

Antarktika'da Hiç Kimsenin Göremediği Göl:

Vostok



Çevremizde olup biten tüm teknolojik gelişmelere bakarak kimi zaman Dünya üzerinde keşfedilmemiş ya da gizemini hâlâ koruyan yerler olamayacağını düşünürüz. Oysa Dünya'nın en son keşfedilen ve 14 milyon km² yüzölçümüyle beşinci büyük kıtası olan Antarktika (Avrupa'nın yaklaşık 1,3 katı) hâlâ gizemini koruyor. Antarktika'nın gizemlerinden biri Vostok gölü. Yüzey alanı bakımından Dünya'nın on beşinci, hacim bakımından da yedinci büyük gölü olan Vostok, Antarktikada çok yakın bir geçmişte keşfedildi. İşin ilginç yanı bu gölü şimdiye kadar hiç kimse göremedi; çünkü Vostok gölü tam 4 km kalınlığında bir buz tabakasının altında. Daha da ilginç, gölün suyu dışarıdaki dondurucu soğuğa karşın sıvı halde.

Antarktika hâlâ büyük ölçüde ulaşılmaz ve zorlu bir kıta. Varlığı kuramsal olarak MS 1. yüzyıldan beri bilinen kıta, ilk olarak Piri Reis'in 16. yüzyılda çizdiği haritalarda yer aldı. Coğrafi keşifler döneminde Dünya üzerinde ulaşılmadık yer kalmayınca kadar süren yarış, 18. yüzyılda keşfedilmemiş son büyük kıta olan Antarktika'ya yöneldi. Güney Kutup Dairesi'ni ilk kez İngiliz denizci ve kâşif James Cook 1773'te geçti. Ne var ki kötü hava koşulları daha çok ilerleyip gizli kıtaya ulaşmasını engelledi. İnsanlar Antarktika'ya ancak 19. yüzyılın ilk yarısında ayak basabildi.

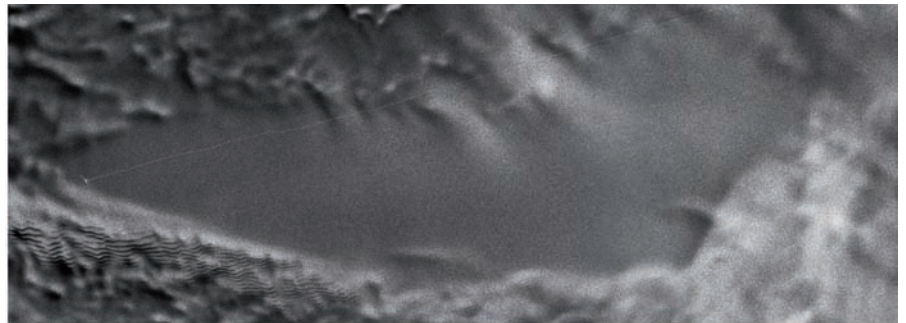
Antarktika özellikle 20. yüzyılın başından bu yana -sanayileşmenin de etkisiyle- insanların ilgisini daha çok çekmeye başladı. 1907'de Manyetik Güney Kutbu'na ulaşıldı. 14 Aralık 1911'de Norveçli kâşif Roald Amundsen, İngiliz Robert Falcon Scott liderliğindeki ekipten yalnızca bir ay önce Coğrafi Güney Kutbu'na ulaşan ilk insan oldu.

Tüm bu yıllar boyunca giderek artan keşif gezileri, birçok ülkenin bu topraklar üzerinde hak iddia etmesini de beraberinde getirdi. Günümüzde bile bazı ülkeler Antarktika üzerinde hak iddia etmeyi sürdürse de 1959'da imzalanan Antarktika Antlaşması'na göre kıta, herhangi bir ülkenin toprağı değil; yalnızca bilimsel araştırma ve çevresel koruma çalışmalarının yapılabileceği bir bölge olarak kabul ediliyor. Kıtada her türlü askeri etkinlik de bu antlaşmayla yasaklanmış durumda. Antlaşma, Antarktika'yı 60° güney enleminin gü-

neyinde kalan tüm kara ve buz sahanlıkları olarak tanımlıyor.

Her türlü olumsuz koşula ve yüksek maliyetlere karşın Antarktika'da bilimsel çalışma yapmanın Dünya'nın başka yerlerinde yapılan çalışmalara göre bazı üstünlükleri var. Örneğin temiz havası nedeniyle hava kalitesi çalışmaları için, ışık kirlenmesinin olmaması ve altı ay süren kutup gecesi nedeniyle de gökbilim çalışmaları için yeryüzündeki en uygun yer. Kilometrelerce kalınlıktaki buz tabakası da paleontoloji çalışmaları için dünyanın geçmiş iklim kayıtlarının tutulduğu milyonlarca yıllık bir arşiv niteliği taşıyor. Kıtanın bilimsel açıdan çekici olması, geçtiğimiz yüzyılın başlarında kurulmuş az sayıda araştırma merkezinin ve gözlem istasyonunun yüzyılın ikinci yarısından sonra hızla artmasına yol açmıştır. Günümüzde 30 ülkenin Antarktika'da sürekli ya da geçici olarak kullandığı merkezler var. Bu merkezlerde yapılan çalışmalar genellikle uluslararası ekiplerce gerçekleştiriliyor ve elde edilen sonuçlar tüm insanlığın yararlanabilmesi için herkesin kullanımına sunuluyor. Tüm bu bilimsel çekiciliğine karşın, zorlu iklim koşulları nedeniyle bu büyük kıtada yaşayan insan sayısı kış aylarında 1000, yaz aylarında da en çok 5000 dolayında oluyor.

Bilim insanları başta olmak üzere birçok insanı heyecanlandıran bir buzulaltı gölü olan Vostok'un keşfi de bu uluslararası bilimsel etkinliklerin sonucunda gerçekleşti. Antarktika'da buzulaltı göllerle ilgili çalışmalar 1960'lı yılların sonlarında, buzun altını gösterebi-



Vostok gölünün uydu görüntüsü, Kaynak: National Snow and Ice Data Center

Ölçek
50 Kilometre



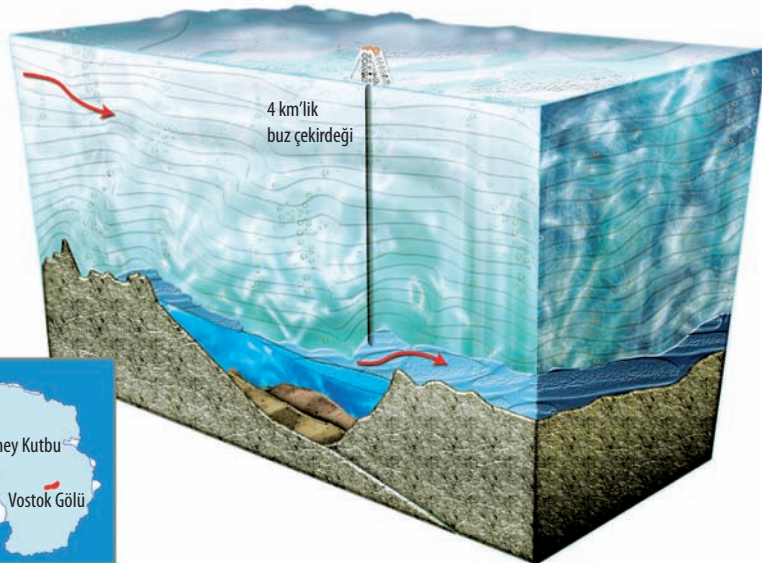
Güney Antarktika'da yer alan McMurdo İstasyonu kıtadaki en büyük istasyonlardan biri. 1956'da hizmete açılan istasyon ABD tarafından işletiliyor.

len radar görüntüleri sayesinde başladı. Rusya'nın Antarktika'daki araştırma merkezlerinden biri olan ve 1957'de açılan Vostok İstasyonu'nun yaklaşık 4 km altında kıtanın en büyük buzulaltı gölüne rastlandı. Aslında kimse bu kadar zorlu iklim koşullarının olduğu bir bölgede sıvı halde suya rastlamayı ve bu suyun da çok büyük bir tatlı su gölüne ait

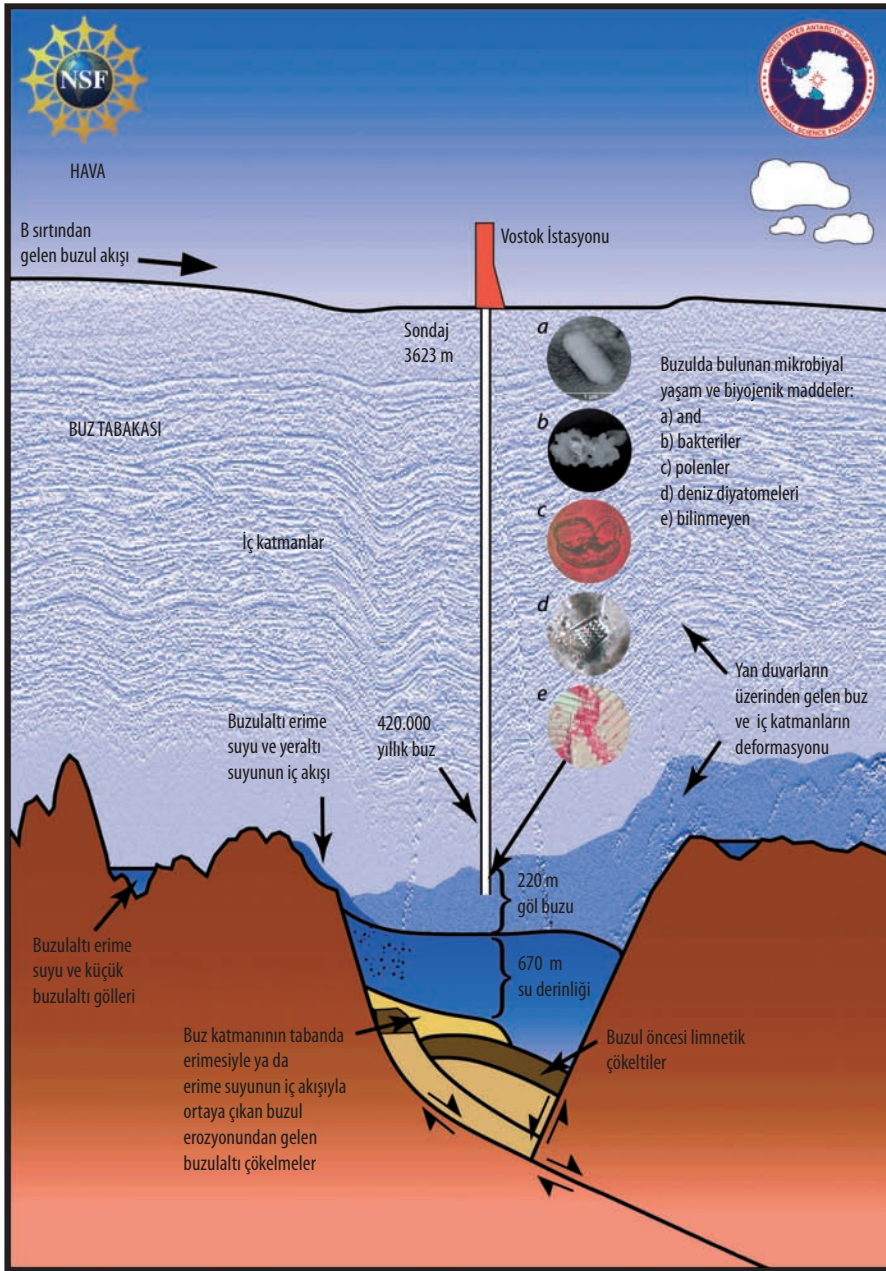
olmasını beklemiyordu. Ne var ki radar sonuçları buna işaret ediyordu. Bu buluşun bilimsel olarak kanıtlanabilmesi için 20 yıldan çok bir sürenin geçmesi gerekti. 1996'da İngiliz ve Rus bilim insanları radar sonuçlarını uzaydan elde edilen yükseklik haritalarıyla birleştirerek Vostok gölünü hatasız bir şekilde tanımladı.

Peki, bu keşif yalnızca yaşlı Dünya'nın üzerinde yeni bir coğrafi alan bulunması nedeniyle mi önemli? Tam olarak değil. Bilim insanları özellikle geçmiş iklim bilgilerine ulaşmak amacıyla buz tabakalarından buz çekirdeği adı verilen örnekler çıkarır. Vostok gölünün varlığının kesin olarak kanıtlanmasından çok daha önce Rus bilim insanları kalın buz tabakasında sondaj çalışmalarına başlamıştı. Bu sondajın sonucunda 1998'de Vostok Araştırma Merkezi'nde çalışan Rus, Fransız ve Amerikalılardan oluşan bir ekip şimdiye kadarki en büyük buz çekirdeğini elde etti. 3623 m uzunluğundaki bu çekirdek, göl suyuyla buz tabakasının birleşme noktası olduğu tahmin edilen yerin yaklaşık 100 m yakınına kadar açılan sondaj kuyusundan çıkarıldı. Çekirdeğin göle yakın bölümlerinin incelenmesi sonucunda buzun yaşının yaklaşık 420.000 olduğu ve göl suyunun atmosferle bağlantısının 500.000 ile 1.000.000 yıl önce kesilmiş olması gerektiği hesaplandı. Yani Antarktika'nın Amazon ormanları kadar yeşil olduğu bir dönemde.

Çekirdeğin en derin bölümlerinin göl suyunun donmasıyla oluşan buz tabakası olduğunun düşünülmesi ve bu bölüm-



Vostok gölünde gerçekleştirilen sondaj çalışması su-buz sınırının 100 m kadar üstünde durduruldu



Vostok gölü ve sondaj kuyusu kesiti

lerde mikroorganizmalara rastlanması, göl suyunun yaşama olanak verdiği düşüncesini kuvvetlendirdi. Araştırmacılara göre gölde, gen havuzlarının dünyada benzeri olmayan, en az 500.000 yıllık bakterilere rastlanabilir. Yaklaşık 4 km kalınlıktaki buz tabakası sayesinde gölün suyu belki de Dünya'nın en el değmemiş ve en eski suyu. Göl suyunun ortalama yaşının milyon yıl mertebesinde olduğu tahmin ediliyor. Benzer büyüklükteki Ontario gölünde bu süre, yaklaşık altı yıl.

Vostok gölünün bu kadar eski zamanlardan kalmış olması doğal olarak bilim çevrelerini çok heyecanlandırdı. Göl suyunda yaşıyor olabilecek bitki ve hayvan türlerini keşfetmek en ilgi çeken konulardan biri haline geldi. Düşük sıcaklıkta, atmosfer basıncından yüzlerce kat fazla bir basınç altında ve fotosentez yapmak için ışık olmayan bir ortamda eğer yaşam varsa, bu şimdiye kadar hiç rastlamadığımız türden bir yaşam olmalıydı. Peki, böyle bir ortamda canlıya rastlanması gerçekten de olası mıydı?

Romanya'daki, yakın bir zamana kadar bilinmeyen ve tıpkı Vostok gölü gibi dış dünyayla ilişkisi olmayan bir mağarada yapılan bazı keşifler bu konuya ışık tuttu. Mağaranın derinliklerinden elde edilen örneklerde daha önce hiç rastlanmamış 33 yeni canlı türü bulundu. Bunlar, ışık kullanarak fotosentez yapmak yerine hidrojen sülfid yardımıyla kemosentez yapıyordu (ışık yerine kimyasal madde kullanarak enerji elde etme). Bu tür canlıların benzerlerine Vostok gölünde de rastlanabilir. Buna ek olarak, Vostok gölünün derinliklerinde sıcak su kaynakları var olduğuna ilişkin yeni bulgular elde edildi; bu da gölde daha başka canlı türlerinin bulunması olasılığını artırıyor.

Vostok gölünün ileri derecede oligotrofik (besin maddesi yönünden kıt) ve oksijen bakımından Dünya'nın hiçbir tatlı su gölünde rastlanmayacak düzeyde zengin (normalin yaklaşık 50 katı) olduğu düşünülüyor. Oksijen değerlerinin bu kadar yüksek olmasında gölün üstündeki 4 km'lik buz tabakasının oluşturduğu yüksek basınç etkili. Gölde yaşama rastlanması durumunda bilim insanları bazı şaşırtıcı gerçeklerle karşılaşacak. Örneğin göl canlılarının bilinen hiçbir su kütlelerinde karşılaşılmayan bu yüksek oksijen değerlerine uyumlu olmasını sağlayan bazı özellikleri (örneğin yüksek miktarda koruyucu enzimleri) olmalı. Vostok'ta herhangi bir canlı türüne rastlanması, benzer özellikler gösteren Jüpiter'in uydusu Europa'da ve Satürn'ün uydusu Enceladus'ta da yaşama rastlanma beklentisini arttırabilir. Ayrıca 2005'te gerçekleştirilen bir çalışma, göl suyunda 1-2 cm'lik gelgitlerin olduğunu ve bu hareketin yarattığı çevrintinin mikroorganizmalara gereksinim duydukları hareketlenmeyi sağlama çağını gösterdi.

Buz çekirdeğinden elde edilen mikroorganizmaların kaynağıyla ilgili bazı kuşkuvarlar var. Mikroorganizmalar Vostok gölünden mi yoksa örnekleme yapılırken kullanılan donanımdan bulaşan bir kirlilikten mi geliyor? Bu konuyu araştıran ve mikroorganizmaların çeşit-



Buz çekirdeğinden çıkarılan örneğin açık pembemsi rengi buzun buzulaltı suyundan oluştuğunun bir göstergesi.

liliğini belirlemeye çalışan birçok araştırmacı var. Montana Devlet Üniversitesi Karasal Kaynaklar ve Çevre Bilimleri Bölümü'nde çalışan ekolog John Priscu da bu araştırmacılarından biri. Priscu ve ekibinin gerçekleştirdiği son çalışmalara göre mikroorganizmaların fizyolojileri çeşitlilik gösteriyor. Priscu, Vostok gölünün yüzey sularında mililitrede yaklaşık 10.000 mikroorganizma olduğunu düşünüyor. Bu değer, deniz suyunda karşılaşılan miktarın yaklaşık %1'i. Benzer görüşü destekleyen başka çalışmalar olsa da, bu mikrobiyolojik etkinliğin insan kaynaklı olduğunu düşünen gruplar da var. Bunu öğrenmenin tek yolu 4 km'lik buz kütesini delerek göl sularına ulaşmak gibi görünüyor.

Ancak gölün hassas koşulları ve kıtanın sert iklimi bu amaca ulaşmanın çok kolay olmayacağını gösteriyor. Kalın buz tabakasını delmek hiç de kolay değil. Bir başka zorluk da bu büyüklükte bir projenin getireceği ekonomik yük. Büyük Britanya'daki Bristol Üniversitesi Coğrafi Bilimler Okulu'ndan buz bilimci Martin Siegert'e göre bu çalışma adım adım gerçekleşmeli. Vostok gölüne yönelmeden önce daha uygun koşulları olan başka bir buzulaltı gölünde ör-

nekleme çalışmaları yapılmalı. Örneğin Batı Antarktika'daki Ellsworth gölü, daha küçük olