eğitim düzeyinde coğrafya ve çevre bilimleri müfredatında sınırlı ölçüde yer almaktadır. Polonya Bilim ve Yükseköğretim Bakanlığı (MEiN, 2022) tarafından onaylanan ulusal müfredat çerçevesinde, Arktik ve Antarktika bölgeleri iklim değişikliği ve küresel ekosistemler bağlamında işlenmekte, Polonya'nın Svalbard'daki Hornsund İstasyonu'ndaki araştırmaları öne çıkarılmaktadır (Marsz ve Styszyńska, 2023). Ulusal literatürdede, Polonya Kutup Konsorsiyumu'nun (PKB) geliştirdiği "Polar Bilimlerde Uzmanlık" programları (PKB, 2023) ve Varşova Üniversitesi Kutup Çalışmaları Merkezi'nin lisansüstü eğitim modülleri detaylandırılırken (Jania ve Kolondra, 2022), uluslararası literatürde Polonya'nın uluslararası polar projelerdeki (EU-PolarNet, INTERACT) eğitim faaliyetleri incelenmektedir (Zwoliński ve Pękala, 2023). Üniversite düzeyinde, Wrocław Teknoloji Üniversitesi ve Gdańsk Üniversitesi'nde verilen "Kutup Mühendisliği" ve "Polar Oşinografi" dersleri, uygulamalı saha çalışmalarıyla desteklenmekte (Kruszewski vd., 2023), ayrıca Polonya Antarktika Seferleri'ne

öğrenci katılımı teşvik edilmektedir. Özellikle COP24 sonrasında iklim politikalarıyla bağlantılı olarak, lise düzeyinde geliştirilen "Polar İklim Okulu" projeleri dikkat çekmektedir (Głowacki, P., ve Kaczmarska, M., 2023). Antarktika Antlaşması Danışman Üyesi'dir ve Henryk Arctowski Polonya Antarktika İstasyonu'na sahiptir (Secretariat of the Antarctic Treaty, t.y.; Marsz, 2016; Polish Polar Station, t.y.).

- İspanya: İspanya'da kutup bölgelerine yönelik eğitim, temel olarak ortaöğretim ve yükseköğretim kademelerinde Eğitim ve Mesleki Formasyon Bakanlığı (MEFP, 2023) müfredatı kapsamında coğrafya ve çevre bilimleri derslerinde entegre edilmiş olup, özellikle İspanyol Kutup Komitesi (CPE) ile iş birliği içinde yürütülmektedir. Ulusal müfredatta, Antarktika'nın küresel iklim sistemindeki rolü ve İspanya'nın Antarktika'daki Juan Carlos I Araştırma Üssü'ndeki bilimsel faaliyetleri vurgulanmakta (García-Sansegundo vd., 2023), ayrıca Bask Ülkesi Üniversitesi gibi kurumlarda verilen "Kutup Ekosistemleri" dersleri ile desteklenmektedir (Ibargoien ve Albo, 2022). Ulusal literatürdede, İspanyol Okyanus grafik Enstitüsü (IEO) tarafından geliştirilen "Deniz ve Kutup Bilimleri" eğitim modülleri (IEO, 2023) ve öğrenci araştırma projelerinin etkileri analiz edilirken, uluslararası literatürde İspanya'nın Uluslararası Polar Yılı (IPY) katılımının eğitim çıktıları incelenmektedir (Ramos vd., 2023). Üniversite düzeyinde, Barcelona Üniversitesi'ndeki Kutup Çalışmaları Yüksek Lisans Programı, Avrupa Birliği'nin polar araştırma ağlarıyla bağlantılı olarak uzman yetiştirmeyi hedeflemekte (University of Barcelona, 2023), ayrıca CSIC (İspanyol Bilimsel Araştırmalar Yüksek Konseyi) bünyesindeki gençlik programlarıyla lise öğrencilerine yönelik farkındalık çalışmaları yürütülmektedir. 1988'de Antarktika Antlaşması Danışman Üyesi statüsü kazanmıştır. Ülke, Güney Shetland Adaları'nda (Deception Adası) 1989'da kurulan Gabriel de Castilla İspanyol Antarktika Üssü ile Livingston Adası'nda 1988'de kurulan Juan Carlos I İspanyol Antarktika Üssü olmak üzere iki kalıcı araştırma üssünü işletmektedir (Secretariat of the Antarctic Treaty, t.y.; Spanish Polar Committee, 2023.).
- Ukrayna: Ukrayna'da kutup bölgelerine yönelik eğitim, Sovyet döneminden miras kalan güçlü bir polar araştırma geleneği üzerine inşa edilmiş olup, özellikle yükseköğretim ve uzmanlık programlarında yoğunlaşmaktadır. Ukrayna Eğitim ve Bilim Bakanlığı (2023) müfredatında, Antarktika'daki Vernadsky Araştırma İstasyonu'nun bilimsel faaliyetleri coğrafya ve çevre bilimleri derslerinde öne

çıkarılmakta, ayrıca Ulusal Antarktik Bilim Merkezi (NASC) ile iş birliği içinde geliştirilen "Polar Meteoroloji" ve "Kutup Ekosistemleri" dersleri sunulmaktadır (Khomutov vd., 2023). Ulusal literatürdede, Ukrayna'nın 28. Antarktika Seferi'nin eğitim materyallerine yansımaları (Parnikoza vd., 2022) ve Odessa Devlet Çevre Üniversitesi'ndeki kutup odaklı yüksek lisans programları detaylandırılırken (Zotov vd., 2023), uluslararası literatürde Ukrayna'nın ekonomik zorluklara rağmen polar araştırmalardaki sürekliliği vurgulanmaktadır (Drozd, 2023). Üniversite düzeyinde, Kiev Üniversitesi'nin Coğrafya Fakültesi'nde verilen "Kutup Bölgelerinin Jeopolitiği" dersleri, Rusya'nın Arktik'teki genişlemesine yönelik stratejik analizleri içermekte (Marunych, 2023), ayrıca NASC tarafından düzenlenen uluslararası yaz okullarıyla öğrencilere saha deneyimi kazandırılmaktadır. Ukrayna'nın eğitimde dijital dönüşüme adaptasyonunu göstermektedir (Kremen ve Nychkalo, 2021). Ülke, Vernadsky araştırma istasyonuna sahiptir (Ukrayna Milli Antarktik Bilim Merkezi, t.y.).

- Uruguay: Uruguay'da kutup bölgelerine yönelik eğitim, temel olarak üniversite düzeyinde ve araştırma odaklı programlarda sınırlı şekilde yer almakta olup, Antarktika'daki bilimsel faaliyetlerle bağlantılı olarak geliştirilmektedir. Uruguay Eğitim ve Kültür Bakanlığı (ANEP , 2022) müfredatında, kutup bölgeleri özellikle lise coğrafya ve çevre bilimleri derslerinde küresel iklim değişikliği bağlamında ele alınmakta, ancak özel bir müfredat ayrılmamıştır. Uruguay Antarktika Enstitüsü (IAU) tarafından desteklenen eğitim programları, özellikle Montevideo Üniversitesi'nde deniz biyolojisi ve iklim bilimi alanlarında uzmanlaşan öğrencilere yönelik olarak tasarlanmıştır (IAU, 2023). Ulusal literatürdede, Uruguay'ın Artigas Bilim Üssü'ndeki araştırmaların eğitim materyallerine yansımaları (Barreiro ve Verocai, 2022), uluslararası literatürde ise ülkenin Antarktika Anlaşmalar Sistemindeki rolü ve uluslararası iş birliklerinin eğitim politikalarına etkisi incelenmektedir (Benavente vd., 2023). Üniversite düzeyinde, República Üniversitesi'nde (UDELAR) verilen "Antarktika Ekosistemleri" gibi seçmeli dersler, IAU ile iş birliği içinde yürütülmekte ve öğrencilere saha çalışmalarına katılma fırsatı sunmaktadır (Ponce de León, R., ve Volonterio, 2022). Ayrıca, IAU tarafından düzenlenen seminerler ve halka açık bilimsel etkinlikler, kutup araştırmalarının önemine dair farkındalık yaratmayı hedeflemektedir. Ancak, temel eğitim düzeyindeki içeriklerin, Uruguay'ın coğrafi uzaklığı ve kaynak sınırlılıkları

nedeniyle diğer ülkelere kıyasla daha dar kapsamlı olduğu gözlemlenmektedir.1985'te Antarktika Antlaşması Danışman Üyesi statüsü kazanmış ve Artigas Üssü'ne sahiptir (Secretariat of the Antarctic Treaty, t.y.; Benítez ve Castro, 2016; Uruguayan Antarctic Institute [IAU], t.y.).

- Pakistan: Pakistan'da kutup bilimleri eğitimi, ülkenin Antarktika'ya olan coğrafi uzaklığı, araştırma altyapısındaki kısıtlar ve kronik finansman yetersizlikleri nedeniyle erken ve gelişmekte olan bir aşamada değerlendirilmektedir. Ulusal müfredat düzeyinde, Eğitim ve Mesleki Eğitim Federal Bakanlığı (MoFEPT) koordinasyonuyla 2021–2023 yılları arasında üç aşamada tamamlanan Tek Ulusal Müfredat (Single National Curriculum — SNC) reformu, iklim değişikliği farkındalığını ve çevresel sürdürülebilirlik ilkelerini genel bilim okuryazarlığının temel bileşenleri olarak benimsemektedir (Ministry of Federal Education and Professional Training [MoFEPT], 2023a; National Curriculum Council [NCC], 2023). Bununla birlikte, kutup bölgelerine özgü bağımsız ve sistematik bir müfredat içeriği oluşturulmamıştır; söz konusu boyutun örtük biçimde yalnızca küresel iklim sistemleri ve Dünya bilimleri çerçevesinde ele alındığı görülmektedir.

  Üniversite düzeyinde ise Karakoram International University (KIU), Gilgit-Baltistan'ın eşsiz coğrafi konumunun sağladığı avantajla, Himalaya, Karakorum ve Hindu Kush dağ sistemlerindeki kriyosfer süreçlerini konu alan en kapsamlı kurumsal altyapıya sahip kuruluşlar arasında öne çıkmaktadır. KIU bünyesinde kurulmakta olan Buzulbilim ve Kriyosfer Araştırmaları Merkezi, Oregon Üniversitesi (ABD) ile yürütülen USAID destekli ortaklık çerçevesinde iklim değişikliği ve buzul dinamiklerini odak noktası olarak benimsemektedir (University of Oregon, 2023). Bu tür yüksek rakımlı çevre araştırmaları, kutup bilimindeki metodolojik yaklaşımlar ve kriyosfer izleme teknikleriyle doğrudan paralellik taşımakta; ancak söz konusu programlar kurumsal sınıflandırma bakımından kutup bilimi değil, Himalaya ve yüksek dağ araştırması olarak tanımlanmaktadır.

  Pakistan'ın Antarktika'daki kurumsal varlığına gelince, bu alan on yılı aşkın süredir fiilen durma noktasındadır. Pakistan Antarktika Programı (PAP), Ulusal Oşinografi Enstitüsü (National Institute of Oceanography — NIO) tarafından 1991 yılında başlatılmış; aynı yıl Doğu Antarktika'daki Queen Maud Land bölgesinde, Norveç'in talep ettiği Sør Rondane Dağları yakınlarında Jinnah Antarktika İstasyonu (JAS) kurulmuş ve 1992–1993'te ikinci seferin ardından Jinnah II alanı da faaliyete geçirilmiştir (NIO, t.y.; ISSRA, 2024). Pakistan, 1992 yılında Antarktika Araştırma

Bilimsel Komitesi'nin (SCAR) ortak üyesi olmuş; 2012 yılında ise Antarktika Antlaşması'na danışma statüsüne sahip olmayan taraf (non-consultative party) sıfatıyla katılmıştır (Antarctic Treaty Secretariat, 2013; IAATO, t.y.). Program, Pakistan Bilim Vakfı (PSF) ve Bilim ve Teknoloji Bakanlığı (MoST) tarafından ortaklaşa finanse edilmekte; ancak 1993 yılından bu yana bağımsız saha seferi düzenlenmemiştir. Bağımsız sefer maliyetlerinin aşırı yüksek olması nedeniyle NIO Genel Müdürü, günümüzde Pakistanlı araştırmacıların Antarktika'ya katılımı için çok taraflı seferlere dahil olma modelini daha uygulanabilir bir seçenek olarak değerlendirmektedir (ISSRA, 2024).

Tüm bu çerçevede Pakistan'ın kutup bilimi eğitimi ve insan kaynağı gelişimi; yalnızca coğrafi ve finansal kısıtlardan değil, aynı zamanda kriyosfere yönelik ulusal politika önceliklerinin Antarktika araştırması yerine Himalaya-Karakorum havzasına yönlendirilmesinden de etkilenmektedir. Bu sürecin nasıl ilerlediği, hem ulusal kapasite gelişimi hem de Pakistan'ın gelecekteki uluslararası kutup bilimi iş birliklerindeki konumu bakımından belirleyici olmaya devam etmektedir.

- İsveç: İsveç, kutup bölgelerine yönelik eğitimi tüm kademelerde görece sistematik biçimde ele alan ülkeler arasında yer almaktadır. Ulusal düzeyde, İsveç Eğitim ve Araştırma Bakanlığı bünyesinde faaliyet gösteren İsveç Kutup Araştırma Sekreterliği (SPRS), araştırma koordinasyonu ve saha lojistiğinin yanı sıra öğretmenlerin ve sanatçıların seferlere dahil edilmesi yoluyla bilimin toplumla buluşturulmasına aktif katkı sağlamaktadır (Swedish Polar Research Secretariat [SPRS], 2023a). Bu yaklaşım, kutup araştırmasının geniş kamuoyuyla paylaşılması bakımından İsveç'e özgü ve köklü bir uygulamayı yansıtmaktadır.

  Üniversite düzeyinde, İsveç'in en kuzey bölgesinde konumlanan Luleå Teknoloji Üniversitesi (LTU), Arktik çevre koşullarında mühendislik ve fen araştırmalarını konu alan programlarıyla öne çıkmakta; Umeå Üniversitesi (UMU) ise Arktik ekosistem süreçleri üzerine kapsamlı araştırma altyapısına sahiptir (Umeå University, 2025). İsveç hükümetinin 2025–2028 araştırma bütçesinde kutup araştırmasını stratejik ulusal öncelik olarak tanımlamasının ardından, LTU, UMU ve SPRS ortaklığıyla Aralık 2024'te İsveç Arktik ve Antarktika Merkezi kurulmuştur; bu merkez, kutup bölgelerine yönelik eğitim ve araştırmanın entegre bir platform altında yürütülmesini hedeflemektedir (Umeå University, 2025). LTU aynı zamanda UArctic ağının aktif bir üyesidir; bu uluslararası ağ, Kuzey Kutbu bölgesinde yüksek

öğretim ve araştırmayı teşvik eden 200'den fazla üniversite ve kuruluşu bünyesinde barındırmaktadır (Luleå University of Technology, t.y.).

Uluslararası boyutta, İsveç 1984 yılında Antarktika Antlaşması'na katılmış ve 1988'de SPRS koordinasyonuyla yürütülen bilimsel program sayesinde Danışma Üyesi statüsü kazanmıştır (Swedish Polar Research Secretariat, 2023b; Antarctic Treaty Secretariat, 2024). SPRS, Dronning Maud Land'da Wasa ve Svea istasyonlarını işletmekte; aynı zamanda Abisko Bilimsel Araştırma İstasyonu aracılığıyla subarktik ortamda sürekli iklim gözlemleri gerçekleştirmektedir (SPRS, 2023a). İsveç, Arktik Konseyi'nin sekiz daimi üye devletinden biri olarak bölgenin yönetişim süreçlerinde de etkin bir rol üstlenmektedir (Arctic Council, 2023). İsveç'in kutup eğitimindeki bütünleşik yaklaşımı; araştırma altyapısının genişliği, kurumlar arası işbirliği ve uluslararası yönetişime aktif katılım boyutlarıyla diğer ülkelerden belirgin biçimde ayrışmaktadır.

- İtalya: İtalya'da kutup bölgelerine yönelik eğitim, ağırlıklı olarak yükseköğretim ve araştırma kurumlarında yoğunlaşmakta olup ulusal düzeyde ortaöğretim müfredatına sınırlı ölçüde yansımaktadır. Kurumsal temel, 1985 yılında İtalyan Ulusal Antarktika Araştırmaları Programı'nın (PNRA) kurulmasıyla atılmış; program, Araştırma Bakanlığı (MUR) sorumluluğunda, ulusal araştırma faaliyetlerinin koordinasyonu için Ulusal Araştırma Konseyi (CNR) ve lojistik işlemler için Ulusal Yeni Teknolojiler, Enerji ve Sürdürülebilir Ekonomik Kalkınma Ajansı (ENEA) tarafından yürütülmektedir (Ministry of Foreign Affairs and International Cooperation [MAECI], 2025; National Research Program in Antarctica [PNRA], t.y.).

  Yükseköğretim düzeyinde, CNR bünyesinde 2019 yılında kurulan Polar Bilimler Enstitüsü (ISP), İtalya'nın kutup bilimi alanındaki ana araştırma ve insan kaynağı yetiştirme kuruluşu olarak işlev görmektedir. ISP, atmosfer, kriyosfer, hidrosfer, litosfer ve biyosfer odaklı disiplinler arası araştırmaları koordine etmekte; ulusal ve uluslararası üniversitelerle ortak doktora ve araştırma programları yürütmektedir (CNR Institute of Polar Sciences [ISP], t.y.). İtalya'nın polar araştırma faaliyetleri çeşitli kuruluşları kapsamakta olup bu faaliyetlerin yüzde elli birini üniversite araştırma grupları oluşturmaktadır (CNR-ISP, t.y.).

  Altyapı boyutunda, İtalya Antarktika'da iki araştırma istasyonu işletmektedir. Terra Nova Bay kıyısında yer alan Mario Zucchelli İstasyonu, PNRA ile birlikte 1985 yılından bu yana yaz seferleri için aktif olarak kullanılmakta olup jeoloji, biyoloji,

oşinografi ve iklim bilimleri alanlarında araştırma yürütülmektedir (POLARIN, t.y.; MAECI, 2025). İkinci istasyon olan Concordia, Antarktika Yüksek İç Yaylası'nda Dome C'de konumlanmakta olup Fransa'nın kutup enstitüsü IPEV ile ortaklaşa 2005 yılından bu yana yıl boyunca faaliyetini sürdürmektedir; bu özelliğiyle Concordia, Antarktika'da yıl boyunca açık olan yalnızca üç kıta içi istasyondan biri konumundadır. İstasyon; glasiyoloji, iklim paleo-arşivleme, astrofizik ve atmosfer bilimleri için benzersiz bir araştırma platformu sunmaktadır (Concordia Station, 2024) İtalya, PNRA'yı başlattıktan kısa süre sonra gerçekleştirdiği kapsamlı bilimsel faaliyetler sayesinde 1987 yılında Antarktika Antlaşması Danışma Üyesi statüsünü kazanmıştır (MAECI, 2025; Antarctic Treaty Secretariat, 2024). Glasiyoloji, deniz seviyesi değişimleri ve Arktik hukuk politikası, İtalya'nın kutup araştırmalarındaki öncelikli tematik odaklar arasında yer almaktadır (CNR-ISP, t.y.).

Tablo 3.
Antarktika Antlaşması Sistemi'ne Katılan Ülkeler ve Antarktika Bilim Programları

Ülke	Antarktika Antlaşması Statüsü	Antarktika'daki Araştırma İstasyonları (Sürekli/Yazlık)	Öne Çıkan Kurum/Enstitü	Kutup Bilim Programları/Araştırma Alanları (Örnekler)
Arjantin	Danışman Üye	Belgrano II (Sürekli), Esperanza (Sürekli), Almirante Brown (Yaz)	Arjantin Antarktika Enstitüsü (IAA)	Atmosfer, Biyolojik, Yer, Deniz, Çevre Kimyası, Sosyal Bilimler ve Beşerî Bilimler
Avustralya	Danışman Üye	Casey (Sürekli), Davis (Sürekli)	Avustralya Antarktika Bölümü	İklim Değişikliği, Deniz Biyolojisi, Glasiyoloji, Atmosfer Bilimleri
Şili	Danışman Üye	Bernardo O'Higgins (Sürekli), Captain Arturo Prat (Sürekli), Base Presidente Eduardo Frei Montalva (Sürekli)	Şili Ordusu, Şili Donanması, Şili Hava Kuvvetleri	Lojistik, Bölgesel İklim ve Ekosistem Araştırmaları
Fransa	Danışman Üye	Concordia (Sürekli, İtalya ile ortak), Dumont d'Urville (Sürekli)	Fransa Donanması	Yüksek İrtifa Atmosferik ve Buzul Araştırmaları, Adélie Land Araştırmaları
Birleşik Krallık	Danışman Üye	Halley Araştırma İstasyonu (Sürekli)	İngiliz Antarktika Araştırması (BAS)	Sürdürülebilir Kutup Bilimi, İklim Değişikliği, Ozon Deliği, Deniz Seviyesi Yükselmesi, Kril Balıkçılığı
Almanya	Danışman Üye	Neumayer İstasyonu III (Sürekli)	Alfred Wegener Enstitüsü (AWI)	Antarktika Buz Dinamikleri, Arktik İklim ve Okyanus Dinamikleri, Dünya Sistemi Modellemesi, Biyobilimler

ABD	Danışman Üye	Amundsen–Scott South Pole (Sürekli), Byrd (Yaz)	ABD Antarktika Programı	Güney Kutbu Araştırmaları, Buzul Bilimi, Atmosfer Bilimleri
Brezilya	Danışman Üye	Comandante Ferraz Brezilya Antarktika Üssü (Sürekli)	Brezilya Antarktika Programı	Deniz Biyolojisi, Oşinografi, Atmosfer Bilimleri
Çin	Danışman Üye	Great Wall İstasyonu (Sürekli)	(Belirtilmemiş)	Meteoroloji, Deniz Bilimleri, Glasiyoloji
Hindistan	Danışman Üye	Bharati (Sürekli), Maitri (Eski)	Hindistan Antarktika Programı	Deniz Bilimleri, Jeoloji, Glasiyoloji, Atmosfer Bilimleri
Japonya	Danışman Üye	Asuka (İnsansız Gözlem), Dome Fuji (Sürekli)	Ulusal Kutup Araştırma Enstitüsü	Glasiyoloji, Atmosfer Bilimleri, Jeofizik
Güney Kore	Danışman Üye	Jang Bogo İstasyonu (Sürekli)	Kore Antarktika Araştırma Programı	Kutup Bilimleri, Deniz Bilimleri, Glasiyoloji
Polonya	Danışman Üye	Henryk Arctowski Polonya Antarktika İstasyonu (Sürekli)	(Belirtilmemiş)	Okyanus Biyolojisi, Oşinografi, Jeoloji, Klimatoloji, Sismoloji
Rusya Federasyonu	Danışman Üye	Bellingshausen İstasyonu (Sürekli)	Rusya Devlet Başkanlığı	Kutup Bilimleri, Deniz Bilimleri, Glasiyoloji
İspanya	Danışman Üye	Gabriel de Castilla (Yaz), Juan Carlos I (Yaz)	CSIC, Deniz Biyolojisi	Deniz Biyolojisi, Meteoroloji, Jeoloji
Ukrayna	Danışman Olmayan Üye	Vernadsky araştırma istasyonu (Sürekli)	Ukrayna Hükûmeti	Kutup Bilimleri, Atmosfer Bilimleri
Uruguay	Danışman Üye	Artigas Base (Sürekli)	Uruguay Antarktika Enstitüsü	Kutup Bilimleri, Ekoloji, Atmosfer Bilimleri
Pakistan	Danışman Olmayan Üye	Jinnah Antarktika İstasyonu (Yaz)	Pakistan Antarktika Programı	Kutup Bilimleri, Jeoloji, Glasiyoloji
İsveç	Danışman Üye	(Belirtilmemiş)	(Belirtilmemiş)	Kutup Bilimleri, İklim Değişikliği Araştırmaları
İtalya	Danışman Üye	Concordia (Sürekli, Fransa ile ortak)	İtalya-Fransa Karma Birlikleri	Yüksek İrtifa Atmosferik ve Buzul Araştırmaları

2.4. Türkiye'nin Kutup Bilimlerindeki Yükselen Rolü ve Eğitim Katkıları

Türkiye, coğrafi olarak kutup bölgelerinde yer almamasına rağmen, özellikle Antarktika'da artan bilimsel faaliyetleri ve eğitim girişimleri ile küresel kutup bilimleri camiasında aktif bir rol üstlenmektedir. Bu yükselen profil, ülkenin bilimsel kapasitesini geliştirme ve uluslararası platformlarda söz sahibi olma arzusunu yansıtmaktadır.

Türkiye'de kutup bölgelerine yönelik eğitim, son yıllarda gelişmekte olan bir alan olup, özellikle yükseköğretim ve araştırma kurumlarında yoğunlaşmaktadır. Millî Eğitim

Bakanlığı (MEB, 2023) müfredatında kutup bölgeleri, ortaöğretim coğrafya derslerinde iklim değişikliği ve küresel çevre sorunları bağlamında sınırlı ölçüde yer almakta, ancak özel bir ünite olarak işlenmemektedir.

2.4.1. Ulusal Kutup Programları ve Bilim Seferleri

Türkiye, Ulusal Antarktika Bilim Seferleri düzenleyerek Antarktika'daki bilimsel varlığını güçlendirmektedir. Bu seferler, Türk bilim insanlarının Antarktika'da araştırma yapmasına olanak tanımakta ve uluslararası iş birliklerini teşvik etmektedir. Örneğin, Dokuzuncu Ulusal Antarktika Bilim Seferi'nin 6 Şubat-12 Mart 2025 tarihleri arasında düzenlendiği belirtilmiştir (TÜBİTAK, 2025). Türkiye'nin Antarktika'da "Danışman Ülke" olma yolunda olduğu (Orta Doğu Teknik Üniversitesi, t.y.b) ve düzenli bilim seferleri düzenlemesi, sadece bilimsel merakın ötesinde, uluslararası platformlarda söz sahibi olma ve küresel yönetişim süreçlerine katkıda bulunma arzusunu yansıtmaktadır. Bu hedef, aynı zamanda ülkedeki kutup bilimleri eğitiminin ve araştırma altyapısının geliştirilmesi için de önemli bir itici güç oluşturmaktadır. Bu seferler, Türk bilim insanlarının zorlu kutup koşullarında deneyim kazanmalarını ve küresel bilimsel ağlara entegre olmalarını sağlamaktadır.

2.4.1.1. İstanbul Teknik Üniversitesi (İTÜ) Kutup Araştırmaları Uygulama ve Araştırma Merkezi (PolReC)

İstanbul Teknik Üniversitesi (İTÜ) Kutup Araştırmaları Uygulama ve Araştırma Merkezi (PolReC), Türkiye'nin kutup araştırmaları alanındaki öncü kurumlarından biridir (PolReC, t.y.).PolReC, Türkiye'de kutup eğitimi sunan ilk üniversitelerden biri olarak öne çıkmaktadır ve Kutup Bilimleri (İngilizce) Tezli Yüksek Lisans Programı aracılığıyla konuya ilgi duyan bilim insanlarını ortak bir platformda toplamayı hedeflemektedir (İstanbul Teknik Üniversitesi, t.y.b).

Bu yüksek lisans programının müfredatı oldukça kapsamlı ve disiplinler arası bir yapıya sahiptir. Program ders içerikleri arasında İleri Matematik, Kutup Oşinografisi, Kutup Meteorolojisi ve İklim, Kutup Bölgelerinde Mekânsal Veri ve Sistemler, Buzul Bilimi, Deniz Buzu ve Buz Tabakası Bilimi, Kutup Biyocoğrafyası, Bilim Felsefesi ve Etik, Geç Kuvaterner İklim Değişiklikleri, Kutup Magmatizması, Yeni Doğal Biyomoleküllerin Keşfi, Kutup Bölgelerinin Modellemesi, Kutup Bölgelerinde İnsan Etkisi, Kutup Uzaktan Algılama ve Değişen Arktik İkliminin Stratosfer Dinamiklerindeki Rolü gibi konular yer

almaktadır (İstanbul Teknik Üniversitesi, t.y.b; İstanbul Teknik Üniversitesi, t.y.a). İTÜ'nün bu programının kapsamlı ve disiplinler arası müfredatı, Türkiye'nin kutup bilimleri alanında uluslararası standartlarda uzman yetiştirme ve küresel bilimsel bilgi birikimine katkıda bulunma kararlılığını göstermektedir. Oşinografi, meteoroloji, glasiyoloji gibi temel bilimlerden, mekânsal veriler, modelleme ve insan etkisi gibi uygulamalı ve sosyal bilimlere kadar geniş bir yelpazeyi kapsaması, Türkiye'nin kutup bölgelerindeki karmaşık sorunları çok yönlü bir bakış açısıyla ele alabilecek, uluslararası düzeyde rekabetçi bilim insanları yetiştirmeyi hedeflediğini göstermektedir. Bu, Türkiye'nin kutup bilimlerinde sadece bir gözlemci olmaktan çıkıp, aktif bir oyuncu olma arzusunun eğitim alanındaki yansımasıdır.

2.4.1.2. Diğer Türk Üniversitelerinin Katkıları

İTÜ'nün öncü rolünün yanı sıra, Türkiye'deki diğer köklü üniversiteler de kutup araştırmalarına önemli katkılar sağlamaktadır. Orta Doğu Teknik Üniversitesi (ODTÜ), Kutup Araştırmaları Çalıştayları düzenlemekte ve kutup araştırmaları potansiyelini değerlendirmektedir (Orta Doğu Teknik Üniversitesi, t.y.a; Orta Doğu Teknik Üniversitesi, t.y.b). ODTÜ Jeoloji Mühendisliği ve GÜNAM (Güneş Enerjisi Uygulama ve Araştırma Merkezi) gibi birimler de kutup çalışmalarıyla ilişkilendirilmektedir (Orta Doğu Teknik Üniversitesi, t.y.b). Bu, ODTÜ'nün kendi uzmanlık alanları doğrultusunda kutup bilimlerine katkıda bulunarak, daha geniş ve disiplinler arası bir ulusal kutup bilimleri ekosisteminin oluşumuna işaret etmektedir.

Karadeniz Teknik Üniversitesi (KTÜ)'nden öğretim üyeleri de Ulusal Antarktika Bilim Seferleri'ne katılmaktadır (Karadeniz Teknik Üniversitesi, t.y.a). Birden fazla Türk üniversitesinin kutup araştırmalarına dahil olması, Türkiye'de kutup bilimleri alanında ulusal düzeyde bir ekosistem oluşmaya başladığını ve farklı disiplinlerin bu alana entegre edildiğini göstermektedir. Bu durum, ülkenin kutup bilimlerine yönelik artan bir ulusal ilgi ve yatırım olduğunu ortaya koymaktadır.

2.4.1.3.Türkiye'nin Svalbard Antlaşması'na Taraf Olmasının Bilimsel ve Ekonomik Fırsatları

Türkiye, 7 Mart 2025'te Resmî Gazete'de yayımlanan karar ile Svalbard Antlaşması'na taraf olmuştur (Anka Haber, 2025; BBC Türkçe, 2025; T.C. Ticaret Bakanlığı, 2023). Bu antlaşma, Türkiye vatandaşlarına Norveç'in egemenliğindeki Svalbard adalarında oturma

izni, mülk edinme, ticari ve bilimsel faaliyet hakları sunmaktadır. Bu durum, Türkiye'ye ekonomik ve bilimsel açıdan birçok fırsat sunmaktadır (Anka Haber, 2025; BBC Türkçe, 2025).

Türkiye'nin Svalbard Antlaşması'na taraf olması, Arktik'teki bilimsel iş birlikleri için yeni bir kapı açmakla kalmayacak, aynı zamanda Türk bilim insanlarının Arktik'te daha aktif saha araştırmaları yapabilmesinin önünü açacaktır. Bu yeni hukuki zemin, Türk üniversitelerinin ve araştırma merkezlerinin Arktik'e yönelik eğitim ve araştırma programlarını genişletmeleri için önemli bir fırsat sunmaktadır. Bu adım, Türkiye'nin küresel kutup bilimleri arenasında hem Antarktika hem de Arktik bölgelerinde daha stratejik ve aktif bir oyuncu olma potansiyelini güçlendirmektedir.

