



Bir Yer Bilimcinin Gözünden Antarktika: 7. Ulusal Antarktika Bilim Seferi (TAE-VII)

Antarktika, benim için “Heyecan” anlamına geliyordu. Cumhuriyetimizin 100. yılını kutladığımız 2023 yılı seferine katılmak bir bilim insanı olarak beni çok gururlandırmıştı. Bir yer bilimci olarak heyecanımı hiçbir zaman kaybetmedim. Yeni yerler ve yeni kayalar görmek, farklı coğrafyalardaki kayalara çekiç sallamak ve örnek almak çok heyecan vericiydi

Raif Kandemir

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Jeoloji
Mühendisliği Bölümü, 53100, Rize-Türkiye
raif.kandemir@erdogan.edu.tr

Giriş

Kutup bölgeleri dünyamız için özel, aynı zamanda önemli bölgelerdir. İklimi, coğrafyası, canlıları, kaynakları ile kendine has özellikler barındıran kutuplar, gezegenimizin doğal laboratuvarlarıdır. Dünyamızın geleceğini şekillendirecek olan “İklim değişikliği” kavramının izlendiği, zengin mineral ve maden yataklarını barındıran kutup bölgeleri, dünyanın bilimsel, teknolojik, iktisadi ve diplomatik açıdan en önemli odak noktalarıdır.

Türk bilim insanları Antarktika kıtasında 1967 yılından beri araştırmalar yapmaktadır. Arktik'teki ilk faaliyetlerin ise 1528'de Osmanlı döneminde

başladığı bilinmektedir. 1513 tarihli Piri Reis'in dünya haritasında, Antarktika'ya en yakın bölge olan ve Güney Amerika kıtasının en güneyinde yer alan Ateş Toprakları (Tierra del Fuego) resmedilmiştir. Döneminde bu bölgeye ait tek haritayı çizen Piri Reis 1528 tarihli dünya haritasında, Atlantik Okyanusu'nun kuzeyinde Grönland'ı ve Kanada'nın kuzey doğu kıyılarını da göstermiştir.

Türkiye'nin kutup çalışmaları TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi bünyesindeki Kutup Araştırmaları Enstitüsünde yürütülmektedir. Her yıl yeni araştırmacılar TÜBİTAK Kutup-1001 proje çağrısına başvurarak kutuplarda projelerini gerçekleştirebilmek için birbirleriyle yarışmaktadır. Türkiye, bugüne kadar, 2017'deki sefer dâhil Antarktika'ya 7, Arktik'e ise 3 bilimsel sefer düzenlemiştir. Bu seferlere Antarktika'ya 105 Türk, 14 yabancı, Arktik'e ise 19 Türk, 3 yabancı bilim insanı katılmıştır. Yer bilimleri alanında Antarktika'ya 25 Türk, 1 yabancı, 26 yer bilimci, Arktik'e ise 1 yer bilimci projeleriyle katılmıştır. Ayrıca, şimdiye kadar 6 kez düzenlenen Ulusal Kutup Bilimleri Çalıştay'ında Yer Bilimleri başlığı altında onlarca bildiri sunulmuştur.