Tablo 4.
Türkiye'deki Kutup Bilimleri Eğitim ve Araştırma Merkezleri ve Programları

Kurum/Üniversite	Kutup Alanındaki Faaliyetler/Programlar	Odak Alanları	Ulusal/Uluslararası Katkıları
İstanbul Teknik Üniversitesi (İTÜ) Kutup Araştırmaları Uygulama ve Araştırma Merkezi (PolReC)	Kutup Bilimleri (İngilizce) Tezli Yüksek Lisans Programı	Kutup Oşinografisi, Meteoroloji, Glasiyoloji, Mekânsal Veri, Biyocoğrafya, İnsan Etkisi, Modelleme	Türkiye'de kutup eğitimi veren ilk üniversite; uluslararası standartlarda uzman yetiştirme, bilim insanlarını ortak platformda buluşturma
Orta Doğu Teknik Üniversitesi (ODTÜ)	Kutup Araştırmaları Çalıştayları; Jeoloji Mühendisliği ve GÜNAM'da kutup çalışmaları potansiyeli	Jeoloji, Güneş Enerjisi Uygulamaları, İklim Değişikliği ve Sürdürülebilir Kalkınma	Ulusal kutup araştırmaları potansiyelini değerlendirme; disiplinler arası katkı
Karadeniz Teknik Üniversitesi (KTÜ)	Öğretim üyelerinin Ulusal Antarktika Bilim Seferleri'ne katılımı	Deniz Bilimleri, Çevre Bilimleri, Mühendislik	Türkiye'nin Antarktika'daki bilimsel varlığına katkı; ulusal seferlerde aktif rol
Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK)	Ulusal Antarktika Bilim Seferleri'nin düzenlenmesi ve koordinasyonu	Kutup Bilimleri Araştırmaları, Lojistik, Kapasite Geliştirme	Türkiye'nin Antarktika'daki bilimsel varlığını güçlendirme; "Danışman Ülke" statüsü hedefi

Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) ile İstanbul Teknik Üniversitesi Kutup Araştırmaları Uyg-Ar Merkezi (ITU PolReC) iş birliğinde geliştirilen "Kutup Bilimleri" programları, lisans ve lisansüstü düzeyde disiplinler arası bir yaklaşım

sunmaktadır (Özsoy vd., 2023). Ulusal literatürdede, Türkiye'nin Antarktika Bilim Seferleri'nin eğitim materyallerine yansımaları (Bayarı vd., 2022) ve ITU PolReC tarafından düzenlenen sertifika programlarının etkililiği analiz edilirken (Çınar vd., 2023), uluslararası literatürde Türkiye'nin Antarktika Anlaşmalar Sistemindeki gözlemci statüsünün eğitim politikalarına etkisi incelenmektedir (Berkman, 2023). Üniversite düzeyinde, İstanbul Üniversitesi'nin "Kutup Mikrobiyolojisi" ve Karadeniz Teknik Üniversitesi'nin "Polar Ekoloji" dersleri, TÜBİTAK destekli projelerle bağlantılı olarak yürütülmektedir (KTÜ, 2023). Ayrıca, MEB ve TÜBİTAK tarafından düzenlenen "Kutup Bilimleri" temalı proje yarışmaları, ortaöğretim öğrencilerinin bu alana ilgisini artırmayı hedeflemektedir (TÜBİTAK, 2023). Özellikle deniz bilimleri ve iklim modelleme alanları, Türkiye'nin kutup eğitiminde öne çıkan tematik odaklardır.

BÖLÜM III

YÖNTEM

Bu bölümde araştırmanın modeli, çalışma grubu, veri toplama yöntemi ve kullanılan araçlar, verilerin çözümlenmesinde başvurulan istatistiksel teknikler ile analiz programları ve araştırmanın geçerlik ile güvenirlik kapsamındaki açıklamalara yer verilmiştir.

3.1. Araştırmanın Modeli

Eğitim bilimlerinde araştırma deseni, çalışmanın amacına, araştırma sorularına, teorik temeline ve veri toplama yöntemlerine göre belirlenmelidir. Nicel, nitel ve karma yöntemlerin uygunluğu, eğitimsel bağlama ve incelenen olgunun doğasına bağlıdır ve mevcut literatürdeki boşlukları doldurmaya yönelik olmalıdır. Örneğin, sosyal teorileri test etmek için hipotez temelli nicel desenler, yeni kavramları keşfetmek içinse nitel desenler uygundur (Neuman, 2014). Etik kurul onayı, katılımcı erişimi ve zaman-maliyet unsurlarına göre araştırma deseni optimize edilmelidir (Israel ve Hay, 2006). Bu araştırma karma desene göre gerçekleştirilmiştir. Karma yöntem araştırması, literatürde karma araştırma, karma yöntem veya karma desen gibi farklı terimlerle ifade edilmektedir. Bu çalışmada, "karma desen" kavramı tercih edilmiştir. Tashakkori ve Creswell (2007) tarafından tanımlandığı üzere, karma desen araştırmacının bir çalışma kapsamında nitel ve nicel yaklaşımları bütünleştirerek veri topladığı, analiz ettiği ve yorumladığı sistematik bir araştırma stratejisidir. Creswell ve Plano Clark (2018)'a göre bu desen, özellikle belirtilen durumlarda uygundur: tek bir veri türünün veya yaklaşımın problemin incelenmesi için yetersiz kaldığı, elde edilen nicel sonuçların derinlemesine açıklanmasının gerektiği, bulguların daha geniş bir kitleye genellenmesinin hedeflendiği, bir yöntemin diğerini desteklemek veya geliştirmek amacıyla kullanıldığı, çalışmanın kuramsal bir çerçeveye dayandırıldığı ve

araştırma amacına ulaşmak için veri toplama ve analiz süreçlerinin birden fazla aşamada tasarlandığı araştırma problemlerinde kullanılır. Karma yöntemler içerisinde yer alan açımlayıcı desende önce nitel veri toplanır, ardından nicel analiz yapılırken (Creswell ve Plano Clark, 2018), keşfedici desende ise nicel bulguları derinleştirmek için nitel veriler kullanılır (Teddlie ve Tashakkori, 2009). Bu araştırmada karma desenin benimsenmesinin temel nedeni, tek bir veri türü veya yaklaşımın araştırma problemini kapsamlı bir şekilde ele almada yetersiz kalmasıdır. Nicel yaklaşım, geniş bir Çalışma grubu üzerinden sistematik veri toplayarak olguların yaygınlığını ve genel eğilimleri ortaya koyarken; nitel yaklaşım, sınırlı sayıda katılımcının derinlemesine incelenmesi yoluyla olayların altında yatan nedenleri, bağlamı ve katılımcıların deneyimlerini ayrıntılı biçimde anlamaya olanak tanır (Creswell ve Plano Clark, 2018).

Her iki yaklaşımın da kendine özgü sınırlılıkları bulunmaktadır. Nitel araştırmalar, derinlikli içgörü sağlamakla birlikte, bulguların geniş popülasyonlara genellenebilirliği konusunda sınırlıdır. Nicel araştırmalar ise genellenebilir sonuçlar üretirken, sosyal olguların karmaşıklığını ve bireysel bağlamları yakalama konusunda yetersiz kalabilir. Dolayısıyla, bu iki yaklaşımın bir arada kullanılması, birinin sınırlılıklarının diğerinin güçlü yanlarıyla dengelenmesini sağlar. Nitel ve nicel verilerin bütünleştirilmesi, araştırma sorusuna ilişkin, her iki yöntemin tek başına sağlayabileceğinden daha zengin, derin ve bütüncül bir anlayış geliştirmeye imkân verir (Creswell ve Plano Clark, 2018).

3.2. Çalışma Grubu

Bu araştırmanın çalışma grubunu, 2024-2025 eğitim-öğretim yılı bahar döneminde bir devlet üniversitesinin eğitim fakültesinde biyoloji eğitimi ana bilim dalında öğrenim gören biyoloji öğretmen adayları oluşturmaktadır. Çalışma amaçlı örneklem olarak alınan birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü sınıfa devam eden toplam 58 biyoloji öğretmen adayının gönüllülüğü esas alınarak gerçekleştirilmiştir. Küçük ölçekli nitel çalışmalar için 50-60 katılımcı uygundur (Guest, Bunce ve Johnson, 2006).

Tablo 5.
Araştırmanın Çalışma Grubuna Ait Demografik Bilgiler

Demografik Bilgiler		n	%
Cinsiyet	Erkek	7	12,07
	Kadın	51	87,93
	Toplam	58	100,0

Sınıf Düzeyi	1. Sınıf	15	25,86
	2. Sınıf	10	17,24
	3. Sınıf	17	29,31
	4. Sınıf	16	27,59
	Toplam	58	100,0
Demografik Bilgiler		f	%
Kutup konuları hakkında bilgi edinme kaynaklarınız nelerdir?	Sosyal Medya	42	35,29
	İnternet	36	30,25
	TV	17	14,26
	Akademik Yayınlar	16	13,45
	Dergiler	6	5,04
	Gazeteler	2	1,68
	Toplam	119	100,0
Demografik Bilgiler		N	%
Kutup konularına yönelik bilgi düzeyinizi nasıl tanımlarsınız?	Hiç bilgim yok	7	12,07
	Çok az bilgim var	30	51,72
	Orta düzeyde bilgim var	21	36,21
	Toplam	58	100,0

Tablo 5, araştırmaya katılan 58 biyoloji öğretmen adayının demografik bilgi dağılımını göstermektedir. Verilere göre, biyoloji öğretmen adaylarının %86,93 (n=51)'ü kadın, %12,07 (n=7)'si ise erkeklerden oluşmaktadır. Kayıtlı oldukları sınıf düzeyine göre, biyoloji öğretmen adaylarının %25,86 (n=15)'sı 1. sınıf, %17,24 (n=10)'ü 2. sınıf, %29,31 (n=17)'i 3. sınıf ve %27,59 (n=16)'unun 4. sınıf olduğu görülmektedir. Biyoloji öğretmen adaylarının kutup konuları hakkında bilgi edinme kaynaklarına ilişkin veriler analiz edildiğinde, en yaygın bilgi kaynağının sosyal medya olduğu görülmektedir (f=42, %35,29). Bunu internet (f=36, %30,25) ve TV (f=17, %14,26) takip etmektedir. Akademik yayınlar 16 katılımcı (%13,45) tarafından tercih edilirken, dergiler (f=6, %5,04) ve gazeteler (f=2, %1,68) daha az kullanılan kaynaklar olarak öne çıkmaktadır. Biyoloji öğretmen adaylarının kutup konularına ilişkin öz-bildirim temelli bilgi düzeyi dağılımı incelendiğinde, çoğunluğun (n=30, (%51,72) "çok az bilgim var" kategorisinde yer aldığı görülmektedir. İkinci sırada %36,21 (n=21) ile "orta düzeyde bilgim var" kategorisi gelirken, %12,07 (n=7) katılımcı ise "hiç bilgim yok" şeklinde yanıt vermiştir.

3.3. Veri Toplama Araçları

Çalışma karma desene göre tasarlandığı için bu nicel ve nitel boyutta farklı veri toplama araçları kullanılmıştır.

Araştırmada biyoloji öğretmen adaylarının kutup konularındaki farkındalıklarını incelemek için nicel boyutta "Kutup Farkındalık Ölçeği (KFÖ)" kullanılmıştır. Tuti vd. (2024) tarafından hazırlanan Kutup Farkındalık Ölçeği Antarktika'nın Coğrafi Özellikleri (4 madde), Bilimsel Araştırmalar (4 madde), Kutup Canlıları (3 madde), Gökyüzü Olayları (2 madde), Buzulların Özellikleri (2 madde) ve Arktika'nın Coğrafik Özellikleri (2 madde) alt boyutları ile toplam 17 maddeden oluşan üçlü Likert tipindedir. Ölçekten elde edilen toplam puan, bireyin kutup konularındaki farkındalığına ilişkin genel düzeyini yansıtmaktadır. Ölçeğin güvenirlik katsayıları Cronbach Alpha ile tespit edilmiştir. Bu araştırma kapsamında elde edilen verilerin analizi sonucunda ise ölçeğin Cronbach Alpha katsayısı ,783 düzeyinde bulunmuştur. Bu değerin en az 0,700'den büyük olması beklenmektedir. Güvenirlik katsayısının 1'e yakın olması, ölçümün güvenirliğinin o kadar yüksek düzeyde olduğunu göstermektedir (Büyüköztürk, 2011). Ölçekte yer alan her bir madde, katılımcıların kendilerine uygunluk derecesini belirtmeleri amacıyla üçlü puanlama sistemiyle değerlendirilmiştir. Buna göre "katılıyorum" seçeneği 3 puan, "kararsızım" 2 puan, "katılmıyorum" 1 puan olacak biçimde puanlama yapılmıştır.

Biyoloji öğretmen adaylarının kutup konularına yönelik bilgi düzeylerini daha derinden inceleyebilmek için araştırmanın nitel boyutunu ölçmede yapılandırılmış görüşme formu kullanılmıştır. Nitel veri toplama aracı olarak kullanılan yapılandırılmış görüşme formu, biyoloji öğretmen adaylarına yöneltilen soruların standart bir yapıda sunulmasını sağlamıştır. Literatürde belirtildiği üzere, yapılandırılmış görüşmeler, soruların belirli bir düzende sorulduğu ve esnekliğe yer verilmeksizin uygulandığı veri toplama araçlarıdır (Punch, 2005). Bu araştırmada söz konusu tekniğin tercih edilmesinin temel nedeni, katılımcıların kutup bölgelerine dair farkındalıklarını standart bir çerçevede elde etmek ve analiz sürecinde kavramsal bir bütünlük sağlamaktır.

Kutup Farkındalık Ölçeğinin ana tema ve alt başlıklarını netleştirmek amacıyla araştırmacı tarafından geliştirilen ve biyoloji eğitimi alanında 2 uzman ile bir lisansüstü öğrencinin görüşlerinden sonra son hali verilen "Yapılandırılmış Görüşme Formu" (Ek 3) Antarktika ve Arktik bölgelerinin coğrafi özellikleri, kutup canlıları, bilimsel araştırmalar ve gökyüzü olaylarına ilişkin katılımcıların farkındalıklarını ve görüşlerini derinlemesine analiz etmeyi

amaçlamıştır. Bu veri toplama aracı 6 ana tema altında toplanan 12 açık uçlu sorudan oluşmaktadır:

1. Antarktika'nın Coğrafi Özellikleri (2 soru): Mikroorganizmaların biyolojik önemi ve buz altı yaşam formları.
2. Bilimsel Araştırmalar (2 soru): Antarktika'daki biyolojik araştırmaların küresel etkileri ve Türkiye'nin katkıları.
3. Kutup Canlıları (2 soru): Kutup Sumru'su ve penguenlerin ekolojik rolleri.
4. Gökyüzü Olayları (2 soru): Auroraların biyolojik etkileri ve Kutup Yıldızı'nın bilimsel kullanımı.
5. Buzulların Özellikleri (2 soru): Buz dağlarının erimesinin etkileri
6. Arktika'nın Coğrafi Özellikleri (2 soru): Arktik yerleşik yaşam.

Sorular hazırlanırken açık uçlu ve yönlendirici olmayan ifadeler kullanılmış (örneğin, "Hakkında ne düşünüyorsunuz?"), ölçek soruları ile derinlemesine yanıtlar teşvik edilmiştir (örneğin, "Bu etkiler neden önemlidir?").

3.4. Veri Toplama Süreci

Araştırmada veri toplama sürecinde izlenen aşamalar aşağıda yer almaktadır:

1. Belirlenen konuyla ilgili alan yazın taraması yapılarak alan-yazın incelenmiştir.
2. Daha önce yapılmış mevcut araştırmalarda kullanılan yöntem ve teknik, izlenen yol ve analiz süreçleri incelenmiştir.
3. Araştırmaya en uygun yöntem ve veri toplama araçları belirlenmiştir.
4. Kullanılacak veri toplama araçlarından "Kutup Farkındalık Ölçeği" nicel veri toplama aracı olarak kullanılmak üzere izin alındı. Nitel veri toplama aracı olan yapılandırılmış görüşme formu hazırlanmıştır.
5. Gazi Üniversitesi Etik Komisyonu tarafından onay verildikten (Ek 4) sonra veri toplama sürecine başlanmıştır. İlk aşamada 58 öğretmen adayına Kutup Farkındalık Ölçeği uygulanmıştır. Araştırmanın verileri bir devlet üniversitesinin biyoloji eğitimi ana bilim dalında öğrenim gören birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü sınıf öğrencilerinden 2024-2025 eğitim öğretim yılı bahar döneminde elde edilmiştir.

Kutup Farkındalık Ölçeği uygulanmadan önce öğretmen adaylarına çalışmanın amacı, çalışmaya katılımın gönüllük esasına dayandığı, ölçek maddelerinin dikkatli okunduktan sonra cevaplandırılması gerektiği belirtilmiştir.

6. İkinci aşamada öğretmen adaylarına nicel ölçeğe paralel olarak hazırlanan ve konunun alt boyutlarını sınayan yapılandırılmış görüşme formu uygulanmıştır.

3.5. Veri Analizi

Bu araştırma, biyoloji öğretmen adaylarının kutup konularındaki farkındalık düzeylerini nicel yönden ölçmeyi amaçlayan Kutup Farkındalık Ölçeği ve nitel yönden ölçmeyi amaçlayan Yapılandırılmış Görüşme Formu sonucunda elde edilen verilerin çeşitli değişkenler açısından değerlendirilmesi ile gerçekleştirilmiştir.

3.5.1. Nicel Verilerin Analizi

Biyoloji öğretmen adaylarından toplanan nicel verilerin analizinde SPSS 22.0 paket programı kullanılmıştır. Bu analiz programı özellikle sosyal bilimler, eğitim araştırmaları ve sağlık bilimlerinde yaygın olarak tercih edilmektedir (Field, 2018).

Veri setinin dağılım özelliklerinin belirlenmesi amacıyla çarpıklık (skewness) ve basıklık (kurtosis) katsayıları hesaplanmıştır. Söz konusu istatistikler, verilerin normal dağılım varsayımını karşılama durumunu değerlendirmede yaygın olarak kullanılan göstergelerdir. Veri setinin çarpıklık değeri -,921 ve basıklık değeri 1,477 olarak hesaplanmıştır. George ve Mallery (2016) tarafından belirtildiği üzere, çarpıklık ve basıklık değerlerinin -1,5 ile +1,5 aralığında olması, verilerin normal dağılım gösterdiği varsayımını karşılamak için yeterli kabul edilmektedir. Dağılımın normal olması nedeniyle parametrik testlerin uygulanmasının uygun olduğu değerlendirilmiştir.

Araştırmada kullanılan parametrik testler, biyoloji öğretmen adaylarının kutup farkındalık düzeylerinin cinsiyete göre analizi için bağımsız gruplar için t-testi, sınıflarına ve bilgi düzeylerine göre analizi için bağımsız gruplar için tek yönlü varyans analizi (ANOVA) olmuştur. İstatistiksel analizlerde anlamlılık düzeyi ,05 olarak kabul edilmiştir.

3.5.2. Nitel Verilerin Analizi

Nitel veri analizi, sayısal olmayan verilerin (metin, görüntü, ses, gözlem notları gibi) sistematik olarak yorumlanması sürecidir. Bu analiz, katılımcıların deneyimlerini, davranışlarını ve sosyal bağlamlarını derinlemesine anlamayı amaçlar (Creswell, 2020).

Nitel veri analizi, yorumsayıcı ve bağlamsaldır (Denzin ve Lincoln, 2018), esnek bir süreçtir, önceden belirlenmiş hipotezlerle sınırlı değildir (Merriam, 2009), küçük çalışma grubu ile çalışılır, ancak derinlemesine içgörü sunar (Patton, 2002). Nitel veri analizi ile ilgili temel türler Tablo 6'da özetlenmiştir.

Tablo 6.
Nitel Analiz Türleri

Analiz Türü	Açıklama	Örnek Çalışma
Tematik Analiz	Verideki tekrarlayan temaları belirler (Braun ve Clarke, 2006).	Öğretmenlerin mesleki tükenmişlik deneyimleri.
İçerik Analizi	Metinlerdeki anahtar kelime/kavramları frekanslarıyla analiz eder (Krippendorff, 2018).	Medyada iklim değişikliği söylemi.
Nitel Karşılaştırmalı Analiz (QCA)	Olgular arası nedensel ilişkileri inceler (Ragin, 2014).	Eğitim politikalarının başarı faktörleri.

Biyoloji öğretmen adaylarından toplanan nitel verilerin analizinde ise içerik analizi yöntemi kullanılmıştır. İçerik analizi, nitel araştırma yöntemlerinde sıklıkla başvurulan sistematik bir veri çözümleme tekniğidir. Bu yöntem, araştırma verilerinin anlamlı temalar ve kategoriler altında organize edilerek yorumlanmasını sağlamaktadır (Yıldırım ve Şimşek, 2021). Bu süreçte biyoloji öğretmen adaylarının yapılandırılmış görüşme formuna verdikleri cevaplar incelenmiş kodlar oluşturulmuş, oluşturulan benzer kodlar ortak temalar altında birleştirilerek elde edilen veriler kodlama ve tematik analizde kullanılan MAXQDA 22 analiz yazılımı kullanılmıştır (Kuckartz, 2014).

Ayrıca nitel veri analizi sürecinde, araştırmanın iç güvenirliğini sağlamak amacıyla iki bağımsız araştırmacı tarafından paralel kodlama çalışması yürütülmüştür. Bu kapsamda, nitel araştırmalarda analiz güvenirliğini ölçmede yaygın olarak kabul gören Miles ve Huberman (1994) modeli temel alınmıştır. Söz konusu modelde, kodlayıcılar arası güvenirlik hesaplaması şu formülle gerçekleştirilmiştir:

$$\text{Güvenirlik (\%)} = [\text{Görüş Birliği} / (\text{Görüş Birliği} + \text{Görüş Ayrılığı})] \times 100$$

Yapılan analizler sonucunda, araştırmacıların kodlama uyumunun %89 düzeyinde olduğu tespit edilmiştir. Nitel araştırma metodolojisinde bu tür analizler için genel kabul gören asgari güvenirlik eşiğinin %80 olduğu dikkate alındığında (Miles ve Huberman, 1994), elde edilen sonucun yeterli güvenilirlik düzeyini karşıladığı değerlendirilmiştir.

Araştırmanın nitel verilerinin çözümlenmesinde içerik analizi tekniği kullanılmış, elde edilen kodlar ve temalar okuyucuya nicelleştirilerek sunulmuştur. Bu süreçte frekans (f) ve yüzde (%) hesaplamalarında şu ilkeler benimsenmiştir:

- Frekans (f) Değerleri: Tablolarda sunulan frekans değerleri, ilgili kodun katılımcılar tarafından toplam kaç kez ifade edildiğini göstermektedir. Nitel verilerin nicelleştirilmesi, verilerdeki odak noktalarını ve baskın eğilimleri görünür kılarak bulguların güvenirliğini artırmayı amaçlamaktadır.
- Tema İçi Yüzde Hesaplaması: Çalışmada sunulan yüzde (%) değerleri, her bir alt temanın (veya kategorinin) kendi toplam frekans yükü içerisindeki ağırlığını temsil etmektedir. Bu yaklaşım (tema içi yüzdeleme), bir tema altındaki farklı görüşlerin birbirine oranla ne kadar yoğunlaştığını belirlemek amacıyla tercih edilmiştir. Böylelikle, genel toplam içindeki küçük oranlar yerine, ilgili konu başlığı altındaki spesifik odaklanmalar daha net analiz edilebilmiştir.
- Frekans ve Katılımcı Sayısı İlişkisi: Nitel analizlerde bir katılımcı aynı tema altında birden fazla farklı görüş (kod) belirtebildiği için, tablolardaki toplam frekans sayısı (f) bazen toplam katılımcı sayısından (N) yüksek çıkabilmektedir. Bu durum, araştırmanın derinliğini ve katılımcıların konuya dair çok boyutlu bakış açılarını yansıtmaktadır.

BÖLÜM IV

BULGULAR VE YORUMLAR

Bu bölümde, çalışmanın nicel ve nitel veri toplama araçlarından elde edilen verilerin analizi sonucu ortaya çıkan bulgulara yer verilmiştir. Araştırma bulguları nicel ve nitel olmak üzere iki farklı boyutta ele alınmış ve ortak şekilde yorumlanmıştır.

4.1. Araştırmanın Nicel Verilerine Ait Bulgular ve Yorumlar

Bu araştırmanın birinci alt problemi doğrultusunda biyoloji öğretmen adaylarının kutup konularına yönelik farkındalık düzeyleri belirlenmeye çalışılmıştır. Biyoloji öğretmen adaylarının kutup farkındalık düzeylerine ait betimsel istatistikler Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7.
Biyoloji Öğretmen Adaylarının Kutup Farkındalık Düzeylerine Ait Betimsel İstatistikler

Ölçek	n	Min	Max	X̄	Ss
Alt Boyut 1 Antarktika'nın Coğrafi Özellikleri	58	6,00	12,00	9,6897	1,25945
Alt Boyut 2 Bilimsel Araştırmalar	58	5,00	12,00	8,8966	1,42274
Alt Boyut 3 Kutup Canlıları	58	0,00	9,00	5,9828	1,60582
Alt Boyut 4 Gökyüzü Olayları	58	0,00	6,00	4,7931	1,2945
Alt Boyut 5 Buzulların Özellikleri	58	1,00	6,00	5,069	1,16772
Alt Boyut 6 Arktika'nın Coğrafik Özellikleri	58	2,00	6,00	4,4483	1,01173
Genel	58	26,00	45,00	38,8793	3,75139

Biyoloji öğretmen adaylarının kutup farkındalık düzeylerini belirlemek amacıyla uygulanan 17 maddeli ve üçlü Likert tipindeki ölçekten elde edilen betimsel istatistikler Tablo 7'de sunulmuştur. Ölçekten alınabilecek en düşük puan 17, en yüksek puan 51 iken, katılımcıların genel farkındalık puan ortalamasının $\bar{X}$=38,8793 olduğu ve katılımcıların ölçekten aldıkları en düşük toplam puan 26, en yüksek toplam puan 45 olarak tespit edilmiştir. Bu değer, öğretmen adaylarının kutup konularına yönelik farkındalıklarının genel olarak yüksek bir düzeyde olduğunu göstermektedir. Alt boyutlar, madde sayıları ve alınabilecek maksimum puanlar dikkate alınarak incelendiğinde ise dört maddeden oluşan ve alınabilecek en yüksek puanın 12 olduğu "Antarktika'nın Coğrafi Özellikleri" alt boyutunda ortalama $\bar{X}$=9,6897; "Bilimsel Araştırmalar" alt boyutunda ise ortalama $\bar{X}$=8,8966 olarak hesaplanmıştır. Üç maddeli "Kutup Canlıları" alt boyutunda katılımcıların ortalaması $\bar{X}$=5,9828, "Buzulların Özellikleri" alt boyutunda $\bar{X}$=5,0690, "Gökyüzü Olayları" alt boyutunda $\bar{X}$=4,7931 ve "Arktika'nın Coğrafik Özellikleri" alt boyutunda $\bar{X}$=4,4483 olduğu görülmüştür.

Araştırmanın ikinci alt problemi doğrultusunda, biyoloji öğretmen adaylarının kutup konularına yönelik ölçek maddelerine katılım düzeylerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Öğretmen adaylarının kutup farkındalıklarını belirlemek üzere uygulanan ölçeğin her bir maddesine verdikleri cevapların betimsel istatistikleri analiz edilmiştir. Elde edilen frekans ve yüzde dağılım değerleri Tablo 8'de gösterilmiştir.

Tablo 8.
Ölçek Maddelerine Verilen Cevapların Yüzdeleri ve Frekans Dağılımları

Kutup Farkındalık Ölçeği	**Katılmıyorum (1)**		**Kararsızım (2)**		**Katılıyorum (3)**	
	f	**%**	**f**	**%**	**f**	**%**
Antarktika'nın Coğrafi Özellikleri						
1. Antartika'da dünyanın buz çölleri vardır.	3	5,17	6	10,34	49	84,49
2. Antarktika buz tabakası Dünyanın tatlı suyunun %70'ini içerir	2	3,44	28	48,28	28	48,28
3. Antarktika dünyanın en rüzgârlı yeridir.	13	22,41	36	62,07	9	15,52
4. Antarktika, güney yarım kürenin en güneyinde bulunan kıta ve okyanustan oluşan alandır.	8	13,79	10	17,24	40	68,97
Bilimsel Araştırmalar						
5. Kuş bakışı olarak; kuzey kutup noktası ülkemize 5 bin, güney kutup noktası ise 15 bin kilometre uzaklıktadır.	2	3,45	41	70,69	15	25,86
6.Antarktika'da Türkiye'ye ait bir bilim üssü bulunur.	8	13,79	34	58,62	16	27,59

7. Türkiye'nin diğer ülkelerden bağımsız olarak ilk kutup seferi Antarktika'ya 2017, Arktik'e 2019 yılında gerçekleştirilmiştir.	4	6,90	41	70,69	13	22,41
8. Türkiye'de TÜBİTAK çatısı altında kutup araştırmaları enstitüsü bulunmaktadır.	4	6,90	28	48,28	26	44,82
Kutup Canlıları						
9. Kutup Sumru'su, iki kutup bölgesi arasında göç eden, dünyadaki en uzun göç yoluna sahip deniz kuşudur.	4	6,90	33	56,90	21	36,20
10. Penguenler sadece güney yarım kürede yaşar.	16	27,58	19	32,76	23	39,66
11. Antarktika'da yetişen sadece iki bitki türü vardır.	15	25,86	36	62,07	7	12,07
Gökyüzü Olayları						
12. Auroralar sadece kutup bölgelerinde görülen gökyüzündeki ışık olaylarıdır.	12	20,69	45	77,59	1	1,72
13. Kutup Yıldızı, Kuzey Kutup Noktasının yerini tam olarak işaret eden yıldızdır.	3	5,17	20	34,48	35	60,35
Buzulların Özellikleri						
14. Buz dağları buzullardan kopan parçalara verilen isimdir.	7	12,07	10	17,24	41	70,69
15. Buz tabakası altında göller ve akarsular vardır.	9	15,52	13	22,41	36	62,07
Arktika'nın Coğrafi Özellikleri						
16. Arktik bölgede deniz alanları kara alanlarından daha fazladır.	6	10,34	46	79,32	6	10,34
17. Arktik bölgesinde yerleşik hayat vardır.	18	31,03	26	44,83	14	24,14

Biyoloji öğretmen adaylarının kutup farkındalık ölçeği maddelerine verdikleri cevapların frekans ve yüzde dağılımları Tablo 8'de incelenmiştir. Tablo genel olarak değerlendirildiğinde, biyoloji öğretmen adaylarının kutupların genel coğrafi ve fiziksel özelliklerine yönelik farkındalıklarının yüksek olduğu, ancak spesifik bilimsel bilgiler, tarihi seferler ve gökyüzü olayları gibi daha teknik konularda büyük oranda "Kararsızım" seçeneğine yöneldikleri görülmektedir.

Öğretmen adaylarının en yüksek oranda doğru kabul ettiği (Katılıyorum) ifadelerin başında, %84,49 ile *"Antarktika'da dünyanın buz çölleri vardır"* (1. madde) ve %70,69 ile *"Buz dağları buzullardan kopan parçalara verilen isimdir"* (14. madde) ifadeleri gelmektedir. Ayrıca Antarktika'nın konumuyla ilgili olan 4. maddeye katılım oranı da %68,97 ile oldukça yüksek seviyededir. Bu durum, adayların temel coğrafi kavramlara hâkim olduğunu göstermektedir.

Tablo 8'deki en dikkat çekici bulgulardan birisi, "Bilimsel Araştırmalar" ve "Gökyüzü Olayları" alt boyutlarındaki yüksek "Kararsızım" oranlarıdır. Özellikle, *"Auroralar sadece kutup bölgelerinde görülen gökyüzündeki ışık olaylarıdır"* (12. madde) ifadesine adayların %77,59'u kararsız kalmış, sadece %1,72'si katılmıştır. Türkiye'nin kutup sefer tarihleri (7. madde) ile ilgili maddeye adayların %70,69'u, kutup noktalarının uzaklığına (5. madde) ise %70,69'u "Kararsızım" cevabını vermiştir. Benzer şekilde *"Türkiye'de TÜBİTAK çatısı altında kutup araştırmaları enstitüsü bulunmaktadır"* (8. madde) ifadesinde kararsızlık oranı %48,28'dir.

Tablo 8'e göre, bazı maddelerde biyoloji öğretmen adaylarının cevaplarının dağılım gösterdiği tespit edilmiştir. Örneğin, *"Penguenler sadece güney yarım kürede yaşar"* (10. madde) ifadesine katılımcıların %39,66'sı katıldığını belirtirken, %32,76'sı kararsız kalmış, %27,59'u ise katılmadığını belirtmiştir. Benzer bir durum *"Antarktika buz tabakası Dünyanın tatlı suyunun %70'ini içerir"* (2. madde) ifadesinde de görülmüş; adayların %48,28'i katılırken, tam olarak aynı oranda (%48,28) adayın kararsız kaldığı saptanmıştır.

Araştırmanın üçüncü alt problemi kapsamında, biyoloji öğretmen adaylarının cinsiyet değişkenine göre kutup farkındalık ölçeği toplam puanları ve alt boyut puanlarının farklılaşıp farklılaşmadığı t-testi ile incelenmiştir. Literatürde t-testinin güvenilir sonuçlar verebilmesi için karşılanması gereken bazı varsayımlar bulunmaktadır. t-testinin ilk koşulu, değişkenlerin ölçme düzeyleriyle ilgilidir. Bağımlı değişkenin sürekli (aralıklı veya oransal) ölçek düzeyinde olması gerekmektedir. Bağımsız değişken ise iki kategorili yapıda olmalıdır. Örneğin, cinsiyet (kadın-erkek) gibi iki düzeyli kategorik değişkenler bağımsız değişken olarak kullanılabilmektedir. t-testinin bir diğer ön koşulu, veri setinde aykırı değerlerin (outliers) bulunmamasıdır. Aykırı değerler, diğer değerlerden oldukça farklı olan veri noktalarıdır ve analiz sonuçlarını önemli ölçüde etkileyebilmektedir (Alpar, 2012). Bağımsız örneklem t-testi için bir diğer önemli varsayım, grupların varyanslarının eşitliğidir Normallik varsayımı, t-testinin en temel koşullarından biridir. Yapılan bağımsız gruplar t-testi (Independent Samples t-test) analizi sonuçları Tablo 9'da sunulmuştur.

Tablo 9.
Biyoloji Öğretmen Adaylarının Kutup Farkındalığı Toplam ve Alt Boyut Puanlarının Cinsiyete Göre Bağımsız Gruplar t-Testi Sonuçları

Ölçek	Cinsiyet	n	$\bar{X}$	Ss	Sd	t	p
Genel	Erkek	7	38,2857	4,34796	56	-0,443	0,659
	Kadın	51	38,9608	3,70384			
Alt Boyut 1	Erkek	7	9,8571	1,46385	56	0,372	0,711

Antarktika'nın Coğrafi Özellikleri	Kadın	51	9,6667	1,24365			
Alt Boyut 2 Bilimsel Araştırmalar	Erkek	7	9,0000	2,16025	56	0,203	0,840
	Kadın	51	8,8824	1,32132			
Alt Boyut 3 Kutup Canlıları	Erkek	7	6,0000	1,29099	56	0,030	0,976
	Kadın	51	5,9804	1,65518			
Alt Boyut 4 Gökyüzü Olayları	Erkek	7	4,8571	1,21499	56	0,138	0,890
	Kadın	51	4,7843	1,31626			
Alt Boyut 5 Buzulların Özellikleri	Erkek	7	4,5714	1,13389	56	-1,207	0,233
	Kadın	51	5,1373	1,16653			
Alt Boyut 6 Arktika'nın Coğrafik Özellikleri	Erkek	7	4,0000	1,29099	56	-1,256	0,214
	Kadın	51	4,5098	,96690			

Tablo 9 incelendiğinde, biyoloji öğretmen adaylarının kutup farkındalık ölçeği genelinden aldıkları puanların cinsiyet değişkenine göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermediği görülmektedir ($t_{(56)}$=-0,443; p > ,05). Erkek öğretmen adaylarının ortalaması $\bar{X}$=38,28 iken, kadın öğretmen adaylarının ortalaması $\bar{X}$=38,96 olarak hesaplanmış olup, bu iki değer birbirine oldukça yakındır. Ölçeğin alt boyutları incelendiğinde de benzer bir durum söz konusudur. "Antarktika'nın Coğrafi Özellikleri" (p=,711), "Bilimsel Araştırmalar" (p=,840), "Kutup Canlıları" (p=,976), "Gökyüzü Olayları" (p=,890), "Buzulların Özellikleri" (p=,233) ve "Arktika'nın Coğrafik Özellikleri" (p=,214) alt boyutlarının hiçbirinde cinsiyete bağlı anlamlı bir farklılaşma saptanmamıştır. Bu bulgular, cinsiyet faktörünün adayların kutup farkındalık düzeyleri üzerinde belirleyici bir etkiye sahip olmadığını göstermektedir.

Araştırmanın dördüncü alt probleminde, biyoloji öğretmen adaylarının kutup konularındaki farkındalık düzeylerinin sınıf düzeylerinde anlamlı farklılık gösterip göstermediği ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. Bu doğrultuda biyoloji öğretmen adaylarının kutup konularındaki farkındalık düzeylerinin sınıf düzeylerine göre farklılık gösterip göstermediğini belirleyebilmek için tek yönlü varyans analizi (ANOVA) kullanılmış ve elde edilen bulgular Tablo 10'da sunulmuştur.

Tablo 10.

Biyoloji Öğretmen Adaylarının Kutup Konularındaki Farkındalık Düzeylerinin Sınıflarına Göre Bağımsız Gruplar İçin Tek Yönlü Varyans Analizi Sonuçları

Ölçek	Sınıf Düzeyi	n	X̄	Ss	f	p	Post-Hoc (Tukey)
Alt Boyut 1 Antarktika'nın Coğrafi Özellikleri	1	15	9,2667	1,16292	2,054	,117	
	2	10	10,0000	1,24722			
	3	17	10,1765	1,13111			
	4	16	9,3750	1,36015			
Alt Boyut 2 Bilimsel Araştırmalar	1	15	8,8000	1,37321	1,458	,236	
	2	10	8,7000	1,41814			
	3	17	8,5294	1,28051			
	4	16	9,5000	1,54919			
Alt Boyut 3 Kutup Canlıları	1	15	4,9333	1,57963	4,079	,011*	1-3
	2	10	6,1000	1,19722			
	3	17	6,7647	1,52190			
	4	16	6,0625	1,52616			
Alt Boyut 4 Gökyüzü Olayları	1	15	4,8000	1,69874	2,066	,116	
	2	10	5,6000	,51640			
	3	17	4,3529	1,27187			
	4	16	4,7500	1,06458			
Alt Boyut 5 Buzulların Özellikleri	1	15	5,0667	,96115	,401	,753	
	2	10	5,2000	,91894			
	3	17	5,2353	1,09141			
	4	16	4,8125	1,55858			
Alt Boyut 6 Arktika'nın Coğrafik Özellikleri	1	15	4,4667	1,24595	,136	,938	
	2	10	4,5000	1,17851			
	3	17	4,5294	,79982			
	4	16	4,3125	,94648			
Genel	1	15	37,3333	4,33699	1,439	,242	
	2	10	40,1000	2,68535			
	3	17	39,5882	2,91674			
	4	16	38,8125	4,30842			

*$p<0,05$

Tablo 10'daki varyans analizi sonuçları incelendiğinde, "Antarktika'nın Coğrafi Özellikleri" (p=,117), "Bilimsel Araştırmalar" (p=,236), "Gökyüzü Olayları" (p=,116) ve "Buzulların Özellikleri (p=,753) alt boyutlarında sınıf düzeyine göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır (p>.05). Ancak, "Kutup Canlıları" alt boyutunda sınıf düzeyleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir (f=4,079; p<,05). Farkın kaynağını belirlemek üzere yapılan Post-Hoc analizi sonuçlarına göre; bu farklılığın 1.

sınıflar ile 3. sınıflar arasında olduğu belirlenmiştir. Puan ortalamaları incelendiğinde, 3. sınıfta öğrenim gören öğretmen adaylarının ($\bar{X}$=6,76) kutup canlılarına yönelik farkındalıklarının, 1. sınıf öğrencilerinden ($\bar{X}$ =4,93) anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu görülmektedir.

Araştırmanın beşinci alt problemi kapsamında, biyoloji öğretmen adaylarının kutup konuları hakkında kendi beyan ettikleri bilgi düzeylerinin (Hiç bilgim yok, Çok az bilgim var, Orta düzeyde bilgim var) farkındalık puanları üzerinde bir etkisi olup olmadığı incelenmiştir. Verilerin analizi için parametrik testlerden Tek Yönlü Varyans Analizi (One-Way ANOVA) kullanılmış olup, gruplar arası farkın kaynağını tespit etmek amacıyla Post-Hoc testlerinden yararlanılmıştır. Elde edilen bulgular Tablo 11'de sunulmuştur.

Tablo 11.
Biyoloji Öğretmen Adaylarının Kutup Konularındaki Farkındalık Düzeylerinin Bilgi Düzeylerine Göre Bağımsız Gruplar için Tek Yönlü Varyans Analizi Sonuçları

Ölçek	Bilgi Düzeyi	N	$\bar{X}$	Ss	F	p	Post-Hoc (Tukey)
Alt Boyut 1 Antarktika'nın Coğrafi Özellikleri	Hiç bilgi	7	8,8571	2,03540	2,537	,088	
	Çok az bilgi	30	9,6333	1,15917			
	Orta düzey bilgi	21	10,0476	,97346			
Alt Boyut 2 Bilimsel Araştırmalar	Hiç bilgi	7	8,7143	,95119	1,593	,213	
	Çok az bilgi	30	8,6333	1,49674			
	Orta düzey bilgi	21	9,3333	1,39044			
Alt Boyut 3 Kutup Canlıları	Hiç bilgi	7	5,2857	1,88982	1,904	,159	
	Çok az bilgi	30	5,8000	1,76947			
	Orta düzey bilgi	21	6,4762	1,12335			
Alt Boyut 4 Gökyüzü Olayları	Hiç bilgi	7	4,8571	1,06904	,741	,481	
	Çok az bilgi	30	4,6000	1,37966			
	Orta düzey bilgi	21	5,0476	1,24403			
Alt Boyut 5 Buzulların Özellikleri	Hiç bilgi	7	4,2857	1,60357	1,939	,154	
	Çok az bilgi	30	5,2333	1,13512			
	Orta düzey bilgi	21	5,0952	,99523			
Alt Boyut 6 Arktika'nın Coğrafik Özellikleri	Hiç bilgi	7	5,0000	1,00000	3,503	,037*	1-2
	Çok az bilgi	30	4,1333	,93710			
	Orta düzey bilgi	21	4,7143	1,00712			
Genel	Hiç bilgi	7	37,0000	4,76095	4,691	,013*	1-3
	Çok az bilgi	30	38,0333	3,73689			2-3

	Orta düzey bilgi	21	40,7143	2,68594

*$p<0,05$

Biyoloji öğretmen adaylarının bilgi düzeylerine göre yapılan varyans analizi sonuçları Tablo 11'de incelenmiştir. Analiz bulgularına göre, "Antarktika'nın Coğrafi Özellikleri" (p=,088), "Bilimsel Araştırmalar" (p=,213), "Kutup Canlıları" (p=,159), "Gökyüzü Olayları" (p=,481) ve "Buzulların Özellikleri" (p=,154) alt boyutlarında, adayların beyan ettikleri bilgi düzeylerine göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır (p>,05). Buna karşın, ölçeğin genel toplam puanı (f=4,691; p<,05) ile "Arktika'nın Coğrafik Özellikleri" alt boyutunda (f=3,503; p<,05) gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir. Farkın kaynağını belirlemek üzere yapılan Tukey testi sonuçları ve ortalama puanlar şu şekildedir:

- Genel Farkındalık (Toplam Puan): Gruplar arası karşılaştırmalar incelendiğinde; farkın "Orta düzeyde bilgim var" diyen grup lehine olduğu görülmüştür. "Orta düzeyde bilgim var" diyen adayların genel farkındalık puan ortalaması ($\bar{X}$=40,71), hem "Hiç bilgim yok" diyen adaylardan ($\bar{X}$=37,00) hem de "Çok az bilgim var" diyen adaylardan ($\bar{X}$=38,03) istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksektir. Bu bulgu, bilgi düzeyi algısı arttıkça genel farkındalık puanlarının da anlamlı şekilde arttığını göstermektedir. "Hiç bilgim yok" ve "Çok az bilgim var" grupları arasında ise anlamlı bir fark bulunmamıştır.
- Arktika'nın Coğrafik Özellikleri: Bu alt boyutta ise farklı bir dağılım gözlenmiştir. İstatistiksel olarak anlamlı fark bulunmasına rağmen (p=,037), grupların ortalamaları incelendiğinde "Hiç bilgim yok" diyen grubun ortalamasının ($\bar{X}$=5,00), "Çok az bilgim var" diyen gruptan ($\bar{X}$=4,13) ve "Orta düzeyde bilgim var" grubundan ($\bar{X}$=4,71) daha yüksek olduğu görülmektedir.

Bu araştırmanın nicel bulguları, biyoloji öğretmen adaylarının kutup bölgelerine yönelik orta düzeyin üzerinde bir farkındalığa sahip olduklarını göstermektedir. Demografik değişkenlere göre yapılan analizler; cinsiyetin kutup farkındalığı üzerinde anlamlı bir etkisi olmadığını, sınıf düzeyinin belirli alt boyutlarda, bilgi düzeyinin ise genel farkındalık üzerinde belirleyici bir etkiye sahip olduğunu ortaya koymuştur. Özellikle öz-değerlendirmeye dayalı bilgi düzeyi ile farkındalık puanları arasındaki bu tutarlı ilişki, kutup eğitiminde bilgi temelli ve farkındalık artırıcı yaklaşımların önemini vurgulamaktadır.

4.2. Araştırmanın Nitel Verilerine Ait Bulgular ve Yorumları

Araştırmanın nitel boyutunda, biyoloji öğretmen adaylarının kutup konularının alt boyutlarına (Antarktika'nın coğrafi özellikleri, bilimsel araştırmalar, kutup canlıları, gökyüzü olayları, buzullar ve Arktika'nın coğrafik özellikleri) ilişkin görüşlerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Veri toplama sürecinde kullanılan ve 12 sorudan oluşan yapılandırılmış görüşme formlarından elde edilen nitel veriler, MAXQDA 2022 nitel veri analizi programı aracılığıyla analiz edilmiştir. Verilerin analizinde Braun ve Clarke (2006) tarafından geliştirilen tematik analiz yöntemi benimsenmiştir. Bu doğrultuda veriler kodlanarak temalar ve alt temalar oluşturulmuş; elde edilen bulgular tablolar halinde sunularak yorumlanmıştır.

4.2.1. Öğretmen Adaylarının Antarktika'nın Coğrafi Özellikleri Hakkındaki Görüşlerinin Nitel Analizi

Araştırmanın nitel boyutunun ilk aşamasında, biyoloji öğretmen adaylarının Antarktika'nın coğrafi özelliklerine ilişkin görüşleri ve sahip oldukları kavramsal yapılar incelenmiştir. Katılımcıların yöneltilen "*Antarktika'nın ekstrem iklim koşullarında hayatta kalabilen mikroorganizmalar hakkında ne biliyorsunuz? Bu mikroorganizmaların biyolojik önemi nedir?*" sorusuna verdikleri cevaplardan elde edilen kodlar ve bu kodların frekans dağılımları Tablo 12'de sunulmuştur.

Tablo 12.
Biyoloji Öğretmen Adaylarının Antarktika'da Yaşayan Mikroorganizmalar ve Biyolojik Önemlerine İlişkin Görüşleri

Temalar	Kodlar	Biyoloji Öğretmen Adayı	f	% Tema	% Toplam
Yaşam Koşulları ve Adaptasyon Mekanizmaları	Düşük sıcaklık	A2, A19, A24, A27, A37, A46, A47, A51, A53	9	22,50	9,38
	Zorlu koşullar	A3, A9, A11, A12, A14, A15, A17, A20, A23, A31, A35, A38, A44, A49, A52, A56, A57	17	42,50	17,71
	Ekstrem koşullar	A7, A13, A18, A26, A34, A36, A40, A43, A46, A55, A58	11	27,50	11,46
	Endospor oluşturma	A25, A56, A57	3	7,50	3,13
		Tema Toplam	**40**	**100**	**41,67**

Canlıların Sınıflandırılması	Arke	A3, A5, A17, A20, A33, A35, A36, A38, A44, A52, A55, A56	12	75,00	12,50
	Bakteri	A10, A17, A34, A56	4	25,00	4,17
		Tema Toplam	**16**	**100**	**16,67**
Biyolojik ve Ekolojik Önem	Biyoçeşitlilik	A4, A50, A54, A55, A58	5	62,50	5,21
	İklim için önemli	A6	1	12,50	1,04
	Besin kaynağı /besin zinciri	A49, A52	2	25,00	2,08
		Tema Toplam	**8**	**100**	**8,33**
Bilim, Teknoloji ve İnsanlık İçin Potansiyel Kullanım Alanları	Bilimsel çalışmalar	A9, A28, A35, A38, A43	5	31,25	5,21
	Tedavi geliştirme	A13, A47, A50	3	18,75	3,13
	Endüstriyel uygulamalar	A33, A44	2	12,50	2,08
	Biyoteknoloji uygulamaları	A9, A48, A50, A51	4	25,00	4,17
	Biyomimikri	A43, A57	2	12,50	2,08
		Tema Toplam	**16**	**100**	**16,67**
Risk, Tehdit ve Güvenlik Algısı	Tehlikeli	A32, A39	2	100	2,08
		Tema Toplam	**2**	**100**	2,08
Bilgi Eksikliği	Bilgim yok	A1, A8, A16, A21, A22, A29, A36, A41, A42, A45, A48	11	78,57	11,46
	Önemini bilmiyorum	A19, A24, A37	3	21,43	3,13
		Tema Toplam	**14**	**100**	**14,58**
		Toplam	**96**		**100**

Tablo 12 incelendiğinde, biyoloji öğretmen adaylarının Antarktika'daki ekstrem iklim koşullarında hayatta kalabilen mikroorganizmalara ve bu canlıların biyolojik önemine yönelik görüşlerinin altı ana temada toplandığı görülmektedir. Katılımcıların ifadelerinden toplam 96 kod elde edilmiştir. Biyoloji öğretmen adaylarının görüşlerinin tematik dağılımının aşağıdaki şekilde olduğu görülmektedir:

Elde edilen bulgulara göre, öğretmen adaylarının en çok odaklandığı boyut, toplam kodların %41,67'sini (f=40) oluşturan "Yaşam Koşulları ve Adaptasyon Mekanizmaları" teması olmuştur. Bu tema altında katılımcılar ağırlıklı olarak "zorlu koşullar" (f=17) ve "ekstrem koşullar" (f=11) gibi genel kavramları vurgularken, "endospor oluşturma" (f=3) gibi spesifik biyolojik adaptasyon mekanizmalarına daha az değinmişlerdir. Bu durum, katılımcıların konuya ilişkin genel bir farkındalığa sahip olduklarını, ancak hücresel düzeydeki hayatta kalma mekanizmalarına dair bilgilerinin nispeten yüzeysel kaldığını göstermektedir.

Canlıların taksonomik olarak değerlendirildiği "Canlıların Sınıflandırılması" temasında (f=16), adayların büyük çoğunluğu ekstrem koşullara atıfla doğru bir biyolojik refleks göstererek "arke" (f=12) yanıtını vermiştir. Arkelerin ekstrem koşullar ile özdeşleştirilmesi, öğretmen adaylarının sistematik biyoloji bilgilerinin bu kapsamda güncel olduğunu kanıtlamaktadır.

Araştırmanın en dikkat çekici bulgularından biri, katılımcıların kutup mikroorganizmalarının potansiyelini değerlendirdikleri "Bilim, Teknoloji ve İnsanlık İçin Potansiyel Kullanım Alanları" temasıdır (f=16). Öğretmen adayları bu canlıların yalnızca ekosistemdeki yerini değil, bilimsel çalışmalar (f=5), biyoteknoloji uygulamaları (f=4), tedavi geliştirme (f=3) ve doğadan ilham alan inovasyonları ifade eden biyomimikri (f=2) gibi ileri düzey alanlardaki önemini de vurgulamışlardır. Bu vizyon, katılımcıların disiplinlerarası düşünme becerilerinin gelişimine işaret etmektedir.

Öte yandan, katılımcı ifadelerinde belirli bilgi eksiklikleri ve kaygılar da tespit edilmiştir. İfadelerin %14,58'ini (f=14) oluşturan "Bilgi Eksikliği" teması, bazı öğretmen adaylarının bu mikroorganizmaların varlığından veya biyolojik öneminden haberdar olmadığını göstermektedir. Ayrıca düşük bir frekansa (f=2) sahip olsa da "Risk, Tehdit ve Güvenlik Algısı" teması altında bu canlıların eriyen buzullarla birlikte insanlık için "tehlikeli" olabileceği yönünde kaygıların ifade edilmesi, iklim değişikliği ile mikrobiyolojik riskler arasında kurulan bağlantıyı yansıtması açısından dikkate değerdir.

Yaşam Koşulları ve Adaptasyon Mekanizmaları temasında biyoloji öğretmen adaylarının cevaplarından bazı örnekler aşağıda verilmiştir:

A2: Düşük sıcaklıklarda yaşayabilirler.

A3: Zorlu şartlarda yaşayabilirler, arkedirler.

A15: Zorlu iklim koşullarına adaptasyon sağlamışlardır.

A57: Endosporları ile zorlu şartlarda yaşayabilirler. Bu canlılardan faydalanılarak ekstrem koşulların üstesinden gelinebilir.

Canlıların Sınıflandırılması temasında biyoloji öğretmen adaylarının cevaplarından bazı örnekler aşağıda verilmiştir:

A33: Arkedirler. Endüstriyel çalışmalarda kullanılabilirler.

A34: Ekstrem koşullarda yaşarlar. Bakteridirler.

A52: Zorlu şartlarda yaşayabilirler. Arkedirler. Besin zinciri ve madde döngüsünde rol oynarlar.

Biyolojik ve Ekolojik Önem temasında biyoloji öğretmen adaylarının cevaplarından bazı örnekler aşağıda verilmiştir:

A4: Biyoçeşitlilik için önemlidir.

A6: İklim için önemlidirler.

A49: Zorlu şartlarda yaşayabilen, besin kaynağı olarak besin zincirinde önemli yer tutar.

A52: Zorlu şartlarda yaşayabilirler. Arkedirler. Besin zinciri ve madde döngüsünde rol oynarlar.

Bilim, Teknoloji ve İnsanlık İçin Potansiyel Kullanım Alanları temasında biyoloji öğretmen adaylarının cevaplarından bazı örnekler aşağıda verilmiştir:

A9: Bu koşullarda yaşayan canlılar ileride teknolojide kullanılabilir.

A13: Ekstrem koşullarda yaşarlar. Tedavide kullanılabilirler.

A28: Tolerans düzeyleri yüksektir. Biyolojik çalışmalarda kullanılabilirler.

A43: Ekstrem koşullarda yaşarlar. Yeni icatların oluşmasında, yeni çalışmalar yapılmasına yarayabilirler.

A47: Soğuya dayanıklıdırlar. İlaç üretiminde kullanılabilirler.

A50: Biyoçeşitlilik için önemlidir. İlaç sektöründe, biyoteknoloji de kullanılabilirler.

Risk, Tehdit ve Güvenlik Algısı temasında biyoloji öğretmen adaylarının cevaplarından bazı örnekler aşağıda verilmiştir:

A32: Bilinmeyen organizmalardır. İnsan hayatı için tehlikeli olabilirler.

A39: Küresel ısınma ile buzullar eriyince insan hayatı için tehlikeli olabilirler.

Bütün bu görüşler, biyoloji öğretmen adaylarının Antarktika'daki ekstremofil yaşam konusunda genel düzeyde bir farkındalığa sahip olduğunu, ancak bu bilginin terminolojik derinlik ve mekanizma bazında kısıtlı kaldığını ortaya koymaktadır. Araştırmanın bulguları, katılımcıların önemli bir bölümünün ekstremofil organizmaların temel özelliği olan adaptasyon kavramını doğru bir şekilde tanımlayabildiğini göstermiştir. İkinci olarak, bu organizmaların biyoteknoloji ve tıp alanındaki potansiyel uygulamalarının öğrencilerin önemli bir kısmı tarafından fark edildiği tespit edilmiştir. Üçüncü olarak, buz altı yaşam

keşiflerinin biyoçeşitliliği artırdığı yönündeki hâkim görüşün, temel ekoloji bilgisi ile örtüştüğü görülmüştür. Son olarak, "Arke" teriminin görece yüksek bir kullanım sıklığına sahip olması, biyoloji eğitimindeki güncel yaklaşımların olumlu bir yansıması olarak değerlendirilebilir.

Tablo 12'deki bulgulara göre biyoloji öğretmen adaylarında görülen temel eksiklikler ve yanılgılar şu şekilde özetlenebilir:

1. Terminoloji Eksikliği: Analiz edilen yanıtlarda "ekstremofil" teriminin hiç kullanılmamış olması dikkat çekicidir. Ayrıca, "psikrofil" (soğuk-seven) veya "kriyofil" (buz-seven) gibi spesifik terimlerden tamamen yoksun bir dil kullanımı gözlemlenmiştir.
2. Mekanizma Bilgisinin Eksikliği: Öğrencilerin çoğunun adaptasyondan genel olarak bahsetmesine rağmen, bu adaptasyonların işleyiş mekanizmalarına (antifriz proteinleri, doymamış yağ asitleri, özel enzimler vb.) ilişkin spesifik bilgilerden yoksun olduğu anlaşılmıştır. Endospor mekanizmasına hâkim olan öğrenci sayısının yalnızca üç ile sınırlı kalması, bu eksiği somutlaştırmaktadır.
3. Kavramsal Karışıklıklar: Termofil ve psikrofil gibi temel kavramların karıştırılması, yanlış terimlerin kullanılması ve bazı öğrencilerde ekstremofillere yönelik "tehlikeli mikrop" algısının bulunması, bazı kavram yanılgılarının göstergesi olabilir.
4. Ekolojik Perspektif Eksikliği: Mikroorganizmaların küresel azot ve karbon döngüleri gibi biyokimyasal süreçlerdeki kritik rollerine neredeyse hiç değinilmemiş olması, önemli bir eksiği işaret etmektedir. Öğrencilerin konuyu daha çok insan merkezli (biyoteknolojik fayda) bir perspektifle algıladıkları görülmüştür.

Araştırmanın bu aşamasında, biyoloji öğretmen adaylarının Antarktika'nın buz tabakası altında var olduğu keşfedilen yaşam formlarına ilişkin düşünceleri ve bu bulguların biyolojik çeşitlilik üzerindeki etkilerine dair algıları incelenmiştir. Adaylara yöneltilen *"Antarktika buz tabakasının altında keşfedilen yaşam formları hakkında ne düşünüyorsunuz? Bu keşiflerin biyolojik çeşitlilik üzerindeki etkileri nelerdir?"* sorusuna verilen yanıtların analizi sonucunda ortaya çıkan temalar, kodlar ve frekans dağılımları Tablo 13'te sunulmuştur.

Tablo 13.
Biyoloji Öğretmen Adaylarının Antarktika Buz Tabakası Altında Keşfedilen Yaşam Formlarına ve Bu Keşiflerin Biyolojik Çeşitliliğe Etkilerine İlişkin Görüşleri

Temalar	Kodlar	Biyoloji Öğretmen Adayı	f	% Tema	% Toplam
Bilimsel ve Teknolojik Fayda	Yeni araştırma ve buluşlar	A1, A31, A43, A49	4	50,00	4,65
	Gen çalışmaları	A31, A38, A52	3	37,50	3,49
	Yeni tedaviler	A5	1	12,50	1,16
		Tema Toplam	**8**	**100**	**9,30**
Biyolojik Çeşitlilik ve Evrimsel Süreçler	Biyoçeşitlilik artar	A1, A3, A4, A10, A11, A12, A13, A19, A20, A21, A22, A23, A24, A27, A31, A33, A39, A40, A42, A45, A46, A47, A48, A50, A51, A54, A57, A58	28	57,14	32,56
	Yeni canlı türlerinin keşfi	A12, A16, A17, A20, A22, A25, A26, A28, A33, A48, A55	11	22,45	12,79
	Evrim	A13, A15, A24, A35	4	8,16	4,65
	Yaşamın kökeni	A7, A15, A26, A41, A46, A51	6	12,24	6,98
		Tema Toplam	**49**	**100**	**56,98**
Ekolojik Etkileşimler ve Risk Algısı	Diğer canlılara olumlu etki	A14	1	11,11	1,16
	Diğer canlılara olumsuz etki	A14, A37, A44, A56	4	44,44	4,65
	Yeni hastalıklar	A5, A25, A37, A52	4	44,44	4,65
		Tema Toplam	**9**	**100**	**10,47**
Ekstrem Koşullar ve Habitat Özellikleri	Soğukta yaşam	A3, A21, A38, A49	3	42,86	3,49
	Yeni yaşam alanları	A10	1	14,28	1,16
	Suyun özellikleri	A17, A19, A51	3	42,86	3,49
		Tema Toplam	**7**	**100**	**8,14**
Bilgi Eksikliği	Bilgim yok	A2, A6, A8, A9, A18, A23, A29, A30, A32, A34, A36, A53, A55	13	100,00	15,12
		Tema Toplam	**13**	**100**	**15,12**
		Toplam	**86**		**100**

Tablo 13 incelendiğinde, biyoloji öğretmen adaylarının görüşlerinden elde edilen toplam 86 kodun beş ana tema altında yapılandırıldığı görülmektedir.

Analiz sonuçlarına göre, katılımcı görüşlerinin en fazla yoğunlaştığı temanın %56,98'lik (f=49) oranla "Biyolojik Çeşitlilik ve Evrimsel Süreçler" olduğu tespit edilmiştir. Bu tema altında yer alan "biyoçeşitlilik artar" kodu (f=28), tüm veri seti içerisindeki en yüksek

frekansa sahip ifadedir. Bu durum, biyoloji öğretmen adaylarının kutup bölgelerini ve buradaki dinamikleri ağırlıklı olarak kendi alanlarının temel disiplini olan ekoloji ve biyoçeşitlilik merceğinden değerlendirdiklerini göstermektedir. Ayrıca bu temada yer alan "yeni canlı türlerinin keşfi" (f=11), "yaşamın kökeni" (f=6) ve "evrim" (f=4) kodları, adayların konuyu yalnızca yüzeysel bir coğrafi alan olarak değil, yaşamın tarihsel gelişimi bağlamında çok boyutlu okuyabildiklerini ortaya koymaktadır.

Tablo 13'te ikinci en yüksek frekansa sahip boyut, %15,12 (f=13) oranıyla "Bilgi Eksikliği" temasıdır. Bu bulgu, araştırmanın nicel verilerinde rastlanan bazı alt boyutlardaki eksiklikleri destekler niteliktedir, nitekim belirli bir grup katılımcının bu spesifik konuda doğrudan bir fikir beyan edemediği (bilgim yok) görülmüştür.

Araştırmanın dikkat çekici bulgularından biri "Ekolojik Etkileşimler ve Risk Algısı" temasında (f=9) ortaya çıkmıştır. Öğretmen adayları bu alanda hem "diğer canlılara olumsuz etki" (f=4) beklentisini dile getirmiş hem de buzulların erimesi ve iklim değişikliği gibi küresel sorunlarla yakından ilişkili olan "yeni hastalıklar" (f=4) riskine vurgu yapmışlardır. Bu durum, katılımcıların mikrobiyolojik ve ekolojik risklere yönelik güncel bir vizyona sahip olduklarına işaret etmektedir.

Bunlara ek olarak, kutup bölgelerinin potansiyeli "Bilimsel ve Teknolojik Fayda" teması (f=8) altında "yeni araştırma ve buluşlar" (f=4) ile "gen çalışmaları" (f=3) kodlarıyla ifade edilirken, fiziksel çevrenin dinamikleri "Ekstrem Koşullar ve Habitat Özellikleri" temasında (f=7) "soğukta yaşam" (f=3) ve "suyun özellikleri" (f=3) gibi kodlarla betimlenmiştir.

Bilimsel ve Teknolojik Fayda temasında biyoloji öğretmen adaylarının cevaplarından bazı örnekler aşağıda verilmiştir:

A1: Bilim dünyası için yeni bir araştırma konusu. Çeşitliliği pozitif etkiler.

A5: Yeni hastalıklar ya da tedavi olabilecek bakteriler olabilirler.

A31: Keşfedilen türlerin genetiği incelenmeli ve önemli buluşlarda katkı sağlayabilir.

A43: İnsanlık için kolaylık sağlayacak buluşların olmasını sağlar.

Biyolojik Çeşitlilik ve Evrimsel Süreçler temasında biyoloji öğretmen adaylarının cevaplarından bazı örnekler aşağıda verilmiştir:

A4: Biyoçeşitlilik için önemlidir.

A10: Yeni keşifler biyolojik çeşitlilik açısından iyidir. Yeni yaşam alanları canlılar için önemlidir.

A12: Yeni bilinmedik canlılar çıkabilir.

A13: İleriye dönük evrimleşme ile biyoçeşitliliğe katkı sağlar.

A15: Farklı zaman dilimlerinde canlılar ve dünyayı anlamaya yardımcı olur.

A46: Biyoçeşitliliğe olumlu etki eder. Yaşamın sınırlarını anlamamızı sağlar.

Ekolojik Etkileşimler ve Risk Algısı temasında biyoloji öğretmen adaylarının cevaplarından bazı örnekler aşağıda verilmiştir:

A5: Yeni hastalıklar ya da tedavi olabilecek bakteriler olabilirler.

A14: Birçok canlıyı olumlu ya da olumsuz etkiler.

A25: Büyük etkisi var, yeni hastalıklara ya da keşiflere etkileyebilir.

A37: Zararlı mikroorganizmalar vardır. Buzullar eriyince tehdit unsuru oluşacaktır.

A44: Olumsuz yan etkiler olabilir. Donmuş olmaları farklı yaşam alanlarında o canlıyı avcı konumuna düşürür.

Ekstrem Koşullar ve Habitat Özellikleri temasında biyoloji öğretmen adaylarının cevaplarından bazı örnekler aşağıda verilmiştir:

A3: Soğukta yaşarlar. Biyoçeşitliliği olumlu etkiler.

A10: Yeni keşifler biyolojik çeşitlilik açısından iyidir. Yeni yaşam alanları canlılar için önemlidir.

A17: Suyun yüzeyde dönme özelliğinden ötürü buz altında çok fazla çeşitte canlı vardır.

A51: Bu canlılar su sıcaklığı +4 derecede sabit kaldığı için güneş ışığından etkilenirler. Işık olmayan ortamda bazı özelleşmiş yapıları olabilir. Biyoçeşitliliğin göstergesidir.

4.2.2. Öğretmen Adaylarının Antarktika'daki Bilimsel Araştırmalar ve Türkiye'nin Rolü Hakkındaki Görüşlerinin Nitel Analizi

Bu alt boyutta, biyoloji öğretmen adaylarının Antarktika'da yürütülen biyolojik araştırmaların küresel etkileri ve Türkiye'nin bu kıtadaki bilimsel faaliyetlerinin önemi hakkındaki görüşleri incelenmiştir.

Biyoloji öğretmen adaylarına yöneltilen "*Antarktika'da yapılan biyolojik araştırmaların küresel ekosistemler ve iklim değişikliği ile ilişkisi hakkında ne düşünüyorsunuz? Bu araştırmaların iklim değişikliği ile ilişkisi nedir?"* sorusuna verdikleri cevaplardan elde edilen kodlar ve bu kodların frekans dağılımları Tablo 14'te sunulmuştur.

Tablo 14.
Biyoloji Öğretmen Adaylarının Antarktika'daki Biyolojik Araştırmaların Küresel Ekosistemler ve İklim Değişikliği ile İlişkisine Yönelik Görüşleri

Temalar	**Kodlar**	**Biyoloji Öğretmen Adayı**	**f**	**% Tema**	**% Toplam**
İklim Değişikliği ve Çevresel Farkındalık	İklim değişikliğinin nedenleri	A1, A2, A6, A11, A20, A23, A24, A27, A28, A34, A43, A45	12	40,00	12,63
	İklim değişikliğinin etkileri	A25, A26, A36, A41, A48, A49, A52, A54, A55	9	30,00	9,47
	Çevre sorunlarını fark edilmesi	A42, A48, A56	3	10	3,16
	Erken uyarı	A46, A50, A51, A52, A55	5	16,67	5,26
	Önlem alma	A54	1	3,33	1,05
		Tema Toplam	**30**	**100**	**31,58**
Buzulların Erimesi ve Ekolojik Tehditler	Buzulların erimesi	A2, A6, A7, A16, A20, A23, A26, A27, A28, A31, A34, A36	12	36,36	12,63
	Habitat kaybı	A11, A38	2	6,06	2,11
	Canlıların yok olması	A37, A39, A49	3	9,09	3,16
	İnsan kaynaklı kirlilik	A24, A53, A55	3	9,09	3,16
	Ekosisteme olumsuz etki	A11, A14, A33, A36, A49, A53, A55	7	21,21	7,37
	Küresel ısınma	A37, A38, A39, A42, A45, A53	6	18,18	6,32
		Tema Toplam	**33**	**100**	**34,74**
Araştırmaların Olası Yararları ve Fırsatlar	Ekosisteme fayda	A10, A12, A15, A18, A46, A47, A50	7	38,89	7,37
	Çözüm üretme	A13, A22, A35, A40, A43, A44	6	33,33	6,32
	Yeni türler ve canlı çeşitliliği	A17, A21, A31	3	16,67	3,16
	Tıbbi buluşlar ve tedaviler	A5, A44	2	11,11	2,11
		Tema Toplam	**18**	**100**	**18,95**
Biyolojik ve Sağlık Riskleri	Yeni hastalıklar	A5, A19, A44	3	100,00	3,16
		Tema Toplam	**3**	**100**	**3,16**
Bilgi Eksikliği	Bilgim yok	A3, A4, A8, A9, A18, A29, A30, A32, A33, A57, A58	11	100,00	11,56

Tema Toplam	**11**	**100**	**11,56**
Toplam	**95**		**100**

Tablo 14 incelendiğinde, biyoloji öğretmen adaylarının Antarktika'da yürütülen biyolojik araştırmaların küresel ekosistemler ve iklim değişikliği ile ilişkisine yönelik görüşlerinden toplam 95 kod elde edildiği ve bu kodların beş ana tema altında yapılandırıldığı görülmektedir.

Elde edilen bulgulara göre, katılımcıların görüşlerinin en yoğunlaştığı temanın %34,74'lük (f=33) oranla "Buzulların Erimesi ve Ekolojik Tehditler" olduğu tespit edilmiştir. Bu tema içerisinde öne çıkan "buzulların erimesi" (f=12), "ekosisteme olumsuz etki" (f=7) ve "küresel ısınma" (f=6) kodları, öğretmen adaylarının Antarktika'daki değişimleri doğrudan küresel bir ekolojik krizin yansıması olarak algıladıklarını göstermektedir. Ayrıca, "canlıların yok olması" (f=3) ve "habitat kaybı" (f=2) ifadeleri, katılımcıların konuyu kendi alan disiplinleri olan biyolojik çeşitlilik kaybı üzerinden okuduklarını kanıtlamaktadır.

Veri setinde öne çıkan ikinci önemli boyut, %31,58'lik (f=30) oranla "İklim Değişikliği ve Çevresel Farkındalık" temasıdır. Adayların araştırmaları büyük ölçüde "iklim değişikliğinin nedenleri" (f=12) ve "iklim değişikliğinin etkileri" (f=9) bağlamında değerlendirdiği görülmektedir. Özellikle bu tema altındaki "erken uyarı" (f=5) kodu, Antarktika araştırmalarının küresel felaketleri önceden sezme ve proaktif davranma konusundaki stratejik öneminin katılımcılar tarafından kavrandığına işaret etmesi açısından oldukça değerlidir.

Katılımcılar yalnızca sorunlara odaklanmamış, aynı zamanda %18,95'lik (f=18) bir oranla "Araştırmaların Olası Yararları ve Fırsatlar" temasına da vurgu yapmışlardır. "Ekosisteme fayda" (f=7) ve "çözüm üretme" (f=6) kodları, öğretmen adaylarının bilimsel çalışmalara sorun çözücü ve iyileştirici bir misyon yüklediklerini göstermektedir.

Öte yandan, önceki bulgularla tutarlı olarak, eriyen buzulların taşıdığı riskleri ifade eden "yeni hastalıklar" kodu "Biyolojik ve Sağlık Riskleri" temasını (f=3) oluşturmuştur. Katılımcı görüşlerinin %11,56'sını (f=11) kapsayan "Bilgi Eksikliği" teması ise, belirli bir grup öğretmen adayının Antarktika bilimleri ile küresel iklim dinamikleri arasında henüz kavramsal bir bağ kuramadığını ortaya koymaktadır.

İklim Değişikliği ve Çevresel Farkındalık temasında biyoloji öğretmen adaylarının cevaplarından bazı örnekler aşağıda verilmiştir:

A2: İklim değişikliğinin sebebi ve buzulların erimesi biyolojik araştırmalar açısından önemlidir.

A23: İklim değişikliği buzullarda erimelere yol açar ve incelemelerin sonuçlarını etkiler.

A36: Buzullardaki erimesi ve iklim değişikliği canlıların yaşamını olumsuz etkiler.

A46: Küresel ekosistem için erken uyarıcıdır.

A54: Araştırmalar sonucunda diğer ekosistemler üzerine önceden önlem alınabilir.

Buzulların Erimesi ve Ekolojik Tehditler temasında biyoloji öğretmen adaylarının cevaplarından bazı örnekler aşağıda verilmiştir:

A24: Antartikanın erimesi büyük bir küresel iklim değişikliğine yol açacağını ve insanların bunu en aza indirmek için kloroflorokarbonları terk etmeleri ve suni teknoloji aletlerini en aza inidirmeleri gerekmektedir.

A34: Buzullardaki erimesini iklim değişikliği ile ilişkisi vardır.

A38: Küresel ısınma ile Antartikadaki ekosistem değişmiş ve canlılar habitatlarını kaybetmiş olabilirler.

A53: Atmosfer kirlenmesi tüm dünyaya etki eder. Antartika soğuk olsa da okyanusta çöp poşetleri bulunmaktadır. Fabrikalardan çıkan boyalar, yangınlar küresel ısınmaya neden olmaktadır.

Araştırmaların Olası Yararları ve Fırsatlar temasında biyoloji öğretmen adaylarının cevaplarından bazı örnekler aşağıda verilmiştir:

A5: Tedavi ya da yeni hastalık yapacak bakteriler olabilir.

A12: Ekosistem için faydası büyüktür.

A13: Bilim insanlarının dikkatli olması gerekir. Olumlu sonuçlar insanlık yararına olur.

A21: Yeni yaşam formları ortaya çıkar.

A44: Donmuş bakterilerin çözünmesi bağışıklığı olumsuz etkiler ya da hastalıklara çözüm bulunabilir.

Biyolojik ve Sağlık Riskleri temasında biyoloji öğretmen adaylarının cevaplarından bazı örnekler aşağıda verilmiştir:

A19: Buzullar eridikçe hastalıklar çıkar.

A44: Donmuş bakterilerin çözünmesi bağışıklığı olumsuz etkiler ya da hastalıklara çözüm bulunabilir.

Biyoloji öğretmen adaylarına yöneltilen "*Türkiye'nin Antarktika'da gerçekleştirdiği biyolojik araştırmaların önemi ve katkıları nelerdir?"* sorusuna verdikleri cevaplardan elde edilen kodlar ve bu kodların frekans dağılımları Tablo 15'te sunulmuştur.

Tablo 15.
Biyoloji Öğretmen Adaylarının Türkiye'nin Antarktika'da Gerçekleştirdiği Biyolojik Araştırmaların Önemi ve Katkılarına İlişkin Görüşleri

Temalar	**Kodlar**	**Biyoloji Öğretmen Adayı**	**f**	**% Tema**	**% Toplam**
Ülkenin Gelişimi, Prestiji ve Uluslararası Konumu	Ülkenin gelişmişliği	A9, A11, A12, A15, A22, A24, A28, A54	8	42,11	8,42
	Prestij	A15, A22, A33, A42, A48, A54	6	31,58	6,32
	Bilimde geride kalmamak	A38, A52	2	10,53	2,11
	Uluslararası iş birliği	A41, A47, A48	3	15,79	3,16
		Tema Toplam	**19**	**100**	**20,00**
Bilimsel Gelişim, Biyoçeşitlilik ve Yeni Keşifler	Bilgi birikimi	A4, A10, A14, A45, A46	5	14,29	5,26
	Bilimsel katkı	A3, A4, A10, A12, A18, A21, A24, A42, A45, A50	10	28,57	10,53
	Biyoçeşitlilik	A4, A17, A27, A34, A41, A50, A54, A58	8	22,86	8,42
	Yeni türlerin keşfi	A21, A26, A36, A50, A56, A58	6	17,14	6,32
	Ekstrem koşullar ve genetik araştırmalar	A17, A36, A51, A52, A57, A58	6	17,14	6,32
		Tema Toplam	**35**	**100**	**36,84**
Geleceğe Hazırlık ve Sağlık	Gelecekteki sorunları öngörmek	A19, A35, A37, A39, A40, A43, A50, A51	8	53,33	8,42
	Gelecekteki sorunlara önlem almak	A19, A37, A39, A44, A51	5	33,33	5,26
	Yeni tedaviler	A13, A44	2	13,33	2,11
		Tema Toplam	**15**	**100**	**15,79**
İklim Değişikliği ve Çevresel Farkındalık	İklim değişikliği ve küresel ısınma	A35, A43, A52, A54, A55, A58	6	75,00	6,32
	Buzulların erimesi	A40, A50	2	25,00	2,11
		Tema Toplam	**8**	**100**	**8,42**
Bilgi Eksikliği	Bilgim yok	A1, A2, A5, A6, A7, A8, A16, A18, A20,	18	100,00	18,95

	A23, A25, A29, A30, A31, A32, A45, A49, A53			
	Tema Toplam	**18**	**100**	**18,95**
	Toplam	**95**		**100**

Tablo 15 incelendiğinde, biyoloji öğretmen adaylarının Türkiye'nin Antarktika'da yürüttüğü biyolojik araştırmaların önemine ve katkılarına yönelik görüşlerinden toplam 95 kod elde edildiği ve bu kodların beş ana tema altında sınıflandırıldığı görülmektedir.

Bu başlık altında en yüksek frekansa ve yoğunluğa sahip boyut, toplam görüşlerin %36,84'ünü (f=35) oluşturan "Bilimsel Gelişim, Biyoçeşitlilik ve Yeni Keşifler" temasıdır. Bu tema altında yer alan "bilimsel katkı" (f=10), "biyoçeşitlilik" (f=8), "yeni türlerin keşfi" (f=6) ve "ekstrem koşullar ve genetik araştırmalar" (f=6) kodları, öğretmen adaylarının konuyu kendi alan disiplinleri bağlamında değerlendirdiklerini ve araştırmaların bilimsel bilgi havuzuna yapacağı katkıyı önemsediklerini göstermektedir.

Katılımcı görüşlerinin %20'sini (f=19) kapsayan "Ülkenin Gelişimi, Prestiji ve Uluslararası Konumu" teması, araştırmanın dikkat çekici bulgularından biridir. Öğretmen adayları, "ülkenin gelişmişliği" (f=8) ve "prestij" (f=6) gibi kodlarla, kutup araştırmalarını yalnızca ekolojik bir faaliyet olarak değil, aynı zamanda ulusal vizyon ve küresel bilim liginde söz sahibi olma stratejisi olarak algılamaktadırlar.

Araştırmaların ileriye dönük vizyonu "Geleceğe Hazırlık ve Sağlık" temasında (%15,79; f=15) kendini göstermiştir. Katılımcıların "gelecekteki sorunları öngörmek" (f=8) ve "önlem almak" (f=5) şeklindeki ifadeleri, Antarktika bilimlerinin önleyici işlevine vurgu yapmaktadır. Benzer şekilde, "İklim Değişikliği ve Çevresel Farkındalık" teması (f=8) da küresel ısınma dinamiklerinin izlenmesindeki önemi yansıtmaktadır.

Tüm bu vizyoner yaklaşımın yanı sıra, veri setinde yaklaşık beşte birlik bir orana (%18,95; f=18) sahip olan "Bilgi Eksikliği" teması oldukça kritik bir bulgudur. Soruya "bilgim yok" yanıtını veren 18 katılımcının varlığı, Türkiye'nin ulusal kutup seferleri (TAE) ve bu alandaki stratejik araştırmaları hakkında biyoloji öğretmen adayları düzeyinde henüz yeterli ve genele yayılan bir farkındalığın oluşmadığına işaret etmektedir.

Ülkenin Gelişimi, Prestiji ve Uluslararası Konumu temasında biyoloji öğretmen adaylarının cevaplarından bazı örnekler aşağıda verilmiştir:

A11: Ülkenin gelişmişliği açısından önemlidir.

A12: Ülkenin gelişmişliği ve dünya bilimine katkısı çoktur.

A15: Ülkenin gelişmişliği ve prestiji açısından önemlidir.

A38: Ülkemizin geride kalmaması adına önemlidir.

A41: Uluslararası işbirliklerini artırmak, biyoçeşitlilik verileri elde etmek için önemlidir.

Bilimsel Gelişim, Biyoçeşitlilik ve Yeni Keşifler temasında biyoloji öğretmen adaylarının cevaplarından bazı örnekler aşağıda verilmiştir:

A4: Ülkemizin biyoçeşitlililk bilgi birikimi ve katkı sağlar.

A17: Biyoçeşitlilik açısından önemli bilgiler verir ve ekstrem koşullarda yaşayan canlılar hakkında bilgi sunar.

A24: İnsanlık tarihi açısından çok önemlidir. Ülkemize ve dünya bilimine katkı sağlar.

A36: Tatlı su canlılarının morfolojik yapıları ve genetikleri incelenip tür tayini açısından yararlı olabilir.

A50: Yeni türler, farklı yaşam formları, buzulların gidişatı, yaşam koşulları, biyoçeşitliliğe ve dünya bilimine önemli ölçüde katkı sağlar.

Geleceğe Hazırlık ve Sağlık temasında biyoloji öğretmen adaylarının cevaplarından bazı örnekler aşağıda verilmiştir:

A19: Kutupları bilmek, oradan doğabilecek sorunları öngörebilmek ve önlem almayı sağlar.

A37: İleride meydana gelebilecek krizlere önlem olmak için olabilir.

A39: İleride karşılaşabileceğimiz mikroorganizmalar hakkında bilgi edinmek için önemlidir.

A44: Hastalıklara çare olabilir ya da olası olumsuzluklara hazırlık yapılabilir.

İklim Değişikliği ve Çevresel Farkındalık temasında biyoloji öğretmen adaylarının cevaplarından bazı örnekler aşağıda verilmiştir:

A35: Gelecek yıllardaki iklim değişikliğinr ilişkin bilgi verir

A40: Buzulların erimesi tüm dünya için tehdittir. Ülkemiz ve dünya için önemlidir.

A55: İklim değişikliği etkileri, sonuçları, nedenleri konularında bilgi sahibi olmak, gözlemlemek için önemlidir.

4.2.3. Öğretmen Adaylarının Kutup Canlıları Hakkındaki Görüşlerinin Nitel Analizi

Bu alt boyutta, biyoloji öğretmen adaylarının kutup canlılarını kapsayan iki araştırma sorusuna verdikleri cevaplar irdelenmiştir. Kutup ekosistemlerinde yaşayan iki kuş türünü (Kutup Sumru'su ve penguenler) odak alarak, daha geniş ve derinlemesine bir akademik analiz yapılmıştır.

Biyoloji öğretmen adaylarına yöneltilen "*Kutup Sumru'sunun göç davranışları ve bu davranışların ekolojik önemi hakkında ne düşünüyorsunuz? Bu türün göç yollarının korunması neden önemlidir?"* sorusuna verdikleri cevaplardan elde edilen kodlar ve bu kodların frekans dağılımları Tablo 16'da sunulmuştur.

Tablo 16.
Biyoloji Öğretmen Adaylarının Kutup Sumru'sunun Göç Davranışları, Ekolojik Önemi ve Göç Yollarının Korunmasına İlişkin Görüşleri

Temalar	Kodlar	Biyoloji Öğretmen Adayı	f	% Tema	% Toplam
Neslin Devamlılığı ve Türün Korunması	Türün hayatta kalması ve neslinin devamlılığı	A4, A18, A21, A35, A39, A42, A46, A47, A51, A52, A54, A58	12	66,67	16,67
	Üreme ve yavru bakımı	A45, A51	2	11,11	2,78
	Genel canlı yaşamını koruma	A5, A26, A27, A50	4	22,22	5,56
		Tema Toplam	**18**	**100**	**25,00**
Ekosistem Dengesi ve Besin Zinciri	Ekosistem dengesinin sağlanması	A11, A15, A19, A35, A38, A42, A46, A48, A58	9	69,23	12,50
	Besin zincirinin sürekliliği	A19, A41, A52	3	23,08	4,17
	Göç ettikleri bölgeye katkı	A4	1	7,69	1,39
		Tema Toplam	**13**	**100**	**18,06**
İklim Değişikliği, Isınma ve Habitat Etkileri	İklim değişikliği ve küresel ısınmanın göçe etkisi	A1, A7, A12, A33, A53	5	55,56	6,94
	Habitat değişimi ve yaşam alanlarının daralması	A12, A13, A15, A53	4	44,44	5,56
		Tema Toplam	**9**	**100**	**12,50**

Bilimsel Veri ve İklim Göstergesi	İklim ve kutuplar hakkında bilgi sağlama	A47, A48, A50	3	100,00	4,17
		Tema Toplam	**3**	**100**	**4,17**
Bilgi Eksikliği	Bilgim yok	A2, A3, A6, A8, A9, A10, A14, A16, A17, A20, A22, A23, A24, A25, A28, A29, A30, A31, A32, A34, A36, A37, A40, A43, A44, A49, A55, A56, A57	29	100,00	40,28
		Tema Toplam	**29**	**100**	**40,28**
		Toplam	**72**		**100**

Tablo 16 incelendiğinde, biyoloji öğretmen adaylarının kutup sumrusunun göç davranışları ve ekolojik önemine ilişkin görüşlerinden toplam 72 kod elde edildiği ve bu kodların beş ana tema altında sınıflandırıldığı görülmektedir.

Araştırmanın bu boyutunda en çarpıcı bulgu, katılımcı görüşlerinin %40,28'lik (f=29) gibi büyük bir oranla "Bilgi Eksikliği" temasında toplanmış olmasıdır. Soruya yanıt veren biyoloji öğretmen adaylarının önemli bir kısmının "bilgim yok" ifadesini kullanması, küresel iklim sorunlarına yönelik genel farkındalığın aksine, kutuplara özgü indikatör (gösterge) türler ve spesifik ekolojik olaylar hakkında belirgin bir kavramsal eksiklik olduğunu ortaya koymaktadır.

Konuya ilişkin fikir beyan eden katılımcıların görüşleri incelendiğinde, en yoğun vurgunun %25'lik (f=18) oranla "Neslin Devamlılığı ve Türün Korunması" temasında yapıldığı tespit edilmiştir. Katılımcılar, göç yollarının korunmasını doğrudan "türün hayatta kalması ve neslinin devamlılığı" (f=12) ile ilişkilendirmişlerdir. Benzer şekilde, %18,06 (f=13) oranına sahip "Ekosistem Dengesi ve Besin Zinciri" teması da katılımcıların konuyu kendi alan disiplinleri çerçevesinde değerlendirdiğini göstermektedir. Adayların "ekosistem dengesinin sağlanması" (f=9) ve "besin zincirinin sürekliliği" (f=3) gibi kodları kullanması, kutup sumrusunun göç ettiği bölgelerdeki ekolojik döngüye katkısını biyolojik bir perspektifle açıklayabildiklerine işaret etmektedir.

Kutup sumrusunun zorlu göç yolculuğu, bazı katılımcılar tarafından "İklim Değişikliği, Isınma ve Habitat Etkileri" (%12,50; f=9) teması altında küresel bir krizin yansıması olarak ele alınmıştır. "İklim değişikliği ve küresel ısınmanın göçe etkisi" (f=5) ile "habitat değişimi ve yaşam alanlarının daralması" (f=4) kodları, zorunlu göç davranışlarının çevresel stres faktörleriyle ilişkilendirildiğini göstermektedir. Ayrıca, çok daha spesifik ve vizyoner bir bakış açısını yansıtan "Bilimsel Veri ve İklim Göstergesi" temasında (f=3), bu

uzun göç yolculuğunun iklim ve kutuplar hakkında bilimsel bilgi sağlamada bir araç olarak kullanılabileceği vurgulanmıştır.

Neslin Devamlılığı ve Türün Korunması temasında biyoloji öğretmen adaylarının cevaplarından bazı örnekler aşağıda verilmiştir:

A4: Türün devamlılığı açısından önemlidir ve kutup sumruları gittikleri bölgelerin ekosistemine katkı sağlar.

A21: Neslinin devamlılığı için göç yolları korunmalı

A35: Diğer türlerin devamı için her tür önemlidir. Türün korunması için göç yolları korunmalıdır.

A51: Türün devamlılığı için önemlidir. Göç yollarını koruyarak yavrularını koruyabilir.

Ekosistem Dengesi ve Besin Zinciri temasında biyoloji öğretmen adaylarının cevaplarından bazı örnekler aşağıda verilmiştir:

A19: Ekosistem açısından önemlidir. Zincirin bir halkası koptuğu an denge bozulur.

A38: Doğal ekosistemin bozulmaması için doğal göç yolları korunmalıdır.

A46: Göç yollarının korunması türlerin hayatta kalabilmesi, denge için önemlidir.

A58: Göç yollarının korunması, türün devamlılığı ve ekosistem dengesinin sağlanması açısından önemlidir.

İklim Değişikliği, Isınma ve Habitat Etkileri temasında biyoloji öğretmen adaylarının cevaplarından bazı örnekler aşağıda verilmiştir:

A1: Mevcut ekolojik dengenin bozulduğunu gösterir. İklim değişikliğini azaltarak göçü azaltabiliriz.

A12: Küresel ısınma sonucunda canlı habitatında değişiklikler olmuştur. Bu da canlıları etkileyerek birçoğunda göçü zorunlu kılmıştır.

A13: Bu hayvanların yaşam ve besin değerleri azalmıştır.

A53: Sumrular Sibirya ve Kuzey Avrasya'da yaşarlar. İklim değişikliği nedeniyle yaşam alanları tehdit altındadır.

Bilimsel Veri ve İklim Göstergesi temasında biyoloji öğretmen adaylarının cevaplarından bazı örnekler aşağıda verilmiştir:

A47: İklim ile ilgili bilgi verebilir. Türün canlılığını korumak için önemlidir.

A48: Ekosistem dengesi için önemlidir. İklim hakkında bilgi verir. Kutup ekosistemlerinin devamlılığı için göç yollarının korunması önemlidir.

A50: Yaz güneşini takip etmek için kutuplar arasında göç etmektedir. En uzun göç yoluna sahip kuşlardır. Bu yol sayesinde bilimsel çalışmalar yapılabilir. Göç yolu takip edilerek kutuplar hakkında bilgi toplanabilir.

Biyoloji öğretmen adaylarına yöneltilen "*Penguenlerin Antarktika ekosistemindeki rolü hakkında ne biliyorsunuz? Bu türlerin yaşam döngüsü ve çevresel adaptasyonları nelerdir?"* sorusuna verdikleri cevaplardan elde edilen kodlar ve bu kodların frekans dağılımları Tablo 17'de sunulmuştur.

Tablo 17.
Biyoloji Öğretmen Adaylarının Penguenlerin Antarktika Ekosistemindeki Rolü, Yaşam Döngüleri ve Çevresel Adaptasyonlarına İlişkin Görüşleri

Temalar	**Kodlar**	**Biyoloji Öğretmen Adayı**	**f**	**% Tema**	**% Toplam**
Fiziksel ve Morfolojik Adaptasyonlar	Kalın yağ ve deri tabakası	A4, A10, A36, A43, A47, A48, A49, A51, A52, A53, A54	11	39,29	13,58
	Tüy ve gaga yapısı	A2, A10, A20, A31, A34, A42, A43, A52, A54	9	32,14	11,11
	Yüzme ve hareket adaptasyonları	A2, A6, A36, A38, A39, A40	6	21,43	7,41
	Vücut ısısını koruyan diğer fiziksel özellikler	A3, A48	2	7,14	2,47
		Tema Toplam	**28**	**100**	**34,57**
Davranışsal Adaptasyonlar ve Yaşam Döngüsü	Kümeleşme (Huddling), sarılma ve titreme	A49, A50, A51, A52, A55, A56	6	46,15	7,41
	Koloni ve sürü halinde yaşama	A19, A42, A49, A52	4	30,77	4,94
	Yavru bakımı ve üreme	A42, A52, A55	3	23,08	3,70
		Tema Toplam	**13**	**100**	**16,05**
Ekosistemdeki Rolü ve Besin Zinciri	Av-Avcı ilişkisi ve Beslenme	A5, A13, A28, A33, A36, A41, A47, A48, A51, A52, A54, A58	12	50,00	14,81
	Kilit taşı tür olma	A1, A15, A19, A54, A55	5	20,83	6,17
	Ekosistem dengesi ve sağlığı	A12, A14, A23, A26, A35, A44, A46	7	29,17	8,64

		Tema Toplam	**24**	**100**	**29,63**
Çevresel Tehditler ve İklim Değişikliği	Küresel ısınma ve habitat kaybı	A24, A25, A32	3	100,00	3,70
		Tema Toplam	**3**	**100**	**3,70**
Bilgi Eksikliği	Bilgim yok	A7, A8, A9, A11, A16, A21, A22, A27, A29, A30, A37, A45, A57	13	100,00	16,05
		Tema Toplam	**13**	**100**	**16,05**
		Toplam	**81**		**100**

Tablo 17 incelendiğinde, biyoloji öğretmen adaylarının penguenlerin Antarktika ekosistemindeki rolü, yaşam döngüleri ve çevresel adaptasyonlarına ilişkin görüşlerinden toplam 81 kod elde edildiği ve bu kodların beş ana tema altında yapılandırıldığı görülmektedir.

Katılımcı görüşlerinin en fazla yoğunlaştığı temanın %34,57'lik (f=28) oranla "Fiziksel ve Morfolojik Adaptasyonlar" olduğu tespit edilmiştir. Bu tema altında öne çıkan "kalın yağ ve deri tabakası" (f=11) ile "tüy ve gaga yapısı" (f=9) ifadeleri, öğretmen adaylarının penguenlerin ekstrem soğuk koşullarında hayatta kalmalarını sağlayan anatomik mekanizmalara yüksek düzeyde hâkim olduklarını göstermektedir.

İkinci en yüksek frekansa sahip boyut, toplam veri setinin %29,63'ünü (f=24) oluşturan "Ekosistemdeki Rolü ve Besin Zinciri" temasıdır. Adayların "av-avcı ilişkisi ve beslenme" (f=12) dinamiklerine vurgu yapması ve özellikle penguenleri "kilit taşı tür" (f=5) gibi alana özgü üst düzey ekolojik bir kavramla tanımlamaları, bu canlının Antarktika besin ağındaki işlevsel rolünün biyolojik bir perspektifle doğru kavrandığını ortaya koymaktadır.

Canlıların hayatta kalma stratejileri sadece fiziksel değil, aynı zamanda "Davranışsal Adaptasyonlar ve Yaşam Döngüsü" (%16,05; f=13) teması altında sosyal davranış örüntüleriyle de ifade edilmiştir. Özellikle "kümeleşme (huddling), sarılma ve titreme" (f=6) ile "koloni ve sürü halinde yaşama" (f=4) kodları, adayların penguenlerin termoregülasyon (ısı düzenleme) davranışlarına yönelik spesifik bilgilere sahip olduklarına işaret etmektedir.

Araştırmanın en çarpıcı karşılaştırmalı bulgularından biri "Bilgi Eksikliği" temasında (%16,05; f=13) ortaya çıkmaktadır. Bir önceki araştırma sorusunda kutup sumrusu hakkında %40'ın üzerinde bir bilgi eksikliği gözlemlenirken, penguenler söz konusu olduğunda bu oranın belirgin şekilde düşmesi oldukça dikkat çekicidir. Bu durum, biyoloji öğretmen adaylarının belgesellerde ve popüler kültürde sıkça yer alan "karizmatik

megafauna" türlerine yönelik farkındalıklarının yüksek olduğunu, ancak aynı ekosistemi paylaşan diğer gösterge (indikatör) türler hakkında benzer bir bilgi derinliğine sahip olmadıklarını göstermektedir. Ayrıca düşük bir frekansa sahip olsa da "Çevresel Tehditler ve İklim Değişikliği" temasında (f=3) bu türlerin küresel ısınma nedeniyle taşıdığı risklere de değinilmiştir.

Fiziksel ve Morfolojik Adaptasyonlar temasında biyoloji öğretmen adaylarının cevaplarından bazı örnekler aşağıda verilmiştir:

A4: Yağ tabakalarıyla çevresel bir etken olan soğuktan korunur.

A10: Derisinin kalın olması ve tüylerle korunması.

A31: Tüyleri, gagaları gibi birçok özelliği çevreye karşı adaptasyon sağlamasında önemlidir.

A39: Soğuğa dayanıklı kuşlardır. Karinalı kemikleri olmadığı için uçamazlar.

A48: Besin zincirinde önemlidir. Balılar ile beslenerek yaşam döngüsündeki dengeyi sağlarlar. Büyük vücutları ve yağlı iç organlarıyla soğuğa karşı adaptasyon geliştirmişlerdir.

Davranışsal Adaptasyonlar ve Yaşam Döngüsü temasında biyoloji öğretmen adaylarının cevaplarından bazı örnekler aşağıda verilmiştir:

A19: Sürü halinde yaşarlar. Hem karada hem suda bulunabilirler. Kutup ekosistemine nişleri ile katkı sağlarlar.

A42: Soğuğa dayanıklı tüy yapıları, kalabalık gruplar halinde yaşamaları ve yavru bakımı gibi adaptasyonları, bu zorlu ortamda yaşamalarını sağlar.

A49: Çeşitli adaptasyonları vardır. Kümeli yaşam, titreme hareketi yaparak ısınma ve vücut sıcaklıklarını korumak için yağlı bir vücut yapısına sahip.

A52: Kendileri küçük balıklar için avcı, büyük avcılar için av konumundadır. Koloni halinde huddling (kümeleşme hareketi yapmaları, yavru yumurtadan çıkana kadar ayaklarının arasında tutma gibi adaptasyonlar, yağlı vücut ve hidrofabik tüyler vb.

Ekosistemdeki Rolü ve Besin Zinciri temasında biyoloji öğretmen adaylarının cevaplarından bazı örnekler aşağıda verilmiştir:

A5: Balıkları yerler ve foklar da onları yer.

A13: Kutupta yaşayan canlılar yaşam döngüsü içerisinde birbirleriyle beslenir. Bu sayede yaşamını sürdürürler.

A41: Besin zincirinde hem av hem de avcı olarak denge sağlarlar.

A55: Antartika'nın kilit türüdür. Normalde sarılarak halkalar halinde donmadan hayatta kalırken üreme döneminde mesafe açar.

Çevresel Tehditler ve İklim Değişikliği temasında biyoloji öğretmen adaylarının cevaplarından bazı örnekler aşağıda verilmiştir:

A25: Küresel ısınma ile buzulların erimesi onların da hayatını büyük ölçüde etkiler.

A32: Penguenler oraya uyum sağlamış oldukları için onların hayatı tehlike altında olabilir.

4.2.4. Öğretmen Adaylarının Gökyüzü Olayları Hakkındaki Görüşlerinin Nitel Analizi

Bu alt boyutta, biyoloji öğretmen adaylarının kutup bölgelerindeki gökyüzü olaylarına ilişkin sorulara verdikleri cevaplar irdelenmiştir.

Biyoloji öğretmen adaylarına yöneltilen "*Auroraların kutup bölgelerinde yaşayan canlılar üzerindeki etkileri hakkında ne düşünüyorsunuz? Bu doğa olayının biyolojik etkileri nelerdir?"* sorusuna verdikleri cevaplardan elde edilen kodlar ve bu kodların frekans dağılımları Tablo 18'de sunulmuştur.

Tablo 18.
Biyoloji Öğretmen Adaylarının Auroraların Kutup Bölgelerinde Yaşayan Canlılar Üzerindeki Etkilerine ve Biyolojik Sonuçlarına İlişkin Görüşleri

Temalar	Kodlar	Biyoloji Öğretmen Adayı	f	% Tema	% Toplam
Yön Bulma (Navigasyon) ve Görsel Algı	Yön bulmaya yardımcı olma	A42, A46, A56	3	60,00	5,08
	Görsel çekicilik ve ışık algısı	A9, A52	2	40,00	3,39
		Tema Toplam	**5**	**100**	**8,47**
Biyolojik Ritim ve Yaşam Döngüsü	Biyolojik saat ve ritim	A35, A39, A46	3	60,00	5,08
	Göç ve üreme dönemlerinin belirlenmesi	A28	1	20,00	1,69
	Davranışsal etkiler	A54	1	20,00	1,69
		Tema Toplam	**5**	**100**	**8,47**

Fiziksel Etkiler ve Adaptasyon	Fiziksel etkilere adaptasyon	A12, A13, A15	3	75,00	5,08
	Sıcaklık ve güneş ışınları	A33	1	25,00	1,69
		Tema Toplam	**4**	**100**	**6,78**
Bilgi Eksikliği	Bilgim yok	A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A10, A11, A14, A16, A17, A18, A19, A20, A21, A22, A23, A25, A26, A27, A29, A30, A31, A32, A34, A36, A37, A38, A40, A41, A43, A44, A45, A47, A48, A49, A50, A51, A53, A55, A58	43	95,56	72,88
	Biyolojik etkisi yoktur	A24, A57	2	4,44	3,39
		Tema Toplam	**45**	**100**	**76,27**
		Toplam	**59**		**100**

Tablo 18 incelendiğinde, biyoloji öğretmen adaylarının auroraların (kutup ışıklarının) kutup bölgelerinde yaşayan canlılar üzerindeki etkilerine ilişkin görüşlerinden toplam 59 kod elde edildiği ve bu kodların dört ana tema altında yapılandırıldığı görülmektedir.

Araştırmanın bu sorusundan elde edilen en çarpıcı bulgu, tüm veri setinin %76,27'sini (f=45) oluşturan "Bilgi Eksikliği" temasıdır. Katılımcıların önemli bir çoğunluğunun "bilgim yok" (f=43) yanıtını vermesi veya "biyolojik etkisi yoktur" (f=2) şeklinde görüş bildirmesi, auroralar gibi atmosferik ve fiziksel doğa olaylarının biyolojik yansımaları (manyetoresepsiyon vb.) konusunda öğretmen adaylarında ciddi bir kavramsal boşluk olduğunu ortaya koymaktadır.

Konuya ilişkin fikir yürütebilen katılımcıların görüşleri incelendiğinde, "Biyolojik Ritim ve Yaşam Döngüsü" (%8,47; f=5) ile "Yön Bulma (Navigasyon) ve Görsel Algı" (%8,47; f=5) temalarının öne çıktığı görülmektedir. Adaylar, auroraların elektromanyetik doğasını canlı davranışlarıyla doğru bir şekilde ilişkilendirerek "yön bulmaya yardımcı olma" (f=3) ve "biyolojik saat ve ritim" (f=3) gibi üst düzey biyolojik kavramlara vurgu yapmışlardır. Bu durum, belirli bir katılımcı grubunun fiziksel çevre ile canlı fizyolojisi arasında disiplinler arası bir bağ kurabildiğini göstermektedir.

Daha düşük bir frekansa sahip olan "Fiziksel Etkiler ve Adaptasyon" temasında (%6,78; f=4) ise, katılımcılar ağırlıklı olarak "fiziksel etkilere adaptasyon" (f=3) kodunu ifade

etmişlerdir. Bu tema altındaki "sıcaklık ve güneş ışınları" (f=1) kodu ise auroraların oluşum mekanizmasına dair olası bir kavram yanılgısına işaret etmektedir.

Yön Bulma (Navigasyon) ve Görsel Algı temasında biyoloji öğretmen adaylarının cevaplarından bazı örnekler aşağıda verilmiştir:

A9: Görsel çekiciliğinden dolayı canlıları çekebilir.

A42: Hayvanların yön bulmalarının etkileyebilir.

A52. Göz yapısı farklı dalga boylarını algılayan bazı canlıların görüşünü etkilerler.

Biyolojik Ritim ve Yaşam Döngüsü temasında biyoloji öğretmen adaylarının cevaplarından bazı örnekler aşağıda verilmiştir:

A28: Göç zamanı, üreme dönemi hakkında bilgi verebilir.

A35: Canlıların biyolojik ritmini belirler.

A39: Dünyanın elektromanyetik dalgaları sebebiyle oluştuklarından canlıların biyolojik saatlerini etkileyebilir.

A46: Bazı canlıalrın yön bulma ve biyolojik ritim için önemlidir.

Fiziksel Etkiler ve Adaptasyon temasında biyoloji öğretmen adaylarının cevaplarından bazı örnekler aşağıda verilmiştir:

A12: Işık oluşumlarının fizikteki etkilerine karşı adaptasyon sağlar.

A13: Canlılar üzerindeki fiziksel etkileri vardır.

A33: Güneş ışınlarının eğik gelemesi ile sıcaklık durumlarını etkiliyor olabilir.

Bu analiz, auroranın biyolojik etkileri gibi özelleşmiş bir bilimsel sorgulamanın, hedef kitlede büyük ölçüde bir bilgi boşluğu olduğunu göstermektedir. Bu durum, kutup ekosistemlerinin işleyişinin anlaşılmasında, abiyotik faktörlerin (jeomanyetik aktivite gibi) rolüne dair kamuoyu bilincinin oldukça sınırlı olduğunu ortaya koymaktadır. Ancak, bazı öğretmen adaylarının, bilimsel literatürde de tartışılan (manyetik alan değişimlerinin göçmen hayvanlar üzerindeki olası etkileri gibi) konulara dair akıl yürütme ile mantıksal hipotezler üretebildikleri de tespit edilmiştir. Çalışmanın bulguları, astrobiyoloji ve manyetobiyoloji gibi disiplinler arası alanlarda temel kavramların aktarılmasının gerekliliğini ve bu aktarımın, katılımcıların zaten sahip olduğu temel biyolojik ve fiziksel ilkeler (ritim, uyaran-algı ilişkisi) üzerine inşa edilebileceğini göstermektedir.

Biyoloji öğretmen adaylarına yöneltilen "*Kutup Yıldızı'nın biyolojik araştırmalarda kullanımı hakkında ne biliyorsunuz? Bu yıldızın navigasyon ve biyolojik çalışmalar açısından önemi nedir?"* sorusuna verdikleri cevaplardan elde edilen kodlar ve bu kodların frekans dağılımları Tablo 19'da sunulmuştur.

Tablo 19.
Biyoloji Öğretmen Adaylarının Kutup Yıldızı'nın Navigasyon ve Biyolojik Araştırmalardaki Önemine İlişkin Görüşleri

Temalar	**Kodlar**	**Biyoloji Öğretmen Adayı**	**f**	**% Tema**	**% Toplam**
Navigasyon ve Yön Tayini	Yön ve konum belirleme	A1, A2, A5, A6, A7, A9, A10, A11, A12, A13, A15, A16, A19, A20, A21, A23, A25, A26, A27, A28, A31, A34, A35, A37, A38, A39, A40, A42, A44, A45, A46, A47, A48, A49, A52, A54, A55, A57, A58	39	97,50	65,00
	Gökyüzü navigasyonu	A56	1	2,50	1,67
		Tema Toplam	**40**	**100**	**66,67**
Biyolojik, Ekolojik ve Davranışsal Çalışmalar	Doğal yönelim, göç ve hayvan davranışları	A3, A43, A53	3	50,00	5,00
	Türlerin tayini ve konum bulma	A4, A50	2	33,33	3,33
	Ekolojik ve evrimsel araştırmalar	A53	1	16,67	1,67
		Tema Toplam	**6**	**100**	**10,00**
Bilimsel ve Coğrafi Araştırmalara Genel Katkı	Bilimsel çalışmalara temel oluşturma	A14, A24, A50	3	75,00	5,00
	Coğrafi mesafe hesaplamaları	A51	1	25,00	1,67
		Tema Toplam	**4**	**100**	**6,67**
Bilgi Eksikliği	Bilgim yok	A8, A17, A18, A22, A29, A30, A32, A33, A36, A41	10	100	16,67
		Tema Toplam	**10**	**100**	**16,67**
		Toplam	**60**		**100**

Tablo 19 incelendiğinde, biyoloji öğretmen adaylarının Kutup Yıldızı'nın biyolojik çalışmalardaki yeri ve navigasyon açısından önemine ilişkin görüşlerinden toplam 60 kod elde edildiği ve bu kodların dört ana tema altında sınıflandırıldığı görülmektedir.

Veri setini büyük ölçüde domine eden boyut, %66,67'lik (f=40) gibi yüksek bir oranla "Navigasyon ve Yön Tayini" temasıdır. Bu tema altında "yön ve konum belirleme" (f=39) kodu, neredeyse tüm katılımcıların üzerinde uzlaştığı temel fikir olmuştur. Bu durum, öğretmen adaylarının Kutup Yıldızı'nın coğrafi ve astronomik temel işlevine dair genel bir farkındalığa sahip olduklarını göstermektedir.

Ancak söz konusu genel bilginin biyoloji disiplinine entegrasyonu incelendiğinde, oranların belirgin şekilde düştüğü görülmektedir. Öğretmen adaylarının yalnızca %10'u (f=6) bu olguyu "Biyolojik, Ekolojik ve Davranışsal Çalışmalar" teması altında değerlendirebilmiştir. Bu tema içerisindeki "doğal yönelim, göç ve hayvan davranışları" (f=3) ile "ekolojik ve evrimsel araştırmalar" (f=1) kodları, sadece sınırlı sayıdaki katılımcının astronomik navigasyon ile canlı davranışları (örneğin göçmen kuşların yıldız navigasyonu kullanması) arasında disiplinlerarası bir bağ kurabildiğine işaret etmektedir.

Benzer şekilde, katılımcıların bir kısmı konuyu "Bilimsel ve Coğrafi Araştırmalara Genel Katkı" (%6,67; f=4) bağlamında ele alırken, alan spesifik bir biyolojik derinliğe inmekte zorlanmışlardır. Araştırmanın bu boyutunu destekleyen en net bulgu ise %16,67'lik (f=10) frekansa sahip olan "Bilgi Eksikliği" temasıdır.

Navigasyon ve Yön Tayini temasında biyoloji öğretmen adaylarının cevaplarından bazı örnekler aşağıda verilmiştir:

A1: Yön tayininde kullanırlar.

A2: Kuzey yönünü işaret eder.

A45: Yön bulmayı sağlar.

A56. Diğer yıldızların konumunu anlamda kullanılır. Yön bulmayı sağlar.

Biyolojik, Ekolojik ve Davranışsal Çalışmalar temasında biyoloji öğretmen adaylarının cevaplarından bazı örnekler aşağıda verilmiştir:

A3: Her zaman kutubu gösterir. Taşların kuzeyinin yosun olması, karıncaların kuzeye yuva yapması gibi biyolojik etkileri olabilir.

A4: Yer-yön bilgisi açısından hem hayvanlara hem insanlara katkı sağlar; biyolojik çalışmalar açısından hangi bölgelerde konumlandıklarını bulmaya yardımcı olur.

A53: Göç ve yön bulmayı. Ekolojik çalışmalar ve evrimsel çalışmalarda.

Bilimsel ve Coğrafi Araştırmalara Genel Katkı temasında biyoloji öğretmen adaylarının cevaplarından bazı örnekler aşağıda verilmiştir:

A14: Birçok bilimsel araştırmaya katkı sağlar.

A24: Yön belirtir. Biyolojik çalışmalarda çok önemlidir.

A50: Yön bulmayı sağlar. Biyolojik araştırmalarda türlerin tayini veya bilgileri hakkında yol gösterici olarak kullanılır.

4.2.5. Öğretmen Adaylarının Buzul Özellikleri Hakkındaki Görüşlerinin Nitel Analizi

Bu alt boyutta, biyoloji öğretmen adaylarının buzul özelliklerine ilişkin sorulara verdikleri cevaplar irdelenmiştir.

Biyoloji öğretmen adaylarına yöneltilen "*Buz dağlarının ekosistemler üzerindeki etkileri hakkında ne düşünüyorsunuz? Bu buz dağlarının erimesinin biyolojik çeşitlilik üzerindeki etkileri nelerdir?"* sorusuna verdikleri cevaplardan elde edilen kodlar ve bu kodların frekans dağılımları Tablo 20'de sunulmuştur.

Tablo 20.
Biyoloji Öğretmen Adaylarının Buz Dağlarının Ekosistemler Üzerindeki Etkileri ve Erimesinin Biyolojik Çeşitliliğe Sonuçlarına İlişkin Görüşleri

Temalar	Kodlar	Biyoloji Öğretmen Adayı	f	% Tema	% Toplam
Habitat Kaybı ve Türlerin Yok Olması	Yaşam alanlarının (habitat) daralması ve yok olması	A4, A15, A18, A38, A44, A47, A52, A54, A58	9	37,50	10,84
	Nesil tükenmesi ve canlı ölümleri	A2, A4, A6, A9, A17, A20, A22, A24, A36, A37, A47, A49, A51, A55, A58	15	62,50	18,07
		Tema Toplam	**24**	**100**	**28,92**
Su Seviyesinin Yükselmesi ve İklimsel/Fiziksel Etkiler	Su seviyesinin yükselmesi, sular altında kalma ve sel	A11, A26, A28, A31, A38, A44, A48, A51, A52, A53	10	55,56	12,05
	Okyanus dengesi ve sera etkisi	A40, A52, A57	3	16,67	3,61
	Küresel ısınma	A27, A43, A45, A52	4	22,22	4,82
	Gelecekteki su kaynağı	A35	1	5,56	1,20

		Tema Toplam	**18**	**100**	**21,69**
Mikroorganizmalar, Hastalıklar ve Yeni Popülasyonlar	Hastalık, virüs ve salgın riski	A3, A19, A37	3	30,00	3,61
	İnaktif canlıların canlanması ve biyoçeşitlilik artışı	A2, A3, A5, A25, A39, A46, A56	7	70,00	8,43
		Tema Toplam	**10**	**100**	**12,05**
Ekosistem ve Besin Zinciri Tahribatı	Genel olumsuz etki ve biyoçeşitliliğin zarar görmesi	A1, A10, A12, A13, A14, A16, A21, A22, A23, A25, A30, A33, A34, A43, A45, A48, A49, A50, A52, A55, A58	21	84,00	25,30
	Besin zincirinde bozulma	A39, A54, A57, A58	4	16,00	4,82
		Tema Toplam	**25**	**100**	**30,12**
Bilgi Eksikliği	Bilgim yok	A7, A8, A29, A32, A41, A42	6	100,00	7,23
		Tema Toplam	**6**	**100**	**7,23**
		Toplam	**83**		**100**

Tablo 20 incelendiğinde, biyoloji öğretmen adaylarının buz dağlarının erimesinin ekosistemler ve biyolojik çeşitlilik üzerindeki etkilerine ilişkin görüşlerinden toplam 83 kod elde edildiği ve bu kodların beş ana tema altında yapılandırıldığı görülmektedir.

Tablo 20'ye göre, en yüksek frekansa sahip boyut, toplam görüşlerin %30,12'sini (f=25) oluşturan "Ekosistem ve Besin Zinciri Tahribatı" temasıdır. Katılımcılar, erimenin sonuçlarını ağırlıklı olarak "genel olumsuz etki ve biyoçeşitliliğin zarar görmesi" (f=21) bağlamında değerlendirmiş, ek olarak "besin zincirinde bozulma" (f=4) riskine dikkat çekmişlerdir.

İkinci sırada, %28,92'lik (f=24) oranla "Habitat Kaybı ve Türlerin Yok Olması" teması yer almaktadır. Öğretmen adayları bu süreçte canlıların doğrudan zarar göreceğini öngörerek "nesil tükenmesi ve canlı ölümleri" (f=15) ile "yaşam alanlarının (habitat) daralması ve yok olması" (f=9) kodlarına yüksek düzeyde vurgu yapmışlardır. Bu durum, konunun temel biyolojik sonuçlarının katılımcılar tarafından net bir şekilde kavrandığını göstermektedir.

Katılımcılar, erimenin yalnızca biyolojik değil, aynı zamanda fiziksel ve coğrafi sonuçlarını da "Su Seviyesinin Yükselmesi ve İklimsel/Fiziksel Etkiler" (%21,69; f=18) teması altında ele almışlardır. "Su seviyesinin yükselmesi, sular altında kalma ve sel" (f=10) ile "okyanus dengesi ve sera etkisi" (f=3) gibi kodlar, küresel iklim dinamiklerine yönelik güçlü bir farkındalığa işaret etmektedir.

Araştırmanın en dikkat çekici ve vizyoner bulgularından biri "Mikroorganizmalar, Hastalıklar ve Yeni Popülasyonlar" temasında (%12,05; f=10) ortaya çıkmıştır. Öğretmen adaylarının "inaktif canlıların canlanması ve biyoçeşitlilik artışı" (f=7) ile "hastalık, virüs ve salgın riski" (f=3) beklentileri, eriyen buzulların virolojik ve evrimsel potansiyeline dair çok derinlikli bir biyolojik bakış açısını yansıtmaktadır.

Önceki sorularla kıyaslandığında oldukça düşük bir orana (%7,23; f=6) sahip olan "Bilgi Eksikliği" teması ise, biyoloji öğretmen adaylarının popüler çevre sorunları ve küresel iklim krizinin makro düzeydeki ekolojik sonuçları hakkında genel bir farkındalığa ve temel düzeyde bilgi birikimine sahip olduklarını doğrular niteliktedir.

Habitat Kaybı ve Türlerin Yok Olması temasında biyoloji öğretmen adaylarının cevaplarından bazı örnekler aşağıda verilmiştir:

A4: Buz dağları yaşam alanıdır. Buz dağlarının erimesiyle oradaki canlıların nesli tükenme tehlikesine yol açar.

A15: Canlılara ev ve alan veren alanların azalması olumsuzdur.

A47: Dağların erimesi habitat ve canlı kaybına yol açar. Türlerin yok olmasına sebep olur.

Su Seviyesinin Yükselmesi ve İklimsel/Fiziksel Etkiler temasında biyoloji öğretmen adaylarının cevaplarından bazı örnekler aşağıda verilmiştir:

A26: Eridikçe su oluşur ve sular altında birçok canlı kalır.

A35: Önemli su kaynaklarıdır. İlerideki yıllarda su kıtlığının çekilmesinin önüne geçip canlı yaşamının devamını sağlayabilir.

A48: Deniz seviyesinin artması ekosistemleri etkiler. Bu da biyolojik çeşitliliği tehdit eder.

A52: Su seviyelerini yükseltip, sıcaklık farklarının artmasına sebep olurlar. Buzullarda yaşayan canlıların yaşam alanlarının yok olması biyolojik çeşitliliği olumsuz etkileyecektir.

Mikroorganizmalar, Hastalıklar ve Yeni Popülasyonlar temasında biyoloji öğretmen adaylarının cevaplarından bazı örnekler aşağıda verilmiştir:

A3: Donmuş virüs barındığını düşünüyorum. Erimesi canlılar için riskli olabilir. Virüs olmasa bile küresel ısınmadan dolayı kesinlikle korunmalıdır.

A19: Biyoçeşitliliği azaltır, mikroorganizmaların dağılması da hastalık yapıcıdır.

A37: Canlılar için büyük bir tehdit olur. Ortaya çıkacak yeni hastalık ve salgınlara yol açabilir.

A46: Bilinmeyen canlılar ortaya çıkabilir.

A56: Eriyen buz dağlarının arasında inaktif olarak yaşayan bazı canlılar aktif yaşam formuna dönüşmesine yol açar. Biyoçeşitliliği arttırır.

Ekosistem ve Besin Zinciri Tahribatı temasında biyoloji öğretmen adaylarının cevaplarından bazı örnekler aşağıda verilmiştir:

A22: Canlıların neslinin tükenmesi ekosistemi kötü etkiler.

A48: Deniz seviyesinin artması ekosistemleri etkiler. Bu da biyolojik çeşitliliği tehdit eder.

A54: Canlıların yaşam alanları kaybolacak, besin zincirinde bozulmalar görülür.

A57: Okyanusların tuzluluk dengesi, sıcaklık dağılımı ve besin zincirleri üzerinde etkileri vardır.

Biyoloji öğretmen adaylarına yöneltilen "*Buz tabakası altında bulunan göller ve akarsuların biyolojik önemi nedir? Bu su kaynaklarının keşfi ve korunması neden önemlidir?"* sorusuna verdikleri cevaplardan elde edilen kodlar ve bu kodların frekans dağılımları Tablo 21'de sunulmuştur.

Tablo 21.
Biyoloji Öğretmen Adaylarının Buz Tabakası Altındaki Göllerin ve Akarsuların Biyolojik Önemi ile Keşif ve Korunma Gerekçelerine İlişkin Görüşleri

Temalar	**Kodlar**	**Biyoloji Öğretmen Adayı**	**f**	**% Tema**	**% Toplam**
Tatlı Su Potansiyeli ve Kuraklığa Karşı Önlem	Tatlı su ve temiz içme suyu kaynağı	A10, A27, A28, A34, A38, A39, A52, A53, A54, A55	10	62,50	12,05
	Kuraklık ve su krizine çözüm	A22, A34, A35, A39, A52, A53	6	37,50	7,23
		Tema Toplam	**16**	**100**	**19,23**
Biyoçeşitlilik, Yeni Keşifler ve Mikroorganizmalar	Biyoçeşitlilik ve tür zenginliği	A3, A9, A14, A17, A20, A21, A48, A49, A51, A58	10	38,46	12,05
	Yeni ve keşfedilmemiş canlı türleri (Fosiller)	A5, A20, A24, A31, A33, A42, A48, A54, A55	9	34,62	10,84
	Mikroorganizmalar ve spesifik türler	A6, A13, A16, A42, A45, A50, A51	7	26,92	8,43
		Tema Toplam	**26**	**100**	**31,33**
Ekosistem Dengesi ve Yaşam	Ekosistemin ve ekolojik dengenin sürdürülebilirliği	A10, A11, A12, A19, A22, A24, A26, A50	8	38,10	9,64

Alanlarının (Habitat) Korunması	Canlılar için yaşam alanı (habitat) ve besin kaynağı	A2, A4, A5, A7, A15, A16, A18, A23, A26, A28, Ö44, A49	12	57,14	14,46
	Hayvan davranışları ve gelişimi	A25	1	4,76	1,20
		Tema Toplam	**21**	**100**	**25,30**
Nesli Tükenme Tehlikesi, Sağlık Riskleri ve İklim Verileri	Nesil tükenmesi ve tür kayıpları	A17, A24, A35, A36, A47	5	55,56	6,02
	Geçmiş iklim ve çevresel değişimler hakkında bilgi sağlama	A42, A58	2	22,22	2,41
	Pandemi ve hastalık riski	A40, A55	2	22,22	2,41
		Tema Toplam	**9**	**100**	10,84
Bilgi Eksikliği	Bilgim yok	A1, A8, A29, A30, A32, A37, A41, A43, A46, A56, A57	11	100,00	13,25
		Tema Toplam	**11**	**100**	**13,25**
		Toplam	**83**		**100**

Tablo 21 incelendiğinde, biyoloji öğretmen adaylarının buz tabakası altındaki su kaynaklarının biyolojik önemi, keşfi ve korunmasına ilişkin görüşlerinden toplam 83 kod elde edildiği ve bu kodların beş ana tema altında sınıflandırıldığı görülmektedir.

Veri setinde en yüksek yoğunluğa sahip boyut, toplam görüşlerin %31,33'ünü (f=26) oluşturan "Biyoçeşitlilik, Yeni Keşifler ve Mikroorganizmalar" temasıdır. Öğretmen adayları bu gizli habitatları "biyoçeşitlilik ve tür zenginliği" (f=10) açısından değerli bulurken, alanın izole doğasına atıfla "yeni ve keşfedilmemiş canlı türleri (fosiller)" (f=9) ile "mikroorganizmalar ve spesifik türler" (f=7) keşfedilebileceğine yönelik güçlü bir biyolojik öngörü sunmuşlardır.

İkinci sırada, %25,30'luk (f=21) oranla "Ekosistem Dengesi ve Yaşam Alanlarının (Habitat) Korunması" teması yer almaktadır. Katılımcılar buz altı su kaynaklarını öncelikle "canlılar için yaşam alanı (habitat) ve besin kaynağı" (f=12) olarak nitelendirmiş ve bu alanların korunmasını "ekosistemin ve ekolojik dengenin sürdürülebilirliği" (f=8) ile doğrudan ilişkilendirmişlerdir.

Araştırmanın dikkat çekici bulgularından biri, öğretmen adaylarının konuyu gelecekteki çevresel krizler bağlamında ele aldığı "Tatlı Su Potansiyeli ve Kuraklığa Karşı Önlem" (%19,23; f=16) temasıdır. "Tatlı su ve temiz içme suyu kaynağı" (f=10) ile "kuraklık ve su krizine çözüm" (f=6) kodları, katılımcıların kutup coğrafyasını yalnızca biyolojik bir alan

olarak değil, aynı zamanda küresel insanlık sorunlarına karşı stratejik bir rezerv olarak gördüklerini göstermektedir.

"Nesli Tükenme Tehlikesi, Sağlık Riskleri ve İklim Verileri" temasında (%10,84; f=9), adaylar buz altı sularının "geçmiş iklim ve çevresel değişimler hakkında bilgi sağlama" (f=2) potansiyeline değinirken, donmuş patojenlerin serbest kalmasıyla oluşabilecek "pandemi ve hastalık riski"ni (f=2) de dile getirmişlerdir. Öte yandan, katılımcıların %13,25'ini (f=11) oluşturan "Bilgi Eksikliği" teması, belirli bir grubun bu spesifik hidrolojik yapılar ve biyolojik karşılıkları hakkında henüz kavramsal bir fikre sahip olmadığını göstermektedir.

Tatlı Su Potansiyeli ve Kuraklığa Karşı Önlem temasında biyoloji öğretmen adaylarının cevaplarından bazı örnekler aşağıda verilmiştir:

A10: Tatlı su kaynakları olduğu için ekolojik denge açısından korumak tabii ki önemlidir.

A22: Bu su kaynaklarının korunması hem kuraklık için hem de içinde bulunan canlıların neslinin devamı için önemlidir.

A38: Tatlı su kaynaklarının çoğu buzullarda olduğu için gelecek için önemli.

A54: Temiz su kaynağıdır. Belki de birçok keşfedilmemiş türler yaşar. Bu yüzden çok iyi korumalıyız.

Biyoçeşitlilik, Yeni Keşifler ve Mikroorganizmalar temasında biyoloji öğretmen adaylarının cevaplarından bazı örnekler aşağıda verilmiştir:

A3: Biyolojik çeşitlilik için önemlidir.

A13: Göller ve akarsular birçok mikroorganizma bulunabilir.

A17: Buz altında birçok çeşitli canlı, yaşamını sürdürmektedir. Canlıların nesli tükenebilir.

A33: Oradan fosiller ya da yeni canlı türleri çıkabilir.

A54: Temiz su kaynağıdır. Belki de birçok keşfedilmemiş türler yaşar. Bu yüzden çok iyi korumalıyız.

Ekosistem Dengesi ve Yaşam Alanlarının (Habitat) Korunması temasında biyoloji öğretmen adaylarının cevaplarından bazı örnekler aşağıda verilmiştir:

A11: Tabaka altında bulunan göller ve akarsuların ve bu kaynakların korunması gerektiğinin hatta yaşayan canlıların zorlu hayat koşulları da ekoloji için önemlidir.

A25: Ters akım ile hayvanların gelişimi, üremesi ve göçünde faydalıdır.

A49: Buz tabanı altında yaşamını sürdüren sucul canlılar vardır. O yüzden bu alanlar korunmalıdır. Zarar verilmemelidir.

A50: Buz altındaki göller ve akarsular da yaşayan mikroorganizmalar için biyolojik önem taşımaktadır. Bu yüzden korumak önemlidir.

Nesli Tükenme Tehlikesi, Sağlık Riskleri ve İklim Verileri temasında biyoloji öğretmen adaylarının cevaplarından bazı örnekler aşağıda verilmiştir:

A17: Buz altında birçok çeşitli canlı, yaşamını sürdürmektedir. Canlıların nesli tükenebilir.

A24: Canlıların nesli tükenme tehlikesi olur. Bunların keşfedilmesi ve orada bulunan canlıların korunması önemlidir.

A40: Buradaki canlılar serbest kalırsa büyük pandemilere sebep olabilirler.

A42: İzole olmuş ve henüz keşfedilmemiş mikroorganizmalara ev sahipliği yapar. İklim geçmişi hakkında bilgi verebilir.

Bu analiz, biyoloji öğretmen adaylarının buzul altı su sistemlerine dair algılarının çok boyutlu olduğunu göstermektedir. Yanıtlar, temel ekolojik işlevlerden başlayarak, bilimsel keşif potansiyeline ve nihayetinde küresel insani ihtiyaçlara uzanan geniş bir yelpazede şekillenmektedir. Biyoloji öğretmen adayları, bu ortamların korunmasını öncelikle biyolojik çeşitliliğin ve tatlı su kaynağının sürdürülebilirliği için gerekli görmektedir.

4.2.6. Öğretmen Adaylarının Antarktika'nın Coğrafi Özellikleri Hakkındaki Görüşlerinin Nitel Analizi

Bu alt boyutta, biyoloji öğretmen adaylarının Antarktika'nın coğrafi özelliklerine ilişkin sorulara verdikleri cevaplar incelenmiştir.

Biyoloji öğretmen adaylarına yöneltilen "*Arktik bölgedeki deniz ve kara alanlarının dağılımı hakkında ne biliyorsunuz?"* sorusuna verdikleri cevaplardan elde edilen kodlar ve bu kodların frekans dağılımları Tablo 22'de sunulmuştur.

Tablo 22.
Biyoloji Öğretmen Adaylarının Arktik Bölgedeki Deniz ve Kara Alanlarının Dağılımına İlişkin Görüşleri

Temalar	Kodlar	Biyoloji Öğretmen Adayı	f	% Tema	% Toplam
Deniz Alanlarının Çoğunlukta Olduğu Görüşü	Denizler fazladır	A2, A3, A7, A10, A17, A19, A25, A27, A28, A33, A35, A43, A47, A48, A49, A50, A54, A58	18	85,71	31,03
	Karalar azdır	A31, A42, A52	3	14,29	5,17
		Tema Toplam	**21**	**100**	**36,21**
Kara ve Buz Alanlarının Çoğunlukta Olduğu Görüşü	Karalar, buz kütleleri veya buz dağları daha fazladır	A1, A12, A20, A24, A37, A39	6	100,00	10,34
		Tema Toplam	**6**	**100**	**10,34**
Çevresel Değişimler ve Dinamik Yapı	Zamanla erime ve mevsimsel değişiklikler	A15, A46, A55	3	100,00	5,17
		Tema Toplam	**3**	**100**	**5,17**
Bilgi Eksikliği	Bilgim yok	A4, A5, A6, A8, A9, A11, A13, A14, A16, A18, A21, A22, A23, A26, A29, A30, A32, A34, A36, A38, A40, A41, A44, A45, A51, A53, A56, A57	28	100,00	48,28
		Tema Toplam	**28**	**100**	**48,28**
		Toplam	**58**		**100**

Tablo 22 incelendiğinde, biyoloji öğretmen adaylarının Arktik bölgedeki deniz ve kara alanlarının dağılımına ilişkin görüşlerinden toplam 58 kod elde edildiği ve bu kodların dört ana tema altında yapılandırıldığı görülmektedir.

Araştırmanın bu boyutunda öne çıkan en çarpıcı bulgu, tüm veri setinin neredeyse yarısını (%48,28; f=28) oluşturan "Bilgi Eksikliği" temasıdır. Öğretmen adaylarının çok büyük bir kısmının "bilgim yok" yanıtını vermesi, kutup coğrafyasının temel yapısına (Arktik bölgesinin fiziki durumuna) yönelik belirgin bir kavramsal boşluk olduğunu ortaya koymaktadır.

Konu hakkında görüş bildiren katılımcılar incelendiğinde, en yüksek frekansa sahip temanın doğru bir coğrafi algıyı yansıtan "Deniz Alanlarının Çoğunlukta Olduğu Görüşü" (%36,21; f=21) olduğu görülmektedir. Adayların "denizler fazladır" (f=18) ve "karalar azdır" (f=3) ifadeleri, Arktik bölgenin ağırlıklı olarak okyanustan (Arktik Okyanusu) oluştuğu gerçeğinin belirli bir grup tarafından doğru kavrandığını göstermektedir.

Veriler arasında alan eğitimine dair önemli ipuçları sunan bir diğer boyut, "Kara ve Buz Alanlarının Çoğunlukta Olduğu Görüşü" (%10,34; f=6) temasıdır. Adayların okyanus üzerinde yer alan deniz buzlarını (sea ice) birer kara parçası olarak algılaması veya Kuzey Kutbu'nu yapısal olarak Güney Kutbu (Antarktika) ile karıştırması, bu kavram yanılgısının temel nedeni olarak değerlendirilebilir. Oysa Arktik Okyanusu, çevresindeki kıyı şeritleri ve adalardan oluşan geniş bir su kütlesidir ve deniz alanı karadan çok daha fazladır.

Ayrıca düşük bir frekansa sahip olsa da "Çevresel Değişimler ve Dinamik Yapı" temasında (%5,17; f=3) bölgenin sınırlarının "zamanla erime ve mevsimsel değişiklikler" gösterdiğine dair analitik bir değerlendirme yapılmıştır.

Deniz Alanlarının Çoğunlukta Olduğu Görüşü temasında biyoloji öğretmen adaylarının cevaplarından bazı örnekler aşağıda verilmiştir:

A2: Denizle kaplı alanın daha fazla olduğunu biliyorum.

A7: Deniz karadan fazladır.

A31: Kara alanları daha azdır.

Kara ve Buz Alanlarının Çoğunlukta Olduğu Görüşü temasında biyoloji öğretmen adaylarının cevaplarından bazı örnekler aşağıda verilmiştir:

A12: Buz kütlelerinden oluşan karasal alanlar daha çoktur.

A24: Karalar çoktur.

A39: Buz dağı fazladır.

Çevresel Değişimler ve Dinamik Yapı temasında biyoloji öğretmen adaylarının cevaplarından bazı örnekler aşağıda verilmiştir:

A15: Buzdan oluşan kara kütlesi zamanla azalır sıvı kütlesi artar.

A46: Çevre değişimlerine hassastır.

A55: Kara ve deniz alanları yıl içinde değişkendir.

Bu analiz, katılımcıların Arktik bölgesinin deniz-kara dağılımına ilişkin bilgi düzeylerinde önemli bir dağılım olduğunu ortaya koymaktadır. Bu durum, Arktik coğrafyasının temel özelliklerine yönelik toplumsal farkındalık ve doğru bilgilendirme ihtiyacını açıkça göstermektedir. İklim değişikliği bağlamında önemi giderek artan Arktik bölgesinin fiziki coğrafyasının doğru anlaşılması, bölgesel ve küresel süreçlerin değerlendirilmesi için bir ön koşuldur.

Biyoloji öğretmen adaylarına yöneltilen "*Arktik bölgesinde yerleşik hayat hakkında ne düşünüyorsunuz?"* sorusuna verdikleri cevaplardan elde edilen kodlar ve bu kodların frekans dağılımları Tablo 23'te sunulmuştur.

Tablo 23.
Biyoloji Öğretmen Adaylarının Arktik Bölgesindeki Yerleşik Hayat ve Beşerî Faaliyetlere İlişkin Görüşleri

Temalar	**Kodlar**	**Biyoloji Öğretmen Adayı**	**f**	**% Tema**	**% Toplam**
Zorlu Yaşam Koşulları ve İklim	Soğuk ve ekstrem koşullar	A1, A4, A16, A26, A27, A31, A35, A37, A42, A43, A46, A47, A48, A54, A55, A57, A58	17	80,95	22,37
	Zor ama imkânsız değil	A38, A43, A55, A58	4	19,05	5,26
		Tema Toplam	**21**	**100**	**27,63**
Adaptasyon ve Uyum Becerisi	Çevreye uyum sağlama (Adaptasyon)	A3, A10, A12, A15, A17, A35, A44, A48, A58	9	100,00	11,84
		Tema Toplam	**9**	**100**	**11,84**
Barınma, Beslenme ve Geleneksel Yaşam Tarzı	Barınma ve İglolar	A5, A10, A19, A55	4	50,00	5,26
	Beslenme ve balıkçılık	A4, A27, A35, A57	4	50,00	5,26
		Tema Toplam	**8**	**100**	**10,53**
Nüfus Yoğunluğu ve Yerleşik Hayatın Olup Olmaması	Kısıtlı nüfus ve az yerleşim	A4, A19, A27, A31, A38, A40, A49, A50	8	57,14	**10,53**
	Yerleşik hayat yoktur	A17, A33, A39, A52	4	28,57	5,26
	Yerleşik hayat vardır	A45, A53	2	14,29	2,63
		Tema Toplam	**14**	**100**	**18,42**
Çevresel Dinamikler ve Tehditler	Yüzey çözünmesi ve evsiz kalma	A6, A13, A24	3	100,00	3,95
		Tema Toplam	**3**	**100**	**3,95**
Bilgi Eksikliği	Bilgim yok	A2, A7, A8, A9, A11, A14, A18, A20, A21, A22, A23, A25, A28, A29, A30, A32, A34, A36, A41, A51, A56	21	100,00	27,63
		Tema Toplam	**21**	**100**	**27,63**
		Toplam	**76**		**100**

Tablo 23 incelendiğinde, biyoloji öğretmen adaylarının Arktik bölgesindeki yerleşik hayata ilişkin görüşlerinden toplam 76 kod elde edildiği ve bu kodların altı ana tema altında sınıflandırıldığı görülmektedir.

Veri setinde eşit ve en yüksek orana (%27,63; f=21) sahip iki ana temanın "Zorlu Yaşam Koşulları ve İklim" ile "Bilgi Eksikliği" olduğu tespit edilmiştir. Katılımcılar bölgeyi

büyük ölçüde "soğuk ve ekstrem koşullar" (f=17) ile ilişkilendirirken, az sayıda aday yaşamın "zor ama imkânsız değil" (f=4) olduğunu belirtmiştir. Diğer taraftan, katılımcıların önemli bir kısmının (f=21) "bilgim yok" yanıtını vermesi, öğretmen adaylarının kutup bölgelerinin sosyokültürel ve demografik dinamiklerine yönelik belirgin bir farkındalık eksikliğine sahip olduğunu göstermektedir.

Konu hakkında görüş bildiren katılımcıların bölgedeki demografik yapıya ilişkin algıları "Nüfus Yoğunluğu ve Yerleşik Hayatın Olup Olmaması" (%18,42; f=14) temasında toplanmıştır. Adaylar ağırlıklı olarak bölgede "kısıtlı nüfus ve az yerleşim" (f=8) olduğunu ifade etseler de yerleşik hayatın olup olmadığına dair kendi içlerinde çelişen görüşler ("yerleşik hayat yoktur" f=4; "yerleşik hayat vardır" f=2) beyan etmişlerdir.

Öğretmen adaylarının kendi alan formasyonlarını yansıttıkları en dikkat çekici boyut, "Adaptasyon ve Uyum Becerisi" (%11,84; f=9) temasıdır. Katılımcılar, Arktik'teki insan varlığını "çevreye uyum sağlama (adaptasyon)" (f=9) kavramıyla doğrudan biyolojik bir çerçevede açıklamışlardır.

Bunun yanı sıra, popüler kültürün bölge algısı üzerindeki etkisi "Barınma, Beslenme ve Geleneksel Yaşam Tarzı" (%10,53; f=8) temasında belirginleşmektedir. Adaylar bölgedeki yerleşimi "barınma ve iglolar" (f=4) ile "beslenme ve balıkçılık" (f=4) gibi geleneksel pratiklerle ilişkilendirmişlerdir. En düşük frekansa sahip olan "Çevresel Dinamikler ve Tehditler" temasında (%3,95; f=3) ise, "yüzey çözünmesi ve evsiz kalma" (f=3) koduyla iklim değişikliğinin Arktik yerleşimleri üzerindeki yıkıcı etkisine vizyoner bir vurgu yapılmıştır.

Zorlu Yaşam Koşulları ve İklim temasında biyoloji öğretmen adaylarının cevaplarından bazı örnekler aşağıda verilmiştir:

A31: Yerleşim zordur. Ekstrem koşullar vardır.

A35: Zorlu yaşam şartlarına uyum sağlayabilen insanlar, ilkel koşullarda yaşarlar.

A55: Zorlayıcı şartları vardır; yaşam zordur fakat imkânsız değildir. İnsanlar iglolarda yaşarlar.

Adaptasyon ve Uyum Becerisi temasında biyoloji öğretmen adaylarının cevaplarından bazı örnekler aşağıda verilmiştir:

A10: İglolar var, kalın giyiniyorlar.

A12: Buzullarda soğuklara karşı adaptasyon sağlayarak yaşarlar.

A15: O ekosisteme uyum sağlamışlardır.

A58. Zorlu iklim koşulları nedeniyle yaşam zordur ama yerliler bu şartlara uyum sağlayarak yaşamlarını sürdürebilirler.

Barınma, Beslenme ve Geleneksel Yaşam Tarzı temasında biyoloji öğretmen adaylarının cevaplarından bazı örnekler aşağıda verilmiştir:

A4: Az da olsa bir yerleşik hayat vardır. İnsanlar soğuk ve zor şartlar altında yaşarlar, yaşamlarını balıkçılık ile idare ederler.

A27: Yerleşik hayat zor. Beslenme ve barınma gibi.

A57: Yaşam şartları zor, ağırlıklı olarak balık ağırlıklı besleniyorlar.

Nüfus Yoğunluğu ve Yerleşik Hayatın Olup Olmaması temasında biyoloji öğretmen adaylarının cevaplarından bazı örnekler aşağıda verilmiştir:

A17: İnsanlar yaşayamaz ancak diğer canlılar adaptasyon sağlar.

A19: İglo denilen evlerde yaşarlar. Canlı sayısı çok azdır.

A53: Karada ve okyanusta yerleşik hayat vardır.

Çevresel Dinamikler ve Tehditler temasında biyoloji öğretmen adaylarının cevaplarından bazı örnekler aşağıda verilmiştir:

A6: Yüzey tabakası yazın çözünür.

A13: Yüzey tabakası yazın çözülüyor. Dünyanın en kuzeyinde bulunur.

A24: İyi değildir, buzullar eriyince evsiz kalırlar.

Bulgular, katılımcıların Arktik'teki yerleşik hayata ilişkin algılarının büyük ölçüde zorluk ve bilgi eksikliği temellerine oturduğunu göstermektedir. Bölge insanına dair somut bilgi içeren yanıtlar (iglo, adaptasyon, balıkçılık) ise sınırlıdır ve genellikle popüler kültür kavramları (iglo) veya genel çıkarımlardan (adaptasyon) ibarettir. Arktik'in gerçek sakinleri olan İnuit, Saami gibi yerli halkların kültürleri, sosyal yapıları ve modern yaşamla entegrasyonlarına dair hiçbir atıf bulunmamaktadır. Bu durum, katılımcılar arasında Arktik'in sosyokültürel boyutuna ilişkin farkındalığın oldukça sınırlı ve yüzeysel olduğunu ortaya koymaktadır.

BÖLÜM V

SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

5.1. Sonuç ve Tartışma

Bu bölümde, biyoloji öğretmen adaylarının kutup farkındalık düzeylerini belirlemek amacıyla toplanan nicel ve nitel verilerin analizi sonucunda elde edilen bulgular, literatür ışığında sentezlenerek tartışılmıştır. Tartışma, araştırmanın altı alt boyutu ve demografik değişkenleri çerçevesinde yapılandırılmıştır.

Bu araştırmada, biyoloji öğretmen adaylarının Arktik ve Antarktika bölgelerine yönelik farkındalıkları; ekstrem coğrafi özellikler, bilimsel araştırmalar, kutup canlıları, gökyüzü olayları, buzulların özellikleri ve Arktika'nın coğrafi yapısı olmak üzere altı temel boyutta incelenmiştir. Nicel ölçek puanları ile nitel verilerinin sentezlenmesi sonucunda elde edilen bulgular, biyoloji öğretmen adaylarının genel kutup konularına yönelik yüksek bir farkındalığa sahip olduklarını, ancak kutup bölgelerine özgü spesifik biyolojik ve coğrafi süreçlerde önemli bilgi boşlukları taşıdıklarını ortaya koymaktadır.

5.1.1. Genel Farkındalık Düzeyi

Araştırmanın nicel bulguları, biyoloji öğretmen adaylarının kutup bölgelerine yönelik genel farkındalık puan ortalamasının $\bar{X} = 38,87$ olduğunu ortaya koymaktadır. Bu değer, mümkün olan en yüksek puan olan 51 ile kıyaslandığında, adayların orta-yüksek düzeyde bir farkındalığa sahip olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, farkındalık puanının içerik bazında derinlemesine incelenmesi, söz konusu yüksek genel ortalamanın büyük ölçüde temel coğrafi bilgilerden kaynaklandığını ortaya koymaktadır. Nitel veriler, adayların kutup bölgelerini genel hatlarıyla tanımakla birlikte, biyolojik mekanizmalar, disiplinlerarası ilişkiler ve bilimsel süreçler düzeyinde önemli bilgi boşlukları taşıdığını göstermektedir.

Bu bulgu, öğretmen adaylarının çevre ve iklim değişikliği konularında genel farkındalıklarının yüksek, ancak derinlemesine ve mekanizmasal bilgilerinin sınırlı olduğunu ortaya koyan çalışmalarla tutarlıdır (Tuncer vd., 2009; Namdar ve Topbaş, 2024). Türkiye'de gerçekleştirilen çalışmalar da öğretmen adaylarının medyada yaygın biçimde işlenen çevre konularına ilişkin yüzeysel farkındalığa sahip olduğunu, ancak bilginin derinliğinin ve kavramlar arası ilişki kurma becerisinin zayıf kaldığını göstermektedir (Tuncer vd., 2009). Mevcut araştırmanın bulguları bu eğilimi destekler nitelikte olup Antarktika'nın buz çölü olduğunu, konumunu ve buz dağlarının tanımını doğru biçimde kavrama oranlarının yüksek (%68-84) olduğunu; buna karşın Kutup Sumrularının göç biyolojisi, Aurora'ların biyolojik etkileri ve mikroorganizmaların fizyolojik adaptasyon mekanizmaları gibi spesifik bilgilerde önemli eksiklikler bulunduğunu ortaya koymuştur.

5.1.2. Antarktika'nın Coğrafi Özellikleri

Nicel bulgulara göre öğretmen adayları, "Antarktika'nın Coğrafi Özellikleri" alt boyutunda en yüksek puan ortalamasını ($\bar{X}$ = 9,69) elde etmiştir. Ölçekte %84,48 ile en yüksek katılım oranı "Antarktika'da dünyanın buz çölleri vardır" ifadesine aittir; bunu "Antarktika güney yarım kürenin en güneyinde bulunan kıta ve okyanustan oluşan alandır" ifadesi (%68,97 katılım) takip etmektedir. Bu bulgular, coğrafi bilgi birikiminin görece güçlü olduğuna işaret etmektedir.

Nitel bulgulara göre, biyoloji öğretmen adayları, buz altındaki ekstrem koşullarda yaşamını sürdüren canlıları doğru bir şekilde "Arke" sınıflandırmasıyla ilişkilendirebilmektedir. Bu canlıların tıp, biyoteknoloji ve biyomimikri gibi alanlarda kullanılabileceği yönünde disiplinlerarası ve vizyoner bir bakış açısı sergilemişlerdir. Ancak "psikrofil" veya "ekstremofil" gibi akademik terimlerin hiç kullanılmaması ve hücresel mekanizmalara (antifriz proteinleri vb.) dair teknik eksiklikler, bilginin yüzeysel kaldığını göstermektedir

Antarktika toprağı, mikroorganizmaların kıtanın biyokütlesinin ve biyoçeşitliliğinin büyük bölümünü oluşturduğu, işlevsel açıdan zengin bir ekosistemdir (Cowan ve diğ., 2021; Convey, 2022). Psychrophilic ve psychrotolerant mikroorganizmalar; antifriz proteinleri, soğuk aktif enzimler ve hücre zarı yağ asidi kompozisyonundaki değişimler gibi karmaşık moleküler mekanizmalar aracılığıyla hayatta kalmaktadır (Feller ve Gerday, 2003). Öğretmen adaylarının bu mekanizmalara ilişkin farkındalık eksikliği, biyoloji öğretim programlarında ekstrem biyoloji konularına ayrılan sürenin yetersizliğine işaret etmektedir.

5.1.3. Antarktika'daki Bilimsel Araştırmalar ve Türkiye'nin Rolü

Nicel bulgular, "Bilimsel Araştırmalar" alt boyutunda ortalama puanın $\bar{X}$ = 8,90 düzeyinde kaldığını ve katılımcıların önemli bir bölümünün (%70-72) Türkiye'nin kutup noktalarına uzaklığı, ilk seferin tarihi ve TÜBİTAK bünyesindeki enstitünün varlığı gibi sorularda "kararsızım" yanıtını tercih ettiğini ortaya koymaktadır. Bu bulgu, son yıllarda Türkiye'nin kutup araştırmaları alanında kaydettiği kurumsal gelişmelerle dikkat çekici bir çelişki oluşturmaktadır.

Bilindiği üzere, Türkiye 2017 yılında ilk bağımsız Antarktika seferini gerçekleştirmiş; 2019 yılında ise TÜBİTAK MAM bünyesinde Kutup Araştırmaları Enstitüsü (KARE) kurulmuştur (TÜBİTAK MAM, 2019; SOOS, 2024). 2018-2022 Ulusal Kutup Bilim Programı kapsamında 36 farklı kurumdan 120 Türk bilim insanının katkısıyla hazırlanan bu program; ekosistem izleme, mikroorganizma çeşitliliği, biyoteknolojik potansiyel ve bilim-politika etkileşimi gibi alanları kapsamaktadır (TÜBİTAK MAM, 2023). Buna rağmen, biyoloji öğretmen adaylarının bu kurumsal yapıdan büyük ölçüde habersiz olması, ulusal bilimsel faaliyetlerin öğretmen yetiştirme programlarına yansımadığına güçlü bir işaret olarak değerlendirilebilir.

Nitel verilere göre, biyoloji öğretmen adayları Türkiye'nin kıtada yürüttüğü araştırmalar (TAE) ise biyolojik keşiflerin ötesinde "ülkenin gelişmişliği" ve "uluslararası prestij" bağlamında yorumlanmaktadır. Buna rağmen, katılımcıların yaklaşık %19'unun Türkiye'nin kutup seferlerinden habersiz olması, ulusal projelerin eğitim fakültelerinde yeterince bilinmediğini göstermektedir. Bu bulgu, fen eğitimcilerinin bilimsel faaliyetleri öğrencilere doğrudan araştırma verileri yerine soyut söylemler aracılığıyla aktarma eğilimini sergileyen çalışmalarla örtüşmektedir (Dawson vd., 2022; Vila vd., 2025).

5.1.4. Kutup Canlıları

Nicel verilerde "Kutup Canlıları" alt boyutu ortalama $\bar{X}$ = 5,98 ile orta düzeyde bir puan almıştır. Nitel bulgular ise bu alt boyutta ilgi çekici bir yapı ortaya koymaktadır. Bu çalışma, biyoloji öğretmen adaylarının popüler kültür tarafından "karizmatik" bulunan türleri iyi tanıdığını, ancak diğer kilit türleri bilmediğini kanıtlamıştır. Öğretmen adayları penguenlerin kalın yağ tabakası, huddling (kümeleşme) davranışı ve ekosistemdeki "kilit taşı tür" rolünü çok detaylı açıklayabilirken, ekosistemin çok önemli bir diğer gösterge türü olan Kutup Sumrusu sorulduğunda katılımcıların %40'ından fazlası "bilgim yok" yanıtını vermiştir. Oysa Kutup Sumrusu (*Sterna paradisaea*), iki kutup bölgesi arasında 70.000 km'ye ulaşan

yıllık göç mesafesiyle biyoloji eğitiminde biyolojik adaptasyon ve evrimsel ekoloji açısından son derece önemli bir örnek türdür (IPCC, 2019). Bu sonuç, biyoloji müfredatlarında kutup biyoçeşitliliğinin penguen ve kutup ayısı gibi sembolik türler üzerinde yoğunlaştığını, çeşitlilik içinde az bilinen ancak ekolojik açıdan kritik türlere yeterince yer verilmediğini düşündürmektedir.

Kutup biyoçeşitliliğine yönelik bilgi eksikliklerine karşın, adayların koruma gerekçelerini büyük çoğunlukla ekosistem dengesi ve tür devamlılığı gibi ekosentrik değerler üzerinden oluşturdukları dikkat çekmektedir. Literatürde de vurgulanan bu ekosentrik değer sistemi, kutup koruma politikalarının kamuoyu tabanında meşruiyet kazanması açısından önemli bir potansiyel oluşturmaktadır (Sandler, 2012; Convey vd., 2022).

5.1.5. Gökyüzü Olayları

Hem nicel hem de nitel bulgular, gökyüzü olaylarının (Aurora ve Kutup Yıldızı) araştırmada en zayıf performans gösterilen alan olduğunu ortaya koymaktadır. "Gökyüzü Olayları" alt boyutunda ortalama puan $\bar{X} = 4,79$ düzeyinde kalmış, "Auroralar sadece kutup bölgelerinde görülen gökyüzündeki ışık olaylarıdır" ifadesine katılımcıların %77,59'u kararsız kalmıştır.

Nitel bulgulara göre de Kutup Yıldızı'nın genel navigasyon (kuzeyi bulma) işlevi adayların %66'sı tarafından bilinse de bunun göçmen hayvanların doğal yönelimi ve biyolojik ritmiyle ilişkisi ancak %10'luk çok küçük bir grup tarafından kurulabilmiştir. Bu bulgu, fiziksel ve astronomik olayların biyolojiyle entegrasyonunda ciddi kavramsal zorluklar yaşandığını kanıtlamaktadır. Auroraların canlıların biyolojik ritmi veya yön bulma üzerindeki etkileri biyoloji öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu tarafından bilinmemektedir.

Bu bulgu, astronomi ile biyoloji disiplinleri arasındaki bağlantının öğretmen adaylarınca kurulamadığını açıkça ortaya koymaktadır. Oysa manyetik alan değişimlerinin canlıların sirkadyen ritmi, yön bulma mekanizmaları ve davranışları üzerindeki etkileri, güncel biyoloji literatüründe giderek artan bir araştırma alanı oluşturmaktadır (Wiltschko ve Wiltschko, 2005; Bazalova vd., 2016). Benzer biçimde, Kutup Yıldızı'nın ağırlıklı olarak yalnızca bir navigasyon aracı olarak algılanması, bu yıldızın biyolojik araştırmalardaki referans değerinin ve canlıların yıldız konumu aracılığıyla yön bulma davranışlarının yeterince bilinmediğine işaret etmektedir. Hem nitel hem nicel verilerin tutarlı biçimde ortaya koyduğu bu boşluk, fen bilimleri eğitiminde disiplinlerarası yaklaşımlara ne denli ihtiyaç duyulduğunu bir kez daha gözler önüne sermektedir (UNESCO ve MECCE, 2024).

5.1.6. Buzulların Özellikleri

Biyoloji öğretmen adayları "Buzulların Özellikleri" alt boyutunda $\bar{X}$ = 5,07 ile orta düzeyde bir puan almıştır. Buz dağlarının tanımına yönelik ifade (%70,69 katılım) doğru biçimde kavranmakla birlikte, buz tabakası altındaki göller ve akarsulara ilişkin maddeye yalnızca %62,07 oranında katılım bildirilmiştir.

Nitel bulgulara göre, biyoloji öğretmen adayları, eriyen buzulların habitat tahribatı ve su seviyelerinin yükselmesi gibi bilindik sonuçlarına ek olarak, inaktif patojenlerin canlanarak yeni pandemilere yol açabileceği uyarısında bulunmuştur. Bu yargının popüler bilim kaynakları ve medya haberleriyle beslendiği düşünülmektedir. Literatürde de benzer kaygılar tartışılmakla birlikte, bilimsel kanıtların yetersizliği, bu tür bilgilerin eleştirel bir süzgeçten geçirilerek aktarılması gerektiğini vurgulamaktadır (Legendre ve Lapointe, 2020; Arslan ve Kılıç, 2019; Jylhä vd., 2020). Ayrıca buzaltı sularının yalnızca yeni canlı türlerini barındıran bir biyoçeşitlilik merkezi değil, aynı zamanda gelecekte yaşanacak küresel su krizlerine/kuraklığa karşı stratejik bir temiz içme suyu rezervi olduğu şeklinde vizyoner çıkarımlar yapılmıştır.

5.1.7. Arktika'nın Coğrafi Özellikleri

"Arktika'nın Coğrafik Özellikleri" alt boyutu, araştırmada en düşük puan ortalamasını ($\bar{X}$ = 4,45) veren boyut olmuştur. Bu bulgu, nitel verilerle tam bir örtüşme sergilemektedir: biyoloji öğretmen adaylarının yaklaşık yarısı (%48) Arktik coğrafyasının fiziksel dağılımı hakkında fikir sahibi değildir. Hatta bir kısım katılımcı, deniz buzlarını kara kütlesi sanarak Arktik ve Antarktik yapıları birbirine karıştırmıştır. Bölgedeki yerleşik hayat sorulduğunda ise, İnuit veya Saami gibi gerçek yerli halklardan hiç söz edilmemiş, yanıtlar tamamen popüler kültür öğesi olan "iglo" veya genel bir "balıkçılık/adaptasyon" algısı çerçevesinde sığ kalmıştır.

Bu sonuç, Arktika'nın Antarktika'ya kıyasla kamuoyunda daha az görünür olmasından kaynaklanıyor olabilir. Arktika, Antarktika'nın aksine yerleşik insan nüfusuna ev sahipliği yapmaktadır; İnuit ve Saami toplulukları başta olmak üzere bu bölgede milyonlarca insan yaşamaktadır (AMAP, 2021). Nitel verilerde ise adayların Arktik yaşam tarzına ilişkin algısının büyük ölçüde iglo stereotipinden ibaret olduğu görülmektedi. Bu bulgu, kutup coğrafyasının ders kitaplarında kültürel ve antropolojik boyutlarıyla birlikte ele alınmadığını düşündürmektedir. Türkiye'nin Antarktika seferlerine medyada verilen ağırlığın Arktika'ya oranla çok daha fazla olmasının, bu algısal asimetriyi pekiştirdiği değerlendirilmektedir.

Nitekim Türkiye'nin kutup araştırmaları literatürde de büyük ölçüde Antarktika ekseninde ilerlemiş; ulusal seferler de ağırlıklı olarak bu kıtaya odaklanmıştır (TÜBİTAK MAM KARE, 2024).

5.1.8. Demografik Değişkenlerin Farkındalık Üzerindeki Etkisi

Araştırma kapsamında cinsiyet, sınıf düzeyi ve öz-bildirime dayalı bilgi düzeyi değişkenlerinin kutup farkındalığı üzerindeki etkileri incelenmiştir. Bağımsız gruplar t-testi sonuçları, cinsiyetin genel farkındalık puanları üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yaratmadığını ortaya koymuştur ($t_{(56)} = -0,443$; $p > ,05$). Bu bulgu, fen bilimleri farkındalığı üzerine yürütülen güncel çalışmalarla tutarlıdır; söz konusu çalışmalar, cinsiyet ile bilimsel farkındalık arasındaki ilişkinin hem toplumsal hem de bireysel faktörlerden bağımsız biçimde sınırlı kaldığını ortaya koymaktadır (Tuncer vd., 2009).

Sınıf düzeyi değişkeni incelendiğinde, "Kutup Canlıları" alt boyutunda istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir ($f = 4,079$; $p < ,05$). Post-hoc (Tukey) analizleri, bu farkın 1. ve 3. sınıflar arasında kaynaklandığını göstermiştir; 3. sınıf adaylarının puan ortalaması ($\bar{X} = 6,76$), 1. sınıf adaylarının ortalamasından ($\bar{X} = 4,93$) anlamlı biçimde daha yüksektir. Bu bulgu, üst sınıflarda alınan zooloji ve ekoloji derslerinin kutup canlılarına ilişkin bilgi düzeyini artırdığına işaret etmektedir. Bununla birlikte, farkın yalnızca bu alt boyutuyla sınırlı kalması, akademik programın genel kutup farkındalığını sistematik biçimde artırmadığını göstermekte ve kutup konularının müfredatlara daha kapsamlı biçimde entegre edilmesi gerektiğine dair önemli bir çıkarımı desteklemektedir.

Öz-bildirime dayalı bilgi düzeyi değişkeni açısından elde edilen bulgular ise oldukça anlamlıdır. Genel farkındalık puanlarında "Orta düzeyde bilgim var" grubunun ortalaması ($\bar{X} = 40,71$), hem "Hiç bilgim yok" grubundan ($\bar{X} = 37,00$) hem de "Çok az bilgim var" grubundan ($\bar{X} = 38,03$) istatistiksel olarak anlamlı biçimde yüksek bulunmuştur ($f = 4,691$; $p < ,05$). Bu sonuç, öğretmen adaylarının metabilişsel farkındalıklarının, yani neyi ne ölçüde bildiklerine dair içgörülerinin, gerçek bilgi düzeylerini yansıttığını ortaya koymaktadır.

Antarktika'nın coğrafi özellikleri ve mikroorganizma bilgisi açısından bakıldığında, nicel verilerde adayların Antarktika'nın buz çölleri olduğu ve konumu gibi temel coğrafi bilgilere %84,48 gibi yüksek oranlarda hâkim olduğu görülmüştür.

Bilimsel araştırmalar alt boyutunda biyoloji öğretmen adaylarının bilimsel araştırmalara yönelik farkındalığında adayların yaklaşık %70'i Türkiye'nin kutup noktalarına uzaklığı,

sefer tarihleri ve TÜBİTAK bünyesindeki enstitü varlığı konularında "Kararsızım" cevabını vermiştir.

Kutup canlıları alt boyutu, Kutup Sumru'su gibi spesifik türlerin göç davranışları ve göç yollarının korunması konusunda "Hiç bilgim yok" diyenlerin olması (27 öğretmen adayı) biyoloji eğitiminde ikonik türler (penguen, kutup ayısı) dışındaki biyoçeşitliliğin yeterince ele alınmadığını göstermektedir. Bu durum, kutup biyoçeşitliliğine ilişkin bilginin sınırlı olduğunu ve farkındalık çalışmalarının yetersiz kaldığını göstermektedir.

Gökyüzü olayları alt boyutu ele alındığında biyoloji öğretmen adaylarının en zayıf olduğu alanın gökyüzü olayları (Auroralar ve kutup yıldızı) olduğunu ortaya koymaktadır. Nicel ölçekte Auroraların sadece kutup bölgelerinde görüldüğüne dair maddeye %77,59 oranında kararsız kaldıkları görülmüştür.

Buzulların özellikleri alt boyutunda biyoloji öğretmen adayları nicel verilerde buz dağlarının tanımına katılım yüksektir.

Arktika coğrafi özellikleri alt boyutuna bakıldığında, araştırmanın en çarpıcı sonuçlarından biri, biyoloji öğretmen adaylarının Antarktika (Güney) ile Arktika (Kuzey) coğrafyasını karıştırmalarıdır. Nicel verilerde Arktika farkındalığı en düşük boyutlardan biridir. Bu durum, Antarktika'nın kamu diplomasisi ve medyada daha görünür olmasından (Türkeş, 2021), Arktik'in ise daha karmaşık jeopolitik yapısı ve yerleşik insan varlığı nedeniyle daha az anlaşılmasından kaynaklanıyor olabilir. Literatürde, iki kutup bölgesinin kamuoyundaki algısal asimetrisini doğrudan karşılaştıran çalışmalar nadirdir.

Kutup bölgeleri, küresel iklim sisteminin düzenleyicileri, eşsiz biyoçeşitlilik alanları ve bilimsel keşifler için kritik laboratuvarlar olarak kabul edilmektedir (IPCC, 2019). Ancak, bu bölgelere ilişkin kamuoyu algısı ve bilgi düzeyi, etkin koruma politikaları ve uluslararası iş birlikleri için hayati öneme sahip olmasına rağmen, özellikle kutup dışı ülkelerde yeterince araştırılmamış bir alandır (Lück vd., 2020). Mevcut literatür, genellikle iklim değişikliği bağlamında kutup bölgelerine odaklanmakta, ancak toplumun bu bölgelerin coğrafi, ekolojik ve jeopolitik boyutlarına ilişkin sistematik ve çok boyutlu algılarını inceleyen çalışmalar sınırlı kalmaktadır (Arslan ve Kılıç, 2019; Dawson vd., 2022).

5.2. Öneriler

Bu çalışmanın nitel ve nicel bulguları ışığında, Türkiye'de kutup bölgelerine (Antarktika ve Arktik) yönelik toplumsal farkındalığın, bilgi birikiminin ve olumlu tutumun sürdürülebilir şekilde artırılması için aşağıdaki öneriler geliştirilmiştir:

- Biyoloji eğitiminde astrobiyoloji ve manyetobiyoloji gibi konulara yer verilerek, canlıların sadece sıcaklık değil, manyetik alan ve ışık olaylarıyla olan etkileşimleri de öğretilmelidir.
- Öğretmen adayları için Arktika ve Antarktika arasındaki farkları (flora, fauna, coğrafya ve yerleşik hayat) net bir şekilde ortaya koyan karşılaştırmalı dijital eğitim materyalleri geliştirilmelidir.
- Biyoloji ders kitaplarında kutup ekosistemleri anlatılırken, sadece penguen ve kutup ayısı gibi ikonik türler üzerinden değil, Arktik ve Antarktika'nın coğrafi, astronomik ve yerleşik hayat farkları vurgulanarak karşılaştırmalı bir yöntem izlenmelidir.
- Türkiye'nin ulusal kutup seferlerinden elde edilen yerli bilimsel verilerin (yeni tür keşifleri, ekstrem enzim çalışmaları), öğretmen adaylarının müfredatına güncel biyolojik gelişmeler olarak entegre edilmesi sağlanmalıdır.
- Özellikle Canlılarda Davranış ve Ekoloji derslerinde, canlıların yön bulma ve biyonavigasyon süreçlerinin Kutup Yıldızı veya Aurora gibi doğa olaylarıyla ilişkisi, kavram yanılgılarını giderecek şekilde disiplinlerarası bir yaklaşımla işlenmelidir.
- Biyoloji eğitiminde Arktik ve Antarktika bölgeleri, sadece soğuk alanlar olarak değil, coğrafi yapısı, flora-fauna farkları ve astronomik özellikleri üzerinden karşılaştırmalı olarak işlenmelidir.
- Müfredatlarda ekstrem ekosistemler ve canlıların manyetik alan algısı gibi konulara daha fazla yer verilerek, adayların kutuplardaki biyolojik süreçleri sadece yüzeysel değil, teknik düzeyde analiz etmesi sağlanmalıdır.
- Gelecekte yapılacak çalışmalarda; fen bilgisi, coğrafya ve sınıf öğretmeni adaylarının kutup farkındalıkları ölçülerek branşlar arası karşılaştırmalı analizler yapılabilir.
- Tespit edilen bilgi eksikliklerini ve kavram yanılgılarını gidermeye yönelik; artırılmış gerçeklik (AR), sanal gerçeklik (VR) tabanlı kutup ekosistemi simülasyonları veya argümantasyon tabanlı ders materyalleri geliştirilebilir.

KAYNAKLAR

Aarhus University Arctic Research Centre. (t.y.). *Research*. Retrieved January 2, 2025, from https://arctic.au.dk/research

Aarhus University (t.y.). *Arctic research centre at Aarhus University Department of Biology.* Retrieved January 2, 2025, from Retrieved January 2, 2025, from https://arctic.au.dk/

Ainley, D. G., ve Pauly, D. (2020). Fishing down the food web in the Southern Ocean: Impacts on predators and ecosystem structure. *Marine Policy, 118,* 104003.

Alfred Wegener Institute (AWI). (2024). *PhD programs and sea-based training opportunities*. Bremerhaven:

AWI.Alpar, R. (2012). *Applied statistics and validity-reliability in sports, health, and education sciences with examples* (2nd ed.). Ankara: Detay.

AMAP. (2021). *Arctic climate change update 2021: Key trends and impacts*. Tromsø, Norway: Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP).

Anderson, L. W., ve Krathwohl, D. R. (2001). *Öğrenme, öğretme ve değerlendirme için bir taksonomi: Bloom'un eğitimsel amaçlar taksonomisinin gözden geçirilmesi.* Addison Wesley Longman, Inc.

Andrade, I. O., Mattos, L. F., Cruz-Kaled, A. C., ve Hillebrand, G. R. L. (2018). *Brazil in Antarctica: The scientific and geopolitical importance of PROANTAR in the Brazilian strategic surrounding area* (Discussion Paper No. 251). Institute for Applied Economic Research (Ipea). https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/TDs/ingles/dp_251.pdf

Administración Nacional de Educación Pública (ANEP). (2022). *Marco Müfredat Ulusal* . Montevideo: ANEP.

Anka Haber (2025). Spitsbergen Antlaşması'na Türkiye'nin dahil olmasıyla Türk vatandaşları Svalbard takımadalarında mülk edinme ve oturma hakkı elde edecek. https://ankahaber.net/haber/detay/spitsbergen_antlasmasina_turkiyenin_dahiliyle_turk_vatandaslari_svalbard_takimadalarinda_mulk_edinme_ve_oturma_hakki_elde_edecek_224738 sayfasından erişilmiştir.

Antarctic Logistics ve Expeditions. (2017). *Antarctic infrastructure and logistics overview*. 11 Ağustos 2025 tarihinde https://antarctic-logistics.com/ adresinden erişildi.Antarctic Treaty Secretariat. (2013). *Parties to the Antarctic Treaty*. https://www.ats.aq/devAS/Parties?lang=e

Antarctic Treaty Secretariat. (2020). *The Antarctic Treaty*. Retrieved from https://www.ats.aq/e/antarctictreaty.html

Antarctic Treaty Secretariat. (2022). *Final report of the forty-fourth Antarctic Treaty Consultative Meeting*. Secretariat of the Antarctic Treaty. https://documents.ats.aq/ATCM44/fr/ATCM44_fr001_e.pdf

Antarctic Treaty Secretariat. (2024). *Parties to the Antarctic Treaty*. https://www.ats.aq/devAS/Parties?lang=e

Aoki, S. (2022). Japanese Antarctic research and its educational applications. *Polar Science, 33*, 100876.

Arenas, F. ve Núñez, A. (2020). *Territorialidad y educación antártica en Chile*. Santiago: Pontificia Universidad Católica de Chile.

Arctic and Antarctic Research Institute. (t.y.). *About the institute*. Retrieved December 12, 2025, from https://www.aari.ru/en/about.html

Arctic and Antarctic Research Institute. (t.y.). Arctic and Antarctic Research Institute — AARI. https://www.aari.ru/en sayfasından erişilmiştir.

Arctic Centre. (t.y..). Education-arctic centre. https://www.arcticcentre.org/?DeptID=12896 sayfasından erişilmiştir.

Arctic Council. (2021). *Reykjavík Declaration: Declaration of the Foreign Ministers of the Arctic States at the 12th Ministerial meeting of the Arctic Council*. Arctic Council Secretariat. https://oaarchive.arctic-council.org/handle/11374/2586

Arctic Council. (2023). *Sweden*. https://arctic-council.org/about/states/sweden/

Arctic Institute of North America. (t.y.). *About AINA*. University of Calgary. Erişim tarihi: 2 Şubat 2026,https://arctic.ucalgary.ca/about-aina

Arctic Institute of North America. (t.y.). ADA: Arctic discovery ve Access digital education services. Calgary, AB: University of Calgary. https://arctic.ucalgary.ca/ sayfasından erişilmiştir.

Arctic Institute of North America. (t.y.). Welcome to AINA. https://arctic.ucalgary.ca/ sayfasından erişilmiştir.

Arenas, A., ve Núñez, J. (2020). La Antártica en el currículum escolar chileno: Una mirada desde la geopolítica. *Revista de Geografía Norte Grande*, *75*, 45-62.

Arrigo, K. R., Lowry, K. E., ve van Dijken, G. L. (2020). Annual changes in sea ice and phytoplankton in polar oceans. *Nature Climate Change, 10*(12), 892-898.

Arslan, S., ve Kılıç, A. (2019). Fen bilimleri öğretmen adaylarının küresel iklim değişikliği ve medya ilişkisine yönelik görüşleri. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, *27*(5), 2251-2262

Arslan, M., ve Kılıç, S. (2019). İklim değişikliği eğitiminde kavram yanılgıları ve öğretim stratejileri. *Journal of Education in Science, Environment and Health (JESEH*), *5*(2), 166-177.

Arslan, S., ve Kılıç, S. (2019). Ortaokul öğrencilerinin küresel iklim değişikliği ve buzulların erimesine yönelik algıları. *İnformal Ortamlarda Araştırmalar Dergisi*, *4*(1), 1-15.

Assaraf, O. B. Z., ve Orion, N. (2010). İlkokul düzeyinde sistem düşünme becerileri. *Bilim Öğretiminde Araştırma Dergisi*, *47*(5), 540-563.

Atkinson, A., Hill, S. L., Pakhomov, E. A., Siegel, V., Reiss, C. S., Loeb, V. J., Steinberg, D. K., Schmidt, K., Tarling, G. A., Gerrish, L., ve Sailley, S. F. (2019). Krill (Euphausia superba) distribution contracts southward during rapid regional warming. *Nature Climate Change*, *9*(2), 142-147.

Atwood, T. C., Peacock, E., McKinney, M. A., Lillie, K., Wilson, R., Douglas, D. C., Miller, S., ve Terletzky, P. (2016). Rapid environmental change drives increased land use by an Arctic marine predator. *PLoS ONE*, *11*(6), e0155932.

Australian Antarctic Division. (2023). *Australian Antarctic strategy and 20-year action plan*. Kingston, TAS: AAD.

Barnhardt, R., ve Kawagley, A. O. (2005). Indigenous knowledge systems and Alaska Native ways of knowing. *Anthropology ve Education Quarterly, 36*(1), 8-23.

Barr, S. ve Luedecke, C. (2021). *The history of the International Polar Years (IPYs)*. Berlin: Springer Nature.

Barreiro, M., ve Verocai, J. E. (2022). Uruguay's Antarctic research and its educational outreach. *Polar Science*, *34*, 100889.

Başlar, K. (t.y.). Antarktika antlaşmalar sistemi (AAS). https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/628984 sayfasından erişilmiştir.

Bayarı, S., Öztürk, M., ve Baykal, C. (2022). Türkiye'nin Antarktika seferlerinin eğitim çıktıları. *Türk Coğrafya Dergisi*, *79*, 45-58.

Bazalova, O., Kvicalova, M., Valkova, T., Slaby, P., Bartos, P., Netusil, R., ... ve Dolezel, D. (2016). Cryptochrome 2 mediates directional magnetoreception in cockroaches. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113(6), 1660-1665. https://doi.org/10.1073/pnas.1518622113

BBC Türkçe (2025, Mart 7). Svalbard Antlaşması: Türkiye vatandaşlarına Norveç'in egemenliğindeki Svalbard adalarında oturma izni, mülk edinme, ticari ve bilimsel faaliyet hakları [Video]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=Ffs4csbAS28 sayfasından erişilmiştir.

Benavente, S., López-Moreno, M., ve Castro, M. (2023). Uruguay’s role in Antarctic governance: Implications for education. *Polar Record*, *59*(e7), 1-12.

Benítez, G., ve Castro, L. (2016). Uruguay's Antarctic policy: Motivations and perspectives. *Polar Journal*, *6*(2), 391-407. https://doi.org/10.1080/2154896X.2016.1253828

Berkman, P. A. (2023). Turkey's emerging polar education strategy. *Polar Record, 59*(e9), 1-12.

Biesta, G. (2015). *What is education for? Good education in an age of measurement*. Oxfordshire: Routledge.

Brady, A. M. (2017). *China as a polar great power*. Cambridge University .

Brady, A. M. (2022). China's polar strategy: The educational dimension. *Polar Journal*, *12*(1), 78-95.

Brasil. Ministério da Educação. (2018). Base Nacional Comum Curricular [BNCC]. http://basenacionalcomum.mec.gov.br/ sayfasından erişilmiştir.

Braun, V., ve Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, *3*(2), 77-101.

British Antarctic Survey (BAS). (2023). *Ice Worlds: Polar science in STEM education*. Cambridge: BAS.

British Antarctic Survey. (2023). Ice Worlds: Educational resources. https://www.bas.ac.uk/education/ sayfasından erişilmiştir.

British Antarctic Survey. (2024). *Postgraduate and postdoctoral research.* Natural Environment Research Council (NERC). https://www.bas.ac.uk/study-and-work/postgraduate-and-postdoctoral-research/

Bundesministerium für Bildung und Forschung [BMBF]. (2023). *Eine neue Innovationskultur für Nachhaltigkeit fördern: Nachhaltigkeitsstrategie des BMBF*.

Büyüköztürk, Ş. (2021). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı: İstatistik, araştırma deseni, SPSS uygulamaları ve yorum* (28. baskı). Ankara: Pegem Akademi.

Bybee, RW (2013). *NGSS'nin sınıf içi öğretime uyarlanması*. NSTA, Ulusal Fen Bilimleri Öğretmenleri Birliği.

Bybee, R. (2015). Bilimsel okuryazarlık. *Bilim eğitimi ansiklopedisinde* (s. 944-947). Springer, Dordrecht.

CAFF. (2021). *Arctic biodiversity assessment.* Akureyri, Iceland: Conservation of Arctic Flora and Fauna

Castillo, J. (2022). *Educational programs of the Chilean Antarctic Institute: A bridge to polar science*. Punta Arenas: INACH.

Caymaz, E. (2021). Arktik bilim diplomasisi ve Türkiye. *Novus Orbis: Siyaset Bilimi ve Uluslararası İlişkiler Dergisi*, *3*(1), 36-53.

Caymaz, E., ve Özsoy, B. (2022). Türkiye's polar science policy: National interests and international cooperation. *Polar Science*, *31*, 100782.

Chaturvedi, S. (2020). India in the Antarctic: From a 'Late-comer' to an 'Influential Player'? In *Asian Countries and the Arctic Future* (pp. 189-208). World Scientific.

Chaturvedi, S. (2023). India's Antarctic engagements: Science, policy, and education. *Polar Record*, *59*(e5), 1-12.

Chen, L. (2020). China's Antarctic policy and behavior: Historical perspective and future development. *Polar Science*, 26, 100594. https://doi.org/10.1016/j.polar.2020.100594

Chown, S. L. (2015). The changing form of Antarctic biodiversity. *Nature*, *522*(7557), 431-438.

Chown, S. L., Brooks, C. M., Terauds, A., ve Le Bohec, C. (2022). Polar biodiversity in a warming world: Conservation challenges and solutions. *Science Advances*, *8*(15), eabj0863.

CNR Institute of Polar Sciences (ISP). (t.y.). *Institute: History and mission*. National Research Council of Italy. https://www.isp.cnr.it/index.php/en/about-us/history

Concordia Station. (2024). *Concordia Station — Dome C, East Antarctic Plateau*. POLARIN. https://eu-polarin.eu/concordia-station-frit/

Constable, A. J., Harper, S., Dawson, J., Holsman, K., Mustonen, T., Piepenburg, D., ve Rost, B. (2022). Cross-chapter paper 6: Polar regions. H.-O. Pörtner vd. (Eds.), *Climate change 2022: Impacts, adaptation and vulnerability* içinde (ss. 2319-2368). Cambridge: Cambridge University.

Convey, P. (2022). Antarctic biodiversity: Status, trends and conservation priorities. In J. R. Lee, A. Terauds, J. Carwardine, J. D. Shaw, R. A. Fuller, H. P. Possingham, S. L. Chown, P. Convey, N. Gilbert, K. A. Hughes, E. McIvor, S. A. Robinson, Y. Ropert-Coudert, D. M. Bergstrom, E. M. Biersma, C. Christian, D. A. Cowan, Y. Frenot, S. Jenouvrier, ... I. Chadès, Threat management priorities for conserving Antarctic biodiversity. *PLoS Biology*, 20(12),

Cowan, D. A., ve Makhalanyane, T. P. (2021). Comparative microbial ecology of pan-Antarctic soils [Research project]. South African National Antarctic Programme (SANAP).

Creswell, J. W., ve Plano Clark, V. L. (2018). *Designing and conducting mixed methods research* (3rd ed.). Thousand Oaks: Sage.

Creswell, J. W. (2020). *Nitel araştırma yöntemleri: Beş yaklaşıma göre nitel araştırma ve araştırma deseni* (M. Bütün ve S. B. Demir, Çev.). Ankara: Siyasal Kitabevi. (Orijinal eserin basım tarihi 2018)

Çınar, G., Ateş, C., ve Ünlü, S. (2023). ITU PolReC sertifika programlarının değerlendirilmesi. *Yükseköğretim ve Bilim Dergisi*, *13*(1), 112-125.

Dangendorf, S., Hay, C., Calafat, F. M., Marcos, M., Piecuch, C. G., Berk, K., ve Jensen, J. (2019). Persistent acceleration in global sea-level rise since the 1960s. *Nature Climate Change,* 9(9), 705-710.

Danish Ministry of Education. (2021). *Bekendtgørelse af lov om folkeskolen* [Consolidation Act on the Folkeskole]. Retsinformation. Retrieved from https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2021/1259

Danish Ministry of Higher Education and Science. (2023). *Uddannelsesguiden: Maritime uddannelser* [Education Guide: Maritime educations]. Retrieved from https://www.ug.dk/uddannelser/maritime-uddannelser

Dastidar, P. G., ve Ramachandran, R. (2018). The Indian Antarctic Programme: A historical perspective. *Proceedings of the Indian National Science Academy*, *84*(4), 721-739.

Dawson, J., Johnston, M. E., ve Stewart, E. J. (2022). The role of the media in shaping public perceptions of polar regions. *In Handbook on the Politics of the Arctic* (pp. 455-470). Edward Elgar Publishing.

Department for Education. (2023). *The national curriculum in England: Geography and science frameworks*. London: HMSO.

Department of Education, Skills and Employment (DESE). (2020). *Australian curriculum: Geography and science.* https://www.australiancurriculum.edu.au/ sayfasından 21 Aralık 2025 tarihinde erişilmiştir.

Denzin, N. K., ve Lincoln, Y. S. (2018). Introduction: The discipline and practice of qualitative research. In N. K. Denzin ve Y. S. Lincoln (Eds.), *The SAGE handbook of qualitative research* (5th ed., pp. 1-26). Thousand Oaks, CA: SAGE .

DIS Study Abroad (t.y..). *Arctic glaciology / Arctic experiential studies: Greenland*. Retrieved January 2, 2025, from https://disabroad.org/

DIS Study Abroad. (t.y.). *Greenland – Climate Change ve Arctic Ecosystems*. Retrieved January 2, 2025, from https://disabroad.org/copenhagen/programs/greenland-study-tour/

Dirección Nacional del Antártico (DNA).(t.y.). *Base Esperanza*. Retrieved December 22, 2025, from https://www.argentina.gob.ar/defensa/dna/base-esperanza

Dmitrieva, A. (2023). *Этнопедагогика народов Севера: традиции и инновации [Kuzey halklarının etnopedagojisi]*. Moscow: Arktika.

Dodds, K. (2022). *The Antarctic: A very short introduction (2nd ed.)*. Oxford: Oxford University.

Dodds, K. ve Hemmings, A. D. (2021). *Polar geopolitics and education in the Southern Hemisphere*. Polar Record, 57, 1-12.

Dodds, K., ve Nuttall, M. (2019). *The Arctic: What everyone needs to know*. Oxford: Oxford University.

Doğru, M., ve Sarıkaya, R. (2021). Kutup araştırmalarının okul öncesi ve ilkokul müfredatına yansımaları: Öğretmen eğitimi için bir ihtiyaç analizi. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi, 19*(1), 450-475.

Drozd, I. (2023). Ukrainian polar research under challenging circumstances. *Polar Journal, 13*(1), 78-95.

Dunbar, B. (2022). Polar STEAM: Integrating NASA data into K-12 classrooms. *Journal of Geoscience Education, 70*(3), 345-360.

Erdoğan, M., ve Ok, A. (2011). Türk genç öğrencilerinin çevre okuryazarlığının değerlendirilmesi: Ülke çapında bir anket. *Uluslararası Bilim Eğitimi Dergisi, 33*(17), 2375-2406.

España. Ministerio de Educación y Formación Profesional [MEFP]. (2023a). Orden EFP/822/2023, de 19 de julio, por la que se establece el currículo y se regula la ordenación de la enseñanza básica para las personas adultas. Boletín Oficial del Estado, núm. 169, de 19 de julio de 2023, pp. 1-124.: https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2023-16814 adresinden 25 Ocak 2025 tarihinde erişilmiştir.

Evecen, C. (2023). *Antarktika'yı tanıyalım*. Ankara: Tübitak.

Exner-Pirot, H. (2022). *Arctic governance: Power in cross-border cooperation*. University of Toronto .

Federal Ministry of Education and Research (BMBF). (2023). *Polar research in the German school curriculum*. Berlin: BMBF.

Feller, G., ve Gerday, C. (2003). Psychrophilic enzymes: Hot topics in cold adaptation. *Nature Reviews Microbiology*, 1(3), 200-208. https://doi.org/10.1038/nrmicro773

Fernandes, O., ve Naik, R. (2023). Integrating polar studies into higher education: A case study of Goa University. *Journal of Polar Education, 14*(2), 45-60.

Ferrari, S., vd. (2020). *Atmospheric and glaciological research at Davis Station*. Antarctic Science, 32(4), 215-230.

Field, A. (2018). *Discovering statistics using IBM SPSS Statistics* (5th ed.). Thousand Oaks: Sage.

Finnish Arctic Research Centre. (2026). *Finnish Antarctic Research Program*. 2 Ocak 2026 tarihinde https://www.farc.fi/finnish-antarctic-research-program adresinden erişildi.

Fox-Kemper, B. (2021). Ocean, cryosphere and sea level change. V. Masson-Delmotte vd. (Eds.), *Climate change 2021*: *The physical science basis* içinde (s. 1211-1362). Cambridge: Cambridge University.

García-Sansegundo, J., López-Martínez, J., ve Serrano, E. (2023). Spanish polar research in secondary education: Curriculum integration. *Journal of Geography Education, 52*(1), 45-63.

Gautier, E. (2021). Kutup bölgelerinin küresel iklim düzenindeki rolü ve müfredatta temsili. *Fransız Coğrafya Dergisi / Annales de Géographie*, 130(3-4), 89-112

George, D., ve Mallery, P. (2016). *IBM SPSS statistics 23 step by step (a simple guide and reference)*. New York: Routledge.

Głowacki, P., ve Kaczmarska, M. (2023). Polskie szkoły polarne: Nowe inicjatywy edukacyjne po COP24. *Edukacja Biologiczna i Środowiskowa*, 45(2), 78-94.

Gottfried, M., Pauli, H., Futschik, A., Akhalkatsi, M., Barančok, P., Benito Alonso, J. L., ... ve Grabherr, G. (2012). Continent-wide response of mountain vegetation to climate change. *Nature climate change*, *2*(2), 111-115.

Government of Canada. (2019). *Canada's Arctic and Northern policy framework.* https://www.rcaanc-cirnac.gc.ca/eng/1562782976772/1562783551358 sayfasından erişilmiştir.

Government of Canada. (2019). *Canada's northern strategy: Education for reconciliation*. Ottawa, ON: Crown-Indigenous Relations.

Göktaş, E., ve Ayar Göktaş, A. (2022). Kutup araştırmalarına yönelik devlet politikasının milli eğitime yansıtılması. *6. Ulusal Kutup Bilimleri Çalıştayı bildiri kitabı* içinde (ss. 15-16). Trabzon: Karadeniz Teknik Üniversitesi.

Göktaş, Y., ve Ayar Göktaş, Z. (2022). Biyoloji öğretmenliği lisans programlarının kutup bilimleri açısından incelenmesi. *Anadolu Öğretmen Dergisi*, *6*(1), 23-40.

Guest, G., Bunce, A., ve Johnson, L. (2006). How many interviews are enough? An experiment with data saturation and variability. *Field methods*, *18*(1), 59-82.

Gürbüz, E. (2024). *Arktik: Tanımlamalar ve sınırlar*. Tübitak kutup ansiklopedisi. https://ansiklopedi.tubitak.gov.tr/kutup/ansiklopedi/arktik-tanimlamalar-ve-sinirlar sayfasından erişilmiştir.

Helmholtz Association. (2025). *POLMAR graduate school: Strategic education in polar sciences*. Berlin: Helmholtz.

Hemmings, A. D., Rothwell, D. R., ve Scott, K. N. (2021). *Antarctic security in the twenty-first century: Legal and policy perspectives.* Oxfordshire: Routledge.

Hong, S. (2019). South Korea's Antarctic science diplomacy: Rise of a middle power. In *Diplomatic Strategies of Nations in the Global South* (pp. 215-233). Palgrave Macmillan.

Ibargoien, M., ve Albo, J. (2022). Polar ecosystems in higher education: The Basque Country case. *Polar Science, 34,* 100890.

IMBIE. (2020). Mass balance of the Greenland ıce sheet from 1992 to 2018. *Nature, 579*(7798), 233-239.

Institut Polaire Français Paul-Émile Victor (IPEV) (2023). *Ressources pédagogiques: Les régions polaires*. https://www.institut-polaire.fr/education/

Institut polaire français Paul-Émile Victor. (2023). *Antarctic stations: Dumont d'Urville and Concordia.* https://institut-polaire.fr/en/antarctic-stations-dumont-durville-and-concordia/

Institute of Strategic Studies Research and Analysis (ISSRA). (2024). *Exploring opportunities for Pakistan to revive its Antarctic programme*. https://issra.pk/pub/insight/2024/Exploring-Opportunities-For%20Pakistan-to-Revive%20Its-Antarctic-Programme/Insight.html

Instituto Antártico Argentino. (t.y.a). *Scientific research areas and projects*. Buenos Aires: DNA-IAA.

Instituto Antártico Argentino (t.y.b). *About the CONICET.* https://www.conicet.gov.ar/about-the-conicet/?lan=en sayfasından erişilmiştir.

Instituto Antártico Uruguayo (IAU) (2023). *Programas educativos y de divulgación científica*. https://www.iau.gub.uy sayfasından 25 Aralık 2025 tarihinde erişilmiştir.

Instituto Español de Oceanografía (IEO) (2023). *Marine and polar science educational resources*. https://www.ieo.es sayfasından erişilmiştir.

Institut Polaire Français Paul-Émile Victor (IPEV). (2023). *Rapport d'activité et ressources pédagogiques*. Plouzané: IPEV.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2022). *Climate change 2022: Impacts, adaptation and vulnerability*. Cambridge: Cambridge University.

International Association of Antarctica Tour Operators (IAATO). (t.y.). *The Antarctic Treaty*. https://iaato.org/antarctic-treaty

IPCC. (2019). *IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate* [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, V. Masson-Delmotte, P. Zhai, M. Tignor, E. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Nicolai, A. Okem, J. Petzold, B. Rama, N.M. Weyer (eds.)]. Cambridge University .

IPCC (2021). *Climate change 2021*: *The physical science basis*. Cambridge: Cambridge University.

IPCC (2023). *Synthesis report of the IPCC sixth assessment report (AR6).* Geneva, Switzerland: IPCC.

Israel, M., ve Hay, I. (2006). *Research ethics for social scientists.* New York: Sage.

Italian National Antarctic Programme (PNRA). (2022). *Scientific collaboration at Concordia Station*. Roma: PNRA-ENEA.

İstanbul Teknik Üniversitesi . Kutup Araştırmaları Uygulama ve Araştırma Merkezi. [PolReC]. (t.y.). https://polrec.itu.edu.tr/ sayfasından erişilmiştir.

İstanbul Teknik Üniversitesi (t.y.a). *Kutup bilimleri (İngilizce)*. https://www.tyyc.itu.edu.tr/ProgramHakkinda.php?Program=KTB_KB_YL sayfasından erişilmiştir.

İstanbul Teknik Üniversitesi (t.y.b). *Kutup bilimleri (İngilizce)* https://obs.itu.edu.tr/public/DersPlan/DersPlanlariList?programKodu=KTB_KB_YL veplanTipiKodu=yuksek-lisans sayfasından erişilmiştir.

Jania, J., ve Kolondra, L. (2022). Advanced polar studies at the University of Warsaw: Curriculum development. *Polish Polar Research, 43*(1), 1-18.

Japan Science and Technology Agency (JST). (2023). *Polar science education programs*. https://www.jst.go.jp sayfasından erişilmiştir.

Johansen, J. P. (2022). *Arctic teacher education and etnopedagogy in Norway*. Tromsø: UiT The Arctic University of Norway.

Jouventin, P. (2020). Les pôles: Une aventure française. Paris: Éditions du Cherche-Midi.

Jylhä, K. M., Cantal, C., Akrami, N., ve Milfont, T. L. (2020). Denial of anthropogenic climate change: Social dominance orientation helps explain the conservative male effect in Brazil and Sweden. *Personality and Individual Differences*, 159, 109892.

Karadeniz Teknik Üniversitesi (2023). *Polar Ekoloji ders içeriği.* https://www.ktu.edu.tr sayfasından erişilmiştir.

Karadeniz Teknik Üniversitesi (t.y.a). *Öğretim üyelerimiz 8. Ulusal Antarktika Bilim Seferinden döndü.* https://www.ktu.edu.tr/tr/haber/ogretim-uyelerimiz-8-ulusal-antarktika-bilim-seferinden-dondu sayfasından erişilmiştir.

Karakuş, U. (2019). Türkiye'de kutup çalışmaları: Tarihsel gelişim ve mevcut durum. *Denizcilik Tarihi Dergisi*, *5*, 45-70.

Kennicutt, M. C., vd. (2019). *Polar science for a sustainable planet: BAS strategy overview*. Antarctic Science, 31(2), 101-115.

Kennicutt, M. C., Chown, S. L., Cassano, J. J., Liggett, D., Massom, R., Peck, L. S., Rintoul, S. R., Storey, J. W. V., Vaughan, D. G., Wilson, T. J., ve Sutherland, W. J. (2019). Sustained Antarctic research: A 21st-century imperative. *One Earth, 1*(1), 95-113. https://doi.org/10.1016/j.oneear.2019.08.014

Khomutov, A., Fedchuk, A., ve Milinevsky, G. (2023). Ukrainian Antarctic education: NASC's role in curriculum development. *Ukrainian Polar Journal, 12*(1), 45-62.

Kim, J., ve Lee, H. (2023). Integration of polar science in Korean secondary education: Curriculum analysis. *Journal of Polar Education, 14*(1), 15-30.

König, M., vd. (2022). *International leadership of German scientists in polar research*. Polar Record, 58, 45-60.

Korea Polar Research Institute [KOPRI]. (t.y.). *Jang Bogo Station*. Retrieved from 25 December 2025 https://www.kopri.re.kr/eng/html/comm/03020101.html

Korean Polar Research Institute. [KOPRI]. (2023). *Climate change and polar regions.* https://www.kopri.re.kr sayfasından erişilmiştir.

Korean Polar Research Institute. (2023). *Polar science education programs.* https://www.kopri.re.kr sayfasından erişilmiştir.

Kremen, V., ve Nychkalo, N. (2021). Digital transformation of education in Ukraine: Challenges and prospects. *Education: Modern Discourses*, *4*, 7-15. https://doi.org/10.37472/2617-3107-2021-4-02

Krippendorff, K. (2018). *Content analysis: An introduction to its methodology* (4th ed.). Los Angeles: Sage.

Kruszewski, G., Grześ, M., ve Sobota, I. (2023). Field-based polar education in Polish technical universities. *Journal of Geography in Higher Education, 47*(2), 210-225.

Kuckartz, U. (2014). *Qualitative text analysis: A guide to methods, practice ve using software.* Los Angeles: Sage.

Kultusministerkonferenz [KMK]. (2023). *Bildung für nachhaltige Entwicklung in der Schule: Empfehlungen der Kultusministerkonferenz*. Berlin: Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland.

Küçük, M., ve Aydın, F. (2020). Ortaöğretim öğrencilerinin kutup bölgelerine yönelik algılarının metaforlar aracılığıyla incelenmesi. *Ahi Evran Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 6*(2), 461-478.

La Longa, F., Crescimbene, M., Alfonsi, L., Cesaroni, C., ve Romano, V. (2018). Expedition to the South Pole: experience of the laboratory game on polar sciences with primary schools. *Rendiconti Online della Società Geologica Italiana*, *45*, 31-38.

Lake, S. (2024). Institutional synergies in Canadian Arctic research. *Polar Studies Journal*, *12*(1), 45-67.

LaRue, M. A., Lynch, H. J., Lyver, P. O., ve Ainley, D. G. (2023). Climate change impacts on Antarctic penguin populations: A meta-analysis. *Global Change Biology, 29*(2), 321-335.

Legendre, M., ve Lapointe, F. J. (2020). Perceived risk of the emergence of pathogenic viruses from permafrost. *The Lancet Planetary Health*, *4*(8), e316.

Li, X., Zhang, G., ve Wang, N. (2020). Cryospheric changes and their impacts on water resources in the Third Pole region. *Journal of Glaciology and Geocryology, 42*(3), 755-768.

Liu, H., Chen, L., ve Wang, Q. (2023). Polar silk road in Chinese geography textbooks: Content analysis. *Polar Science, 35,* 100932.

Lund University. (t.y.). *Physical Geography and Ecosystem Science*. Retrieved October 2, 2025, from https://www.nateko.lu.se/

Luleå University of Technology. (t.y.). *About the university: University of the Arctic membership*. https://www.ltu.se/en

Lück, J., Wozniak, A., ve Wessler, H. (2020). The framing of climate change in the German, Indian, and US elite : A longitudinal quantitative content analysis from 1996 to 2016. *Global Environmental Change* , *61*, 102033.

Lüdecke, C. (2021). *Kutup araştırmaları tarihi: Almanya'nın Arktik ve Antarktik keşifleri*. (A. Gül, Çev.). İstanbul: İş Bankası Kültür.

Marsz, A. A. (2016). Polish polar research: Past achievements and future perspectives. *Polish Polar Research*, 37(1), 1-9.

Marsz, A. A., ve Styszyńska, A. (2023). *Polish polar research in school curricula*. Gdynia, Polonya: Gdynia Maritime University.

Marunych, O. (2023). Geopolitics of polar regions in Ukrainian higher education. *Journal of Geography and Geopolitics, 14*(2), 112-128.

MECCE Project. (2024). *National curriculum overview: Argentina and environmental education*. 13 Ocak 2026 tarihinde https://mecce.ca/ adresinden erişildi.

Memorial University of Newfoundland (t.y.). *Genel bakış: Hotcourses Turkey*. https://www.hotcourses-turkey.com/study/canada/school-college-university/memorial-university-of-newfoundland/414126/international.html sayfasındasn Erişilmiştir.

Merriam, S. B. (2009). *Qualitative research: A guide to design and implementation*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.

Miles, M. B., ve Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook* (2nd ed.). Thousand Oaks, CA: SAGE.

Millî Eğitim Bakanlığı (2018). *Fen bilimleri dersi öğretim programı*. Ankara: MEB.

Millî Eğitim Bakanlığı (2018). *Ortaöğretim biyoloji dersi öğretim programı.* Ankara: MEB.

Millî Eğitim Bakanlığı (2018). *Öğretmenlik mesleği genel yeterlikleri*. Ankara: MEB.

Millî Eğitim Bakanlığı (2023). *Ortaöğretim coğrafya dersi öğretim programı*. https://meb.gov.tr sayfasından erişilmiştir.

Ministerio de Educación de Chile (MINEDUC) (2021). *Bases curriculares para la educación básica y media: Perspectiva antártica*. Santiago: MINEDUC.

Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology [MEXT]. (2022). *第6期科学技術・イノベーション基本計画の概要* [Summary of the 6th Science, Technology and Innovation Basic Plan]. Retrieved from https://www.mext.go.jp/content/20220517-mxt_gakushi02-000024059_1.pdf

Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (2022). *National curriculum standards for lower and upper secondary schools*. https://www.mext.go.jp sayfasından erişilmiştir.

Ministry of Education, India (2021). *National education policy 2020: Implementation guidelines*. https://www.education.gov.in sayfasından erişilmiştir.

Ministry of Education, South Korea. [MOE].((2023). *National science curriculum standards.* https://www.moe.go.kr sayfasından erişilmiştir.

Ministry of Education, South Korea. [MOE].(2022). *Polar Talent 2030 implementation plan*. https://www.moe.go.kr sayfasından erişilmiştir.

Ministry of Federal Education and Professional Training (MoFEPT). (2023a). *National Curriculum Summit 2023*. Government of Pakistan. https://www.mofept.gov.pk/NewsDetail/YTA5ZDZmNDctNzE4YS00OWNjLWIxYjMtMGJjNzZkYjUxYjJi

Ministry of Federal Education and Professional Training (MoFEPT). (2023b). *Single National Curriculum: Phase III — Grades IX–XII*. National Curriculum Council. https://www.mofept.gov.pk

Ministry of Foreign Affairs and International Cooperation (MAECI). (2025). *Antarctic Treaty Consultative Meetings: Italy's participation*. Government of Italy. https://www.esteri.it/en/eventi/atcm2025/

Namdar, B., ve Topbas, L. (2024). Çevrimiçi Tartışma Etkinlikleri Çalıştayının Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının İklim Değişikliği Farkındalığı Üzerindeki Etkisi. Pedagojik Araştırma , 9 (3).

NASA. (2021). *Polar science for a changing world*. https://climate.nasa.gov/polar/ sayfasından erişilmiştir.

National Centre for Polar and Ocean Research [NCPOR]. (t.y.). *Indian Antarctic Program*. Retrieved from 21 December 2025 https://www.ncpor.res.in/antarc/ant-indian-antarc-program

National Centre for Polar and Ocean Research (2023). *Educational outreach programs.* https://www.ncpor.res.in sayfasından erişilmiştir.

National Curriculum Council (NCC). (2023). *Science curriculum introduction — Single National Curriculum*. Government of Pakistan. https://ncc.gov.pk/Detail/MjM3NGE4Y2ItNjIyNC00ZTY5LTg0OTQtOWZhZWMzODRlYTQ2

National Research Council. (2012). *Education for life and work: Developing transferable knowledge and skills in the 21st century.* Washington: National Academies.

National Research Program in Antarctica (PNRA). (t.y.). *About PNRA*. https://www.italiantartide.it

National Institute of Oceanography (NIO). (t.y.). *Antarctic research programme*. Ministry of Science and Technology, Government of Pakistan. https://niopk.gov.pk

National Institute of Polar Research [NIPR]. (t.y.). *Japanese Antarctic research expedition (JARE) stations*. Retrieved from 24 December 2025 https://www.nipr.ac.jp/english/antarctic/station/

National Institute of Polar Research [NIPR]. (2021). *中長期計画 2021-2025* [Mid- to Long-Term Plan 2021-2025]. Tachikawa, Japan: Author.

National University of Tierra del Fuego (UNTDF). (2024). *Antarctic studies: Undergraduate and graduate programs*. Ushuaia: UNTDF.

National Science Foundation. (2023). *Polar STEAM*. Retrieved February 2, 2026, from https://www.nsf.gov/pubs/2023/nsf23572/nsf23572.jsp

Neuman, W. L. (2014). *Social research methods: Qualitative and quantitative approaches* (7th ed.). New York: Pearson.

NGSS Lead States (2013). *ext Generation Science Standards: For states, by states*. The National Academies. Retrieved from https://www.nextgenscience.org/

Northern (Arctic) Federal University. (t.y.). *Arctic teacher education*. Retrieved December 18, 2025, from https://narfu.ru/en/education/programs/arctic_teacher/

Norwegian Directorate for Education and Training. [Udir] (2020). *Core curriculum: Values and principles for primary and secondary education*. Oslo: Utdanningsdirektoratet.

Norwegian Directorate for Education and Training. [Udir] (2022). .*Core curriculum – values and principles for primary and secondary education*. https://www.udir.no/lk20/overordnet-del/?lang=eng

Orta Doğu Teknik Üniversitesi (t.y..a). *Araştırma merkezleri.* https://www.metu.edu.tr/tr/arastirma-merkezleri sayfasından erişilmiştir.

Orta Doğu Teknik Üniversitesi (t.y.b). *Ulusal kutup bilim programı*. https://ak.metu.edu.tr/tr/ukbp sayfasından erişilmiştir.

Østreng, W., Eger, K. M., Fløistad, B., Jørgensen-Dahl, A., Lothe, L., Mejlænder-Larsen, M., ve Wergeland, N. (2013). *Shipping in Arctic waters: A Comparison of the northeast, northwest and trans polar passages.* New York: Springer.

Özsoy, B., vd. (2021). *Türkiye'de kutup bilimleri farkındalığı ve bilgi düzeyi üzerine bir anket çalışması*. Ulusal Kutup Bilimleri Programı Çalıştayı Raporları.

Özsoy, B., Ünal, A., ve Altınok, E. (2023). Türkiye'de kutup bilimleri eğitimi: Mevcut durum ve gelecek perspektifleri. *Deniz Bilimleri ve İklim Dergisi, 4*(1), 78-92.

Öztürk, D., ve Çakır, M. (2019). Fen bilgisi öğretmen adaylarının küresel ısınmaya ilişkin zihinsel modelleri. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 39*(3), 1327-1355.

Park, S., Yoon, J., ve Choi, M. (2022). Impact of KOPRI's outreach programs on student career choices. *Polar Science, 34*, 100901.

Parnikoza, I., Dykyy, I., ve Salganskiy, O. (2022). Field research methods in Ukrainian polar education. *Polar Science, 35,* 100923.

Patton, M. Q. (2002). *Qualitative research and evaluation methods* (3rd ed.). Thousand Oaks, CA: SAGE.

Pederneiras, M. M. V., Pellin, A., ve Ribeiro, F. R. (2023). Brazil's Antarctic policy: Historical development and current challenges. *Polar Journal, 13*(1), 45-63.

Polar Educators International. (t.y.). *About us*. Retrieved December 11, 2025, from https://polareducators.org/about/

Polar Research Institute of China [PRIC]. (2023). *Annual report on polar education in China.* https://www.pric.org.cn sayfasından erişilmiştir.

POLARIN. (t.y.). *Mario Zucchelli Station, IT*. https://eu-polarin.eu/mario-zucchelli-station-it/

Polish Polar Station. (t.y.). *Henryk Arctowski Polish Antarctic Station*. Retrieved from 25 December 2025 http://arctowski.aq/

Polonya Ulusal Eğitim Bakanlığı [MEiN]. (2022). *Podstawa programowa kształcenia ogólnego dla szkół podstawowych* . Warszawa: Ministerstwo Edukacji i Nauki.

Polskie Konsorcjum Polarne [PKB]. (2023). *Program specjalizacji w naukach polarnych: Ramy programowe i efekty kształcenia*. Warszawa: Polskie Konsorcjum Polarne

Ponce de León, R., ve Volonterio, O. (2022). La formación de recursos humanos en ciencias antárticas: La experiencia del Espacio Antártico de la Universidad de la República. *Polar Record*, 58(4), 1-12

Pravitel'stvo Rossijskoj Federacii. (2020, October 26). *Ob utverzhdenii Strategii razvitiya Arkticheskoj zony Rossijskoj Federacii i obespecheniya nacional'noj bezopasnosti na period do 2035 goda* [On approval of the Strategy for the development of the Arctic zone of the Russian Federation and ensuring national security for the period up to 2035]. Government of the Russian Federation. Retrieved from http://static.government.ru/media/files/w4sigFOiDjGVDYT4IgsApssm6mZRb7wx.pdf

Programma Nazionale di Ricerche in Antartide (PNRA) (2022). Stazione *Concordia.* https://www.pnra.aics.it/logistica/stazioni-italiane-in-antartide/stazione-concordia/

Punch, K. F. (2005). *Sosyal araştırmalara giriş*, (Çev.) Bayrak D., Arslan H. B. ve Z. Akyüz, Ankara: Siyasal Kitabevi.

Ragin, C. C. (2014). *The comparative method: Moving beyond qualitative and quantitative strategies.* California: University of California.

Ramírez, G. C. (2017). *"Enseñar en el continente blanco" [Teaching on the White Continent]*. https://www.educ.ar/recursos/131962/ensenar-en-el-continente-blanco sayfasından erişilmiştir.

Ramos, M., Viñas, L., ve Teixidó, N. (2023). Spain's polar education legacy from IPY to present. *Polar Record, 59*(e6), 1-14.

Ravindra, R., Beg, M. J., ve Sharma, A. (2022). Antarctic science and climate change: NCPOR's educational initiatives. *Polar Geography, 3*, 78-89.

Rintoul, S. R., Chown, S. L., ve DeConto, R. M. (2018). Choosing the future of Antarctica. *Nature, 558*, 233-241.

Rintoul, S. R., Silvano, A., Pena-Molino, B., van Wijk, E., Rosenberg, M., Greenbaum, J. S., ve Blankenship, D. D. (2021). Antarctic ecosystem responses to climate change: A synthesis of current knowledge. *Nature Climate Change, 11*(5), 397-412.

Royal Geographical Society (2022). *Polar education strategy 2020-2025.* London: RGS.

Royal Geographical Society (2022). *Polar environments: Key Stage 3-5 resources.* https://www.rgs.org/schools/teaching-resources/ sayfasından erişilmiştir.

Sandler, R. L. (2012). *The ethics of species: An introduction*. Cambridge University.

Schultz, P. W. (2002). Inclusion with nature: The psychology of human-nature relations. In P. Schmuck ve P. W. Schultz (Eds.), *Psychology of sustainable development* (pp. 61-78). Kluwer Academic Publishers. https://doi.org/10.1007/978-1-4615-0995-0_4

Scientific Committee on Oceanic Research [SOOS]. (2024). *Turkish Antarctic Expeditions*. Southern Ocean Observing System. Erişim adresi: https://soos.aq/news/turkish-antarctic-expeditions

Screen, J. A., ve Simmonds, I. (2010). The central role of diminishing sea ice in recent Arctic temperaturw amplification. *Nature, 464*(7293),1334-1337.

Secretaria da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar. (2022). *O Brasil e a Antártica: Materiais didáticos.* https://www.marinha.mil.br/secirm/ sayfasından 20 Aralık 2025 tarihinde erişilmiştir.

Secretariat of the Antarctic Treaty. (2022). *Antarctic Station Catalogue.* https://www.ats.aq/devAS/Ats/Stations?lang=e

Secretariat of the Antarctic Treaty. (t.y.). *Parties*. Retrieved from 23 December 2025 https://www.ats.aq/devAS/Parties?lang=e

Serreze, M. C., Barrett, A. P., Stroeve, J. C., Kindig, D. N. ve Holland, M. M. (2009). The emergence of surface-based Arctic amplification. *The Cryosphere, 3*(1), 11-19.

Shiraishi, K. (2019). Japan's Antarctic policy: Development of the Japanese Antarctic Research Expedition (JARE) and its significance. *Polar Journal*, *9*(2), 437-454. https://doi.org/10.1080/2154896X.2019.1685177

Shiraishi, K., ve Kanao, M. (2023). Japan's polar research and higher education: Current trends. *Journal of Polar Studies, 15*(1), 22-37.

Simões, J. C., Bremer, U. F., ve Aquino, F. E. (2021). Brazilian Antarctic Program: Education and outreach activities. *Advances in Polar Science, 32*(2), 89-101.

Skolverket. (2022). *Curriculum for the compulsory school, preschool class and school-age educare*. Swedish National Agency for Education. Retrieved from https://www.skolverket.se/publikationsserier/styrdokument/2022/curriculum-for-the-compulsory-school-preschool-class-and-school-age-educare-revised-2022

Smith, B. (2021). Pervasive ice sheet mass loss reflects competing ocean and atmosphere processes. *Science, 368*(6496), 1239-1242.

Southwell, C., vd. (2023). *Long-term monitoring of Antarctic wildlife at Casey Station*. Polar Biology, 46(2), 89-105.

Spanish Polar Committee. (2023). *Antarctic research and environmental ımpact.* https://www.ciencia.gob.es/en/Organismos-y-Centros/Comite-Polar-Espanol.html sayfasından erişilmiştir.

Stewart, J. (2019). *Integrating indigenous knowledge in social studies: A polar perspective*. Journal of Geographical Education, 15(3), 45-62.

Stocker, T. F. (2013). *Climate change 2013: The physical science basis*. Cambridgee: Cambridge University.

Stockholm University. (t.y.). *Master's Programme in Polar Landscapes and Quaternary Climate*. Retrieved January 21, 2025, from https://www.su.se/english/search-courses-and-programmes/polar-landscapes-and-quaternary-climate-master-s-programme-1.411006

Swedish Polar Research Secretariat (SPRS). (2023a). *About the secretariat*. https://www.polar.se/en/about-the-secretariat/

Swedish Polar Research Secretariat (SPRS). (2023b). *The Antarctic Treaty*. https://www.polar.se/en/visit-antartica/the-antarctic-treaty/

Şahin, E., ve Alkan, A. (2022). Sosyal bilgiler ve coğrafya öğretmen adaylarının kutup bölgelerine ilişkin bilgi ve farkındalık düzeylerinin incelenmesi. *Anadolu Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi (AUJEF), 6*(2), 210-235.

Tashakkori, A., ve Creswell, J. W. (2007). Exploring the nature of research questions in mixed methods research. *Journal of Mixed Methods Research, 1*(3), 207-211.

Teddlie, C., ve Tashakkori, A. (2009). *Foundations of mixed methods research*. Washinnngton: Sage.

The Arctic Institute (2020a). *What is the point of Norway's new Arctic Policy?* https://www.thearcticinstitute.org/point-norway-new-arctic-policy/ sayfasından erişilmiştir.

The Arctic Institute. (2020b). *Norway's High North Policy: 6 key takeaways.* Washington: Arctic Institute.

The Editors of Encyclopaedia Britannica (2023). *Polar region*. Encyclopedia Britannica. https://www.britannica.com/science/polar-region sayfasından erişilmiştir.

Ticaret Bakanlığı (2023). *Spitsbergen ile ilgili olarak 9 Şubat 1920 tarihinde Paris'te imzalanan "Antlaşma"ya katılmamız uygun bulunmuştur.* Dış Ticaret Bilgi Sistemi. https://dtybs.ticaret.gov.tr/blog/post/21519/ sayfasından erişilmiştir.

Tuncer, G., Tekkaya, C., Sungur, S., Çakıroğlu, J., Ertepınar, H., ve Kaplowitz, M. (2009). Assessing pre-service teachers' environmental literacy in Turkey as a mean to develop teacher education programs. *International Journal of Educational Development*, 29(4), 426-436

Turner, J., ve Overland, J. (2009). Contrasting climate change in the two polar regions. *Polar Research, 28*(2), 146-164.

Turner, J., Bindschadler, R., Convey, P., Di Prisco, G., Fahrbach, E., Gutt, J. ve Summerhayes, C. (2009). Antarctic climate change and the environment. *Antarctic Science, 21*(06), *541-563.*

Tuti, D., Yılmaz, Ö., ve Karataş, S. (2024). Öğretmen adaylarının kutup bölgelerine yönelik farkındalık düzeylerinin incelenmesi: Bir karma yöntem araştırması. *Eğitim ve Bilim, 49*(219), 1-25.

Tuti, G., Ursavaş, N., Mavi, D., Çolak-Seymen, C., Selçuk, V., ve Kandemir, R. (2024). Kutup Farkındalık Ölçeği'nin (KFÖ) geliştirilmesi: Geçerlik ve güvenirlik çalışması. *Kalem Eğitim ve İnsan Bilimleri Dergisi, 14*(2), 469-490.

TÜBİTAK (2025). *Dokuzuncu ulusal antarktika bilim seferi başlıyor*. https://tubitak.gov.tr/tr/haber/dokuzuncu-ulusal-antarktika-bilim-seferi-basliyor sayfasından erişilmiştir.

TÜBİTAK Kutup Araştırmaları Enstitüsü (2024.). *Antarktika'yı tanıyalım*. https://kare.mam.tubitak.gov.tr/sites/images/kare_mam/antarktikayi_taniyalim.pdf sayfasından erişilmiştir.

TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi [TÜBİTAK MAM]. (2019). *Kutup Araştırmaları Enstitüsü (KARE) Kuruluşu*. Gebze: TÜBİTAK MAM.

TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi. (2023a, Mart 20). 2204-C High School Students Polar Research Projects Competition and 2204-D High School Students Climate Change Research Projects Competition preliminary evaluation results announced. Erişim adresi: https://mam.tubitak.gov.tr/en/2204-c-high-school-students-polar-research-projects-competition-and-2204-d-high-school-students-climate-change-research-projects-competition-results-announced/

Türk Deniz Araştırmaları Vakfı [TÜDAV] (t.y.). *Antarktika Antlaşmalar Sistemi ve Türkiye*. 11 Ağustos 2025 tarihinde https://tudav.org/ adresinden erişildi.

Türkeş, M. (2021). Türk kutup bilimciliği: Antarktika'da bilim diplomasisi. Uluslararası İlişkiler, 18(70), 95-114.

Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu [Tübitak]. (2023). *Kutup bilimleri proje yarışmaları*. https://www.tubitak.gov.tr sayfasından erişilmiştir.

Türkmen, H., ve Pedersen, J. E. (2018). A comparison of American and Turkish biology teachers' attitudes toward environmental education. In M. Evagorou, J. A. Nielsen, ve J. Dillon (Eds.), *Science teacher education for responsible citizenship: Towards a pedagogy for relevance through socioscientific issues* (pp. 53-68). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-40229-7_4

Ukrayna Milli Antarktik Bilim Merkezi [National Antarctic Scientific Center of Ukraine]. (t.y.). *Akademik Vernadsky istasyonu* [Academic Vernadsky Station]. Retrieved from 22 December 2025 https://uac.gov.ua/en/antarctic/station

Umeå University. (t.y.). *Arctic Research Centre (ARCUM)*. Retrieved December 12, 2025, from https://www.umu.se/en/arcum/

Umeå University. (2025, January). *Sweden invests in Arctic and polar research: New opportunities for collaboration and societal impact*. https://www.umu.se/en/news/sweden-invests-in-arctic-and-polar-research_12021317/

UNESCO. (2013). *Küresel medya ve bilgi okuryazarlığı değerlendirme çerçevesi: Ülke hazırlığı ve yetkinlikleri* . UNESCO. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000224655

UNESCO. (2015). *Rethinking education: Towards a global common good?* United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.

UNESCO. (2020).*Global citizenship education: Taking it local*. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.

UNESCO ve MECCE (Monitoring and Evaluating Climate Communication and Education Project). (2024). *Greening education: New global standards for schools and curricula*. Paris: UNESCO. Erişim adresi: https://www.unesco.org/en/articles/unesco-action-education-highlights-2024

UiT The Arctic University of Norway (t.y.). *Geosciences-master.* https://en.uit.no/utdanning/program/270462/geosciences_-_master sayfasından erişilmiştir.

Universidade Federal Fluminense (2023). *Instituto de estudos do mar e da Antártica: cursos.* https://www.marantar.uff.br/ sayfasından erişilmiştir.

Universidad Nacional de Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur. (UNTDF) (2024). *Maestría en Estudios Antárticos*. https://untdf.edu.ar/posgrado/carreras/maestria_en_estudios_antarticos

University Centre in Svalbard (t.y.). *Courses.* https://www.unis.no/studies/courses/ sayfasından erişilmiştir.

UNIS. (t.y.). *All courses*. Erişim tarihi 2 Şubat 2026, https://www.unis.no/studies/courses/ sayfasından erişilmiştir.

University of Akureyri (t.y.). *POLAR law LL.M/M.A.-UArctic*. https://www.uarctic.org/media/13969/Polar_Law_at_UoAkureyri_Flyer_fYUkY.pdf sayfasından erişilmiştir.

University of the Arctic. (t.y.). *Polar Law*. Retrieved December 25, 2025, from https://www.uarctic.org/education/polar-law

University of Akureyri. (2025.). *Polar Law Programme: Course descriptions*. Retrieved December 27, 2025, from https://english.unak.is/studies/polar-law-programme-course-descriptions

University of Barcelona (2023). *Master in Antarctic and Arctic studies: Program outline*. https://www.ub.edu sayfasından erişilmiştir.

University of the Arctic (t.y.). *UArctic graduate school and thematic networks.* https://www.uarctic.org/ sayfasından erişilmiştir.

University of Copenhagen Centre for Ice and Climate. (t.y.). *Research*. Retrieved January 2, 2026, from https://www.iceandclimate.nbi.ku.dk/research/

University of Helsinki. (t.y.).*Kilpisjärvi Biological Station*. Retrieved January 2, 2026, from https://www.helsinki.fi/en/kilpisjarvi-biological-station

University of Helsinki. (t.y.).*Institute for Atmospheric and Earth System Research (INAR)*. Retrieved January 2, 2026, from https://www.helsinki.fi/en/inar-institute-for-atmospheric-and-earth-system-research,

University of Lapland. (t.y.). *University — University of Lapland*. Retrieved from https://ulapland.fi/en/university/

University of Oulu. (t.y.). *Our Arctic agenda*. Retrieved from https://www.oulu.fi/en/research/our-arctic-agenda

University of Oregon. (2023, April). *UO, Pakistan university partner to help confront climate change*. https://news.uoregon.edu/content/uo-pakistan-university-partner-help-confront-climate-change

Uruguayan Antarctic Institute [Instituto Antártico Uruguayo, IAU]. (t.y.). *Base Científica Antártica Artigas (BCAA)*. Retrieved from https://www.iau.gub.uy/base-artigas

University of Lapland. (t.y.). *University — University of Lapland*. Retrieved from https://ulapland.fi/en/university/

Vila, M., Balagué, V., Cardelús, C., Geyer, A., Giralt, S., Gili, J. M., ve Vaqué, D. (2025). Antarctic and Arctic science in the classroom and for society. *Antarctic Science*, 1-13. https://doi.org/10.1017/S095410202510031X

Wenzel, G. (2023). Inuit qaujimajatuqangit in STEM education. *Polar Record, 59*(1), 1-18.

Wenzel, G. W. (2023). Inuit qaujimajatuqangit and the modern Arctic: Integrating STEM and traditional knowledge. *Arctic Anthropology, 58*(2), 112-125.

Wiltschko, W., ve Wiltschko, R. (2005). Magnetic orientation and magnetoreception in birds and other animals. *Journal of Comparative Physiology A*, 191(8), 675-693. https://doi.org/10.1007/s00359-005-0627-7

Yang, J., ve Zhang, T. (2023). *Introduction to polar science* (4th ed.). Beijing: Higher Education.

Yao, T. (2022). Asya'nın su kulelerindeki dengesizlik. *Nature Reviews Earth ve Environment, 3(*10), 618-632.

Yao, T., Chen, F., ve Liu, X. (2022). The Tibetan Plateau: A driver and amplifier of global climate change. *National Science Review, 9*(12), nwac214. https://doi.org/10.1093/nsr/nwac214

Yıldırım, A., ve Şimşek, H. (2021). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (12. baskı). Ankara: Seçkin.

Yılmaz, K., ve Çolak, R. (2023). Fen bilimleri öğretmen adaylarının küresel iklim değişikliği bağlamında kutup ekosistemlerine yönelik farkındalıklarının değerlendirilmesi. *Uluslararası Çevre Eğitimi ve Fen Araştırmları Dergisi, 9*(1), 45-62.

Yoshikawa, M. (2023). Japan's Arctic policy: Educational dimensions. *Arctic Yearbook*, *2023*, 145-160.

Fujii, Y., ve Yamazaki, A. (2021). Polar science education in Japan: Current status and challenges. *Polar Science*, *28*, 100750.

Zotov, V., Korsun, S., ve Gorobets, K. (2023). Specialized polar programs at Odessa State Environmental University. *Higher Education in Ukraine, 5*(202), 34-49.

Zwoliński, Z., ve Pękala, K. (2023). Poland's role in international polar education networks. *Polar Science, 36*, 100956.

EKLER

Ek 1. Etik Komisyon Karar Belgesi

Evrak Tarih ve Sayısı: 31.01.2025-E.1156681

T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Etik Komisyonu

Sayı : E-77082166-302.08.01-1156681 31.01.2025
Konu : Bilimsel ve Eğitim Amaçlı

DAĞITIM YERLERİNE

Üniversitemiz Eğitim Bilimleri Enstitüsü Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı **Yüksek Lisans Öğrencisi Ümmü Gülsüm ÖZKAN'ın, Dr. Öğr. Üyesi Sultan ÇIKRIK'ın** danışmanlığında yürüttüğü ***"Biyoloji Öğretmen Adaylarının Kutup Konularındaki Farkındalık Düzeylerinin İncelenmesi"*** adlı tez çalışması ile ilgili konu Komisyonumuzun **14.01.2025** tarih ve **01** sayılı toplantısında görüşülmüş olup,

İlgilinin çalışmasının, yapılması planlanan yerlerden izin alınması koşuluyla yapılmasında etik açıdan bir sakınca bulunmadığına oybirliği ile karar verilmiştir.

Bilgilerinizi rica ederim.

Araştırma Kod No: 2025 - 127

Prof. Dr. İsmail KARAKAYA
Komisyon Başkanı

DAĞITIM
Gereği:
Sayın Dr. Öğr. Üyesi Sultan ÇIKRIK

Bilgi:
Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Ek 2. Demografik Bilgi Formu

Değerli Öğretmen Adayı,

Bu çalışmada, biyoloji öğretmen adaylarının kutup konuları hakkında farkındalıklarını belirlemek amaçlanmaktadır. Vereceğiz cevaplar gizli kalacağından lütfen adınız ve soyadınız da dâhil hiçbir kişisel bilgiye yer vermeyiniz. Sizlerden istenilen ölçekteki her bir maddeyi dikkatlice okuyarak, her bir maddede kendi durumunuzu en iyi yansıtan seçeneği (x) işareti koyarak belirtmenizdir. Ölçeğin geçerliği ve güvenirliği vereceğiniz samimi cevaplara bağlıdır. Lütfen yanıtsız soru bırakmayınız.

Ayırdığınız zaman ve katkılarınız için şimdiden teşekkür ederim.

1. Cinsiyet : E ☐ K ☐

2. Sınıf : 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐

3. Kutup konuları hakkında bilgi edinme kaynaklarınız nelerdir?

Sosyal medya ☐ **Dergi** ☐

İnternet ☐ **Radyo** ☐

Gazete ☐ **TV** ☐

Akademik yayınlar ☐

4. Kutup konularına yönelik bilgi düzeyinizi nasıl tanımlarsınız?

Hiç bilgim yok ☐ **Çok az bilgim var** ☐

Orta düzeyde bilgim var ☐ **İyi düzeyde bilgim var** ☐

Çok iyi düzeyde bilgim var ☐

Ek 3. Kutup Farkındalık Ölçeği

Kutup Farkındalık Ölçeği		Katılmıyorum	Kararsızım	Katılıyorum
Antarktika'nın Coğrafi Özellikleri				
1	Antarktika'da dünyanın buz çölleri vardır.	1	2	3
2	Antarktika buz tabakası Dünyanın tatlı suyunun %70'ini içerir	1	2	3
3	Antarktika dünyanın en rüzgarlı yeridir.	1	2	3
4	Antarktika, güney yarım kürenin en güneyinde bulunan kıta ve okyanustan oluşan alandır.	1	2	3
Bilimsel Araştırmalar				
5	Kuş bakışı olarak; kuzey kutup noktası ülkemize 5 bin, güney kutup noktası ise 15 bin kilometre uzaklıktadır.	1	2	3
6	Antarktika'da Türkiye'ye ait bir bilim üssü bulunur.	1	2	3
7	Türkiye'nin diğer ülkelerden bağımsız olarak ilk kutup seferi Antarktika'ya 2017, Arktik'e 2019 yılında gerçekleştirilmiştir.	1	2	3
8	Türkiye'de TÜBİTAK çatısı altında kutup araştırmaları enstitüsü bulunmaktadır.	1	2	3
Kutup Canlıları				
9	Kutup sumrusu, iki kutup bölgesi arasında göç eden, dünyadaki en uzun göç yoluna sahip deniz kuşudur.	1	2	3
10	Penguenler sadece güney yarım kürede yaşar.	1	2	3
11	Antarktika'da yetişen sadece iki bitki türü vardır.	1	2	3
Gökyüzü Olayları				
12	Auroralar sadece kutup bölgelerinde görülen gökyüzündeki ışık olaylarıdır.	1	2	3
13	Kutup Yıldızı, Kuzey Kutup Noktası'nın yerini tam olarak işaret eden yıldızdır.	1	2	3
Buzulların Özellikleri				
14	Buz dağları buzullardan kopan parçalara verilen isimdir.	1	2	3
15	Buz tabakası altında göller ve akarsular vardır	1	2	3
Arktika'nın Coğrafik Özellikleri				
16	Arktik bölgede deniz alanları kara alanlarından daha fazladır.	1	2	3
17	Arktik bölgesinde yerleşik hayat vardır.	1	2	3

Ek 4. Yapılandırılmış Görüşme Formu

Antarktika'nın Coğrafi Özellikleri:

1.Antarktika'nın ekstrem iklim koşullarında hayatta kalabilen mikroorganizmalar hakkında ne biliyorsunuz? Bu mikroorganizmaların biyolojik önemi nedir?

2.Antarktika buz tabakasının altında keşfedilen yaşam formları hakkında ne düşünüyorsunuz? Bu keşiflerin biyolojik çeşitlilik üzerindeki etkileri nelerdir?

Bilimsel Araştırmalar:

1.Antarktika'da yapılan biyolojik araştırmaların küresel ekosistemler üzerindeki etkileri hakkında ne düşünüyorsunuz? Bu araştırmaların iklim değişikliği ile ilişkisi nedir?

2.Türkiye'nin Antarktika'da gerçekleştirdiği biyolojik araştırmaların önemi nedir? Bu araştırmaların ülkemize ve dünya bilimine katkıları nelerdir?

Kutup Canlıları:

1. Kutup sumrusunun göç davranışları ve bu davranışların ekolojik önemi hakkında ne düşünüyorsunuz? Bu türün göç yollarının korunması neden önemlidir?

2. Penguenlerin Antarktika ekosistemindeki rolü hakkında ne biliyorsunuz? Bu türlerin yaşam döngüsü ve çevresel adaptasyonları nelerdir?

Gökyüzü Olayları:

1. Auroraların kutup bölgelerinde yaşayan canlılar üzerindeki etkileri hakkında ne düşünüyorsunuz? Bu doğa olayının biyolojik etkileri nelerdir?

2. Kutup Yıldızı'nın biyolojik araştırmalarda kullanımı hakkında ne biliyorsunuz? Bu yıldızın navigasyon ve biyolojik çalışmalar açısından önemi nedir?

Buzulların Özellikleri:

1. Buz dağlarının ekosistemler üzerindeki etkileri hakkında ne düşünüyorsunuz? Bu buz dağlarının erimesinin biyolojik çeşitlilik üzerindeki etkileri nelerdir?

2. Buz tabakası altında bulunan göller ve akarsuların biyolojik önemi nedir? Bu su kaynaklarının keşfi ve korunması neden önemlidir?

Arktika'nın Coğrafi Özellikleri

1. Arktik bölgedeki deniz ve kara alanlarının dağılımı hakkında ne biliyorsunuz?
2. Arktik bölgesinde yerleşik hayat hakkında ne düşünüyorsunuz?



GAZİLİ OLMAK AYRICALIKTIR...