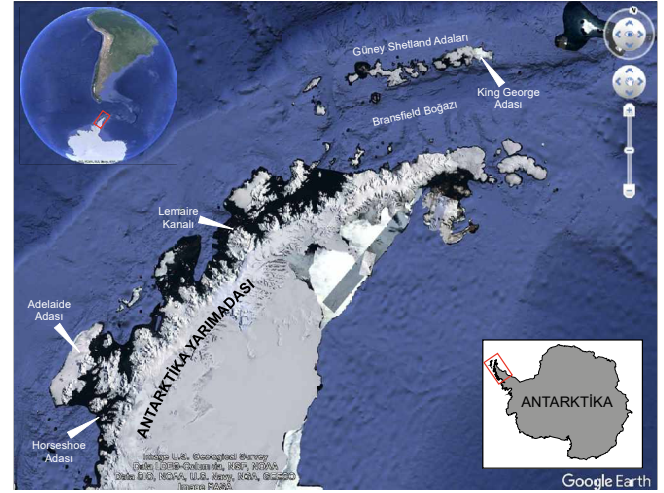
Antarktika, 1961 yılında yürürlüğe giren Antarktika Antlaşması ile barışa ve bilime adanmış, kimseye ait olmayan, giriş için vizenin gerekmediği, içerisinde ülke olmayan, 14.2 milyon km² yüz ölçümlü, %98'i buz örtüsü ile kaplı, dünyanın en kurak, en soğuk ve en rüzgarlı kıtasıdır. Antarktika, bu özellikleriyle tüm bilim dallarının odaklandığı, ancak ulaşım ve çalışma şartlarının oldukça zor olduğu bir kıtadır. Yer bilimleri açısından bakıldığında, Antarktika'daki kayaçların çok azı doğrudan çalışılmıştır. Bilim insanlarının ortak görüşü, Antarktika'daki buzulların altındaki jeoloji ve topoğrafyanın Mars'tan daha az bilindiği yönündedir. Yer kürenin hayati öneme sahip parçalarından birisi olan Antarktika kıtası, Dünya'nın geçmişi hakkında birçok bilgiyi saklamaktadır.

Horseshoe Adası'nın Jeolojisi

Antarktika Kıtası'nın %98'inden fazlası buzla kaplı olduğundan, jeolojisi ayrıntılı olarak bilinmemektedir. Bununla birlikte mevcut yüzlelerdeki araştırmalarla kıtanın jeolojik geçmişi araştırılmaktadır. Mesozoyik dönemin başlangıcında, günümüz Antarktika'sının büyük bir kısmı Gondwana süper

kıtasının merkezinde yer almaktaydı. Ancak Geç Triyas'ta süper kıtanın parçalanma sürecini izleyen jeolojik olaylar sonucunda ana kıtaya eklenen bloklarla Antarktika büyüyerek günümüzdeki görünümünü kazanmıştır. Antarktika kıtası, Transantarktik Sıradağları'nın ayırdığı doğu ve batı bloklardan oluşur. Victoria Toprakları ile Pensacola Dağları arasında uzanan Transantarktik Dağları jeolojik olarak kratonik Doğu Antarktika ile daha genç bir yapıya sahip Batı Antarktika'yı ayırmaktadır. Kratonik doğu bloğu Prekambriyen ve Kambriyen'de bir araya gelen Arkeen ve Proterozoyik parçaların bir araya gelmesiyle oluşmuştur [1]. Buna karşın Batı Antarktika, Antarktik Yarımadası, Thurston Adası, Ellsworth-Whitemore Dağları, Haag Nunataks ve Marie Byrd Toprakları'ndan oluşan beş bloğun bir araya gelmesiyle oluşmuştur [2].

Türkiye Cumhuriyeti, Antarktik Yarımadası'nın batısında, kutup dairesi içerisinde yer alan Horseshoe Adası'nı, Türkiye Antarktik Araştırmaları için üs yeri olarak seçmiştir [3] (Şekil 1 ve Şekil 2).



Şekil 1. Antarktika Yarımadası ve 7. Ulusal Antarktika Seferi (TAE-VII) güzergâhındaki önemli noktalar (Şekil Google Earth'ten üretilmiştir).



Şekil 2. Horseshoe Adası, Lystad Koyu, Geçici Türk Bilim Üssü

Horseshoe Adası, Antarktik Yarımadası'nın Gondwana'dan kopuşu ve Antarktika kıtasıyla çarpışarak birleşmesi sırasında oluşan kayaçların yüzeleildiği bir konumdadır. Horseshoe Adası'nın da içerisinde yer aldığı Batı Antarktika'nın jeolojisi Güney Amerika'da yer alan And Dağları'nın jeolojisine benzerlik sunmaktadır [4].

Horseshoe Adası'nın jeolojisi İngiliz Jeolog Matthews (1983) tarafından çalışılmıştır. Adanın en yaşlı kayaçları, Antarktik Yarımadası'nın en yaşlı kayaçları olan "Antarktik Yarımada Metamorfik Kompleksi"ne ait kayaçlardır [5]. Bu kayaçlar Antarktik Yarımadası'nın şimdiye kadar bulunan en yaşlı kayaçları olarak belirtilmiştir. Metamorfik Kompleks'e ait kayaçlar, adanın kuzey ucuna yakın kısımlarda heterojen kırmızı veya beyaz renkli granit "Yaşlı Plütonik Topluluk" olarak ifade edilen plütonik kayaçlar tarafından kesilmiştir [5]. Matthews (1983), dokanak ilişkilerine bakarak bu granitlerin yaşının Jura öncesi olduğunu önermiştir. Antarktik Yarımada'nın sınırlı alanlarında yüzeleyen bu plütonik kayaçların oluşumu ve yaşı hakkında literatürde herhangi bir bilgi yoktur. Birim yitim ilişkili "Antarktik Yarımada Volkanik Kompleksi"ne ait volkanitler ve volkano-sedimanter kayaçlar tarafından örtülür. Volkanitler, Gondwana süper kıtasının parçalanması sürecinde aktif olan Paleo-Pasifik Okyanusu'nun Antarktik Yarımada'nın altına doğru yittiği döneme aittir. Horseshoe Adası'nda And Dağları'nın oluşumu ile ilişkili "And Plütonik Topluluğu" olarak ifade edilen, gabro-diyorit-granitlerden

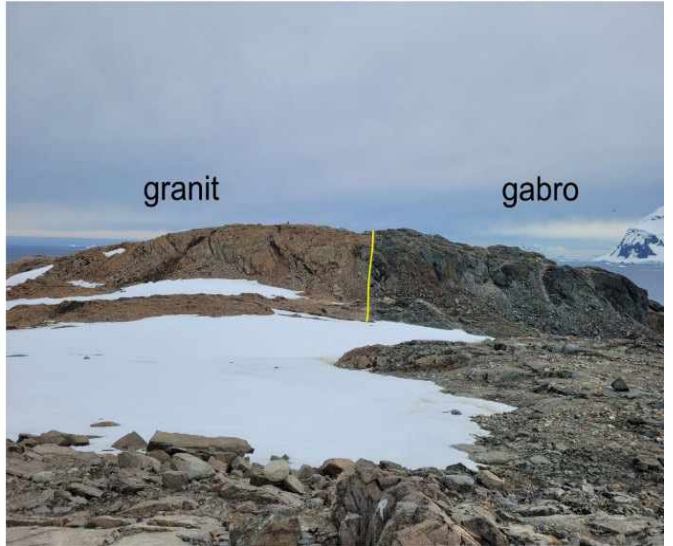
oluşan plütonik kayaçlar bulunmaktadır. Adada izlenen kayaçların bütünü çoğunlukla bazik, zaman zaman felsik daykılarla kesilmiştir (Şekil 3 ve Şekil 4). Ada ve çevresinin jeolojisi birçok çalışmaya konu olmasına rağmen kayaçların yaş ilişkileri-kimyasal bileşimleri, oluştukları jeotektonik ortam ilişkisi ve kayaçları oluşturan magmanın kökeni ile ilgili veriler oldukça eksik ve güncel değildir.

7. Ulusal Antarktika Bilim Seferi'ne (TAE-VII) Ait Gezi Notları

7. Ulusal Antarktika Bilim Seferi (TAE-VII) İstanbul'dan 30 Ocak 2023 tarihinde Türk Hava Yollarının İstanbul-Sao Paulo (Brezilya) uçuşuyla başladı. Türkiye'den yola çıkan ekip bu uçuştan sonra Sao Paulo – Santiago (Şili), Santiago – Punta Arenas (Şili) uçuşlarıyla Antarktika'nın Şili'den gidecekler için çıkış kapısı olan Punta Arenas'a varıldı. Punta Arenas'dan Antarktika'ya tarifeli olmayan uçaklarla veya gemi ile Drake Boğazı'nı geçerek ulaşılabilir. Drake Boğazı, deniz yolculuğu açısından dünyanın en zor deniz yolculuğu olarak ifade edilmektedir. Türk ekibi 1 Şubat 2023 tarihinde Punta Arenas'ta kendilerine eklenen yabancı bilim insanlarıyla birlikte 2 saatlik bir uçuş ile King George Teniente Rodolfo Marsh Martin Havalimanı'na ulaştı. King George, Antarktika'nın kuzeyinde yer alan Güney Shetland Takım Adaları'nın en büyüğüdür (Şekil 1). Ada üzerinde birçok ülkeye ait bilim üssü bulunmaktadır. Uçak adaya iner inmez zodyak botlarla birlikte Fildes Koyu'nda bekleyen gemimize intikal edildi. Betanzos adlı Şili bandıralı gemi 1973 yılında suya inmiş bir balina avcı gemisiydi. Betanzos, daha sonraki yıllarda elden geçirilerek, Development Antarctic Project (DAP) firması tarafından hizmet veren bir bilim gemisine çevrilmiştir. Betanzos 7. Ulusal Antarktika Bilim Seferi'nin ev sahipliğini yaptı (Şekil 5).



Şekil 3. Horseshoe Adası'nda yüzeyleyen bazı kayaçların sahadaki görünüşleri



Şekil 4. Horseshoe Adası'nda gözlenen bazı kayaçların sahadaki görünüşleri



Şekil 5. Betanzos (sağ) ve Sally Koyu'nda demirlemiş bir turist gemisi (sol).

7 Şubat 2023 tarihine kadar King George'da yer alan çeşitli ülkelerin bilim üsleri ziyaret edildi ve iş birlikleri konuşuldu. 7 Şubat sabahı Türkiye'den gelen deprem felaketinin haberleri tüm ekibin moralini bozdu ancak, ekip arkadaşlarımızın bazılarının deprem bölgesindeki yakınlarından alınan iyi haberler moralleri kısmen yükseltti. 7 Şubat 12.00'de Fildes Koyu'ndan demir alınarak Horseshoe Adası'na doğru seyire başlandı. Bransfield Boğazı geçilip Deception Adası'nın güneyinden devam edilerek (saat 22.41) ana karaya ulaşıldı ve daha güneye doğru adaların arasından yola devam edildi (Şekil 1). Bransfield Boğazı aslında Phoenix Levhası'nın güneydoğuda Antarktik Levhası'nın altına dalmasıyla gelişen ada yayı (Güney Shetland Adaları) arkasında açılan yay-ardı bir rift havzasıdır [6]. Deception Adası da bu rift içerisinde gelişmiş halen aktif bir volkandır. Bransfield'i geçip ana karaya yaklaştıkça olağanüstü bir manzaraya eşlik eden buz dağlarını ve zaman zaman Betanzos'a eşlik eden balina topluluklarını görme fırsatı yakalıyoruz (Şekil 6). 8 Şubat tarihinde Dünya'nın en güzel lokasyonlarından biri olan Lemaire Kanalı'na gelindi (Şekil 1 ve Şekil 7). Lemaire Kanalı, Antarktika açıklarında, ana karadaki Graham Toprakları'ndaki Kiev Yarımadası ile Booth Adası arasında bulunan bir boğazdır. Bazıları tarafından "Kodak Gap" lakaplı bu bölge, Antarktika'nın en gözde turistik lokasyonlarından biridir. 11 km (6,8 mil) uzunluğunda ve en dar noktasında yalnızca 1.600 metre genişliğinde olan buz dağlarıyla dolu bir geçittir ve kenarında dik kayalıklar bulunmaktadır [7] (Şekil 7).



Şekil 6. Bransfield Boğazı'nı geçerken gözlenen bazı buz dağlarının görünümü



Şekil 7. Lemaire Kanalı'nın güneyden çıkışı ağzı

Kanal girişinde hızı saatte 65 knota varan şiddetli rüzgar ve kanalı tıkayan buz dağları sebebiyle ilk denemede Lemaire Kanalı geçilemedi ve Betanzos geri dönerek traversler atmaya başladı. Sonraki gün tekrar denenecekti. 9 Şubat saat 18.00'den sonra Lemaire Kanalı'na girmeye başladık. Denizden fırlamış şekilde 75-80 derece eğimlere ulaşan kayalar yer yer buz örtüsüyle kaplıydı ve bizlere muhteşem bir manzara sunuyordu (Şekil 7). Kanal içindeki deniz okyanus sularına nispeten daha sakindi. Lemaire Kanalı'nı



Şekil 8. İngiliz "Y" istasyonu ve kano yapan İngiliz turistler.

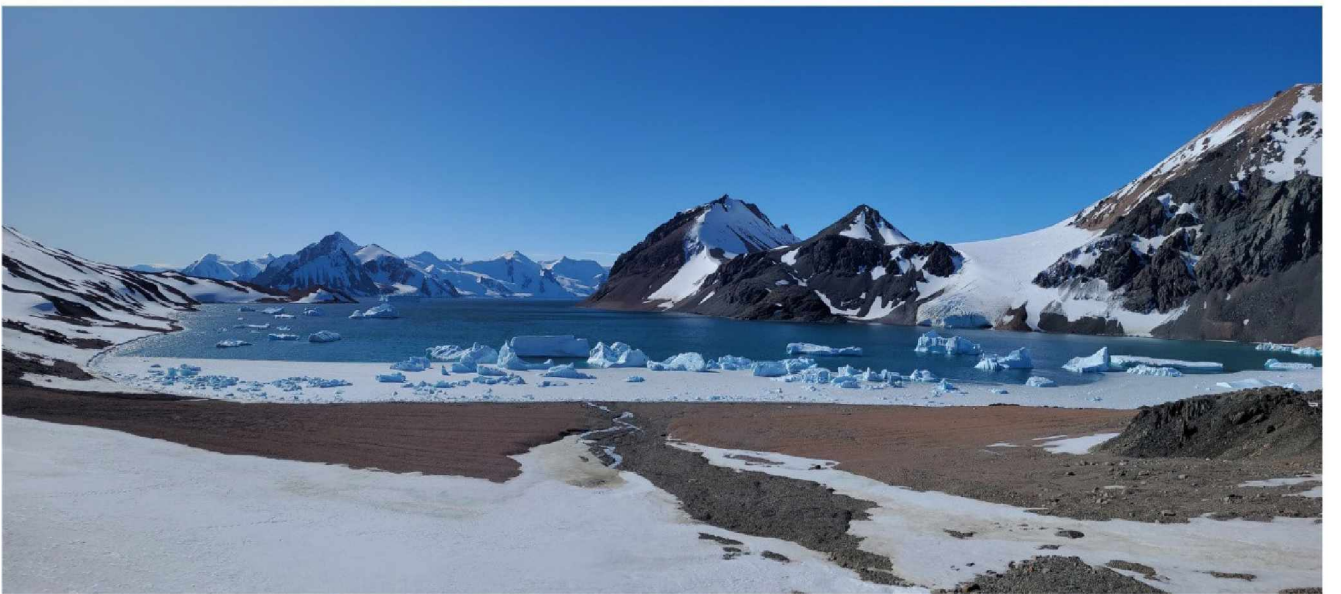
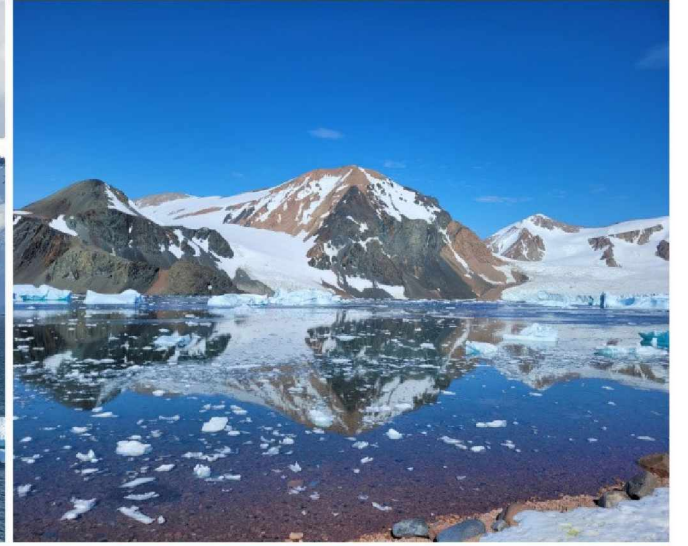
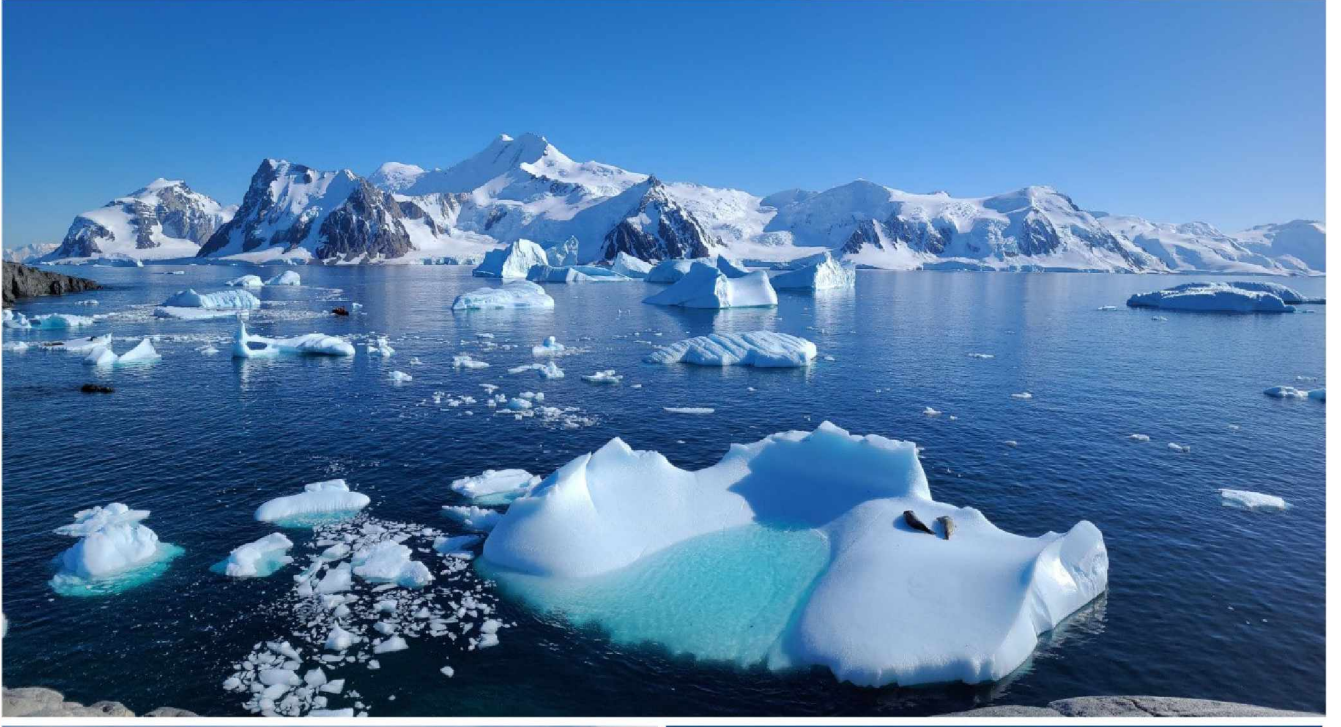
geçtikten sonra daha güneye doğru seyrimize devam ettik. Adelaide Adası ile ana kara arasındaki boğazdan da geçtikten sonra Marguerite Körfezi'ne açıldık. 11 Şubat 2023 saat 22.30'da hedefimize ulaşıp Horseshoe Adası'nın doğusundaki Lystad Koyu'nda demir attık. Betanzos. artık gündüz araziye çıkıp çalıştığımız, akşam döndüğümüz evimiz olacaktı.

12 Şubat-24 Şubat tarihleri arasında Geçici Türk Bilim Üssü'nün bulunduğu Horseshoe Adası'nda saha çalışmalarımı gerçekleştirdim. 24 Şubat günü Horseshoe'nun kuzeyindeki Sally Koyu'nda yer alan İngiltere'nin "Y" istasyonunu ziyaret ettik. "Y" istasyonu 1950 yılında kurulmuş, 1955-1960 yılları arasında İngiliz bilim insanları tarafından kullanılmış bir istasyondur. İstasyon şu an turistler için müze olarak hizmet vermektedir (Şekil 8).

Horseshoe'da çalışmak için kaldığımız zamanlarda, sabah 09.30'da zodyak botlarla birlikte adanın farklı noktalarına çıktık. Akşam saat 18.00 veya daha geç saatlere kadar çalıştıktan sonra indiğimiz noktadan zodyak botlara binerek Betan-

zos'a döndük. 2023 yılı seferinde hava durumu çalışmak için çok güzel fırsatlar verdi ve Horseshoe'nun özellikle kuzeyi olmak üzere ulaşılabilecek her noktasına giderek örnekleme şansı yakaladım (Şekil 9). Antarktika'da örnekleme yaparken; sahadan alınacak her türlü numunenin belirtilen ön deklarasyonlara uygun, belirlenen izinler çerçevesinde, lojistik/taşıma maliyetini düşürecek şekilde planlanması hayati önemdedir. Kıtadan alınacak toprak ve kayaç örneklerinin toplanmasında da dikkatli olunmalıdır. Kayaç ve toprak örneklerinin mutlaka izin alınan lokasyondan ve belirtilen miktarda alınması gereklidir. Tüm örnekleme lokasyon, tarih, saat, miktar, tür vb. bilgiler alım sırasında kaydedilmelidir [8].

1 Mart 2023 günü 19.30'da başladığımız noktaya dönerek King George'daki Fildes Koyu'na demir atıldı. 2 Mart 2023 günü 20.40'ta King George'dan uçak ile Punta Arenas'a, Punta Arenas-Santiago-Sao Paulo-İstanbul dönüş rotası ile 4 Mart 2023 gece 22.55'te İstanbul'a varıldı.



Şekil 9. Horseshoe Adası'nda ulaşılan ve örnekleme yapılan bazı bölgelerin fotoğrafları

Son Söz

Antarktika'nın gelecekteki sürdürülebilirliğini tehdit edebilecek faaliyetlerden sadece dört tanesi: turizm, madencilik, balıkçılık ve biyo-araştırmalardır. Tüm bu faaliyetler, dikkatli bir şekilde kontrol edilmediği, yönetilmediği, yasaklanmadığı veya sınırlandırılmadığı takdirde Antarktika'ya ve çevresindeki okyanuslara zarar verme, değiştirme veya yok etme potansiyeline sahiptir [9]. Bu faaliyetler Antarktika Madrid Çevre Protokolü ile sınırlandırılmıştır. Fakat turizm faaliyetlerinin aşırı artışı TAE-VII'deki gözlemlerimizde de gözümüze çarptı. 1992-2020 yılları arasında Antarktika'yı ziyaret eden turist sayısı on kat artmış ve artmaya devam etmektedir [10]. Ayrıca, Antarktika'ya gelen ziyaretçi sayısı, 2020-21 COVID pandemisinden sonra da %40'tan fazla artmıştır [11]. Bunlar da turizmin olumsuz çevresel etkilerinin artacağı anlamına gelmektedir. Turizmin olumsuz etkileri; yolcu gemilerinin karbon salınımı, istilacı türlerin girişi, her türlü kirlilik, Antarktika'nın biyolojik çeşitliliğine yönelik tehditleri oluşturacaktır. Bu tehditler, Antarktika ekosistemindeki birçok türün hayatta kalmasını ve kıtanın küresel iklim düzenlemeye yardımcı olma yeteneğini riske atmaktadır [11].

Türkiye Cumhuriyeti'nin 2023-2035 Ulusal Kutup Bilim Stratejisi'ne baktığımızda beş farklı tematik araştırma alanını kapsamaktadır. Bunlar, Küresel İklim Değişikliği, Tehdit Altındaki Ekosistemler, Antropojenik Etkiler ve Sosyal Sistemler, Geçmişten Geleceğe Bakmak ve Uzaya Bakıştır. 2023-2035 Ulusal Kutup Bilim Stratejisi'nde "Geçmiş Geleceğin Anahtarıdır" ilkesi vurgulanmış ve bu ilke ışığında jeolojik kayıtların isabetli bir şekilde yorumlayabilme yeteneğinin oldukça önemli olduğu belirtilmiştir. Kutup bölgelerindeki jeolojik kayıtlar, dünyanın doğal ortam tarihi ve süreçlerinin dinamikleri hakkında çok boyutlu bilgiler sağlayabilmektedir. Özellikle Dünya'nın en geniş el değmemiş bölgesi olan Antarktika'nın jeolojisi hakkında daha ayrıntılı bilgiye ihtiyaç duyulmaktadır. Kutup bölgelerinden elde edilecek her bir jeolojik kayıt, sadece gezegenimiz için değil, gezegenimizin içinde bulunduğu güneş sistemi hakkındaki bilgimizi artırmak için de önemli bir araç olacaktır [12].

Ülkemizin kutup bilimleri çalışmaları, uzay araştırmaları gibi stratejik önemde olmasının yanı sıra

gelecek yıllarda insanoğlunun yeni kaynak arayışları kapsamında daha da popüler bir hal alacaktır. Kutuplarda yapılacak bilimsel araştırmalarla gezegenimizin dünü, bugünü ve yarınını ışık tutulacaktır. Bu çalışmalar içerisinde Türk bilim insanları ve yer bilimciler önemli yer teşkil edecektir.

Teşekkür

Katıldığım 7. Ulusal Antarktika Bilim Seferi (TAE-VII) Cumhurbaşkanlığı himayesinde, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı uhdesinde ve TÜBİTAK-Marmara Araştırma Merkezi Kutup Araştırmaları ve Uygulama Merkezi koordinasyonunda gerçekleştirilmiştir. TAE-VII kapsamındaki çalışmalar 122Y192 kodlu TÜBİTAK projesi tarafından desteklenmektedir. TAE-VII seferinde arazi çalışmalarında bana yardımcı olan Jeoloji Mühendisi Şevval YALÇINKAYA BAY'a ve metni okuyup destek veren Tuğçe ÇAYIRLI ve ERTURAÇ ailesine teşekkür ederim.

Kaynakça

- [1] Gürbüz, A. Antarktika'da yerbilimleri. MTA Doğal Kaynaklar ve Ekonomi Bülteni, 29: 23-28, 2020.
- [2] Dalziel, I. W. D. ve Elliot, D. H. West Antarctica: problem child of Gondwanaland. *Tectonics*, 1, 3-19, 1982.
- [3] Şenel, M. ve Yavaşoğlu, H. H. Antarktika'da Araştırma İstasyonu Kurmak için En Uygun Yer Seçimi: Türkiye Örneği. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 20, 015502, 72-82, 2020.
- [4] Stonehouse, B. *Encyclopedia of Antarctica and the Southern Oceans*. John Wiley and Sons. ISBN:978-0-471-98665-2, 2002.
- [5] Matthews, D. W. The geology of Horseshoe and Lagotellerie Islands, Marguerite Bay, Graham Land. *British Antarctic Survey Bulletin* 52, 125-154, 1983.
- [6] Lawver, L., Sloan, B., Barker, D., Ghidella, M., Von Herzen, R., Keller, R., Klinkhammer, G. ve Chin, C. Distributed, active extension in Bransfield basin Antarctic Peninsula: evidence from multibeam bathymetry. *GSA Today* 6, 1-6, 1996.
- [7] https://en.wikipedia.org/wiki/Lemaire_Channel. Kasım 2023
- [8] Yavaşoğlu, H. Bilim. Ulusal Kutup Bilim Seferleri Eğitim Kitabı (Editor: Özsoy, B.), Bölüm-II, 15-23, 2021.
- [9] <https://discoveringantarctica.org.uk/challenges/sustainability/future-of-antarctica/>. Kasım 2023
- [10] <https://www.iucn.org/resources/issues-brief/impacts-tourism-antarctica>. Kasım 2023
- [11] <https://www.weforum.org/agenda/2023/01/antarctica-ecosystems-ice-tourism-damage-environment/>. Kasım 2023
- [12] T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı. Ulusal Kutup Bilim Stratejisi 2023-2035, 40 s, 2023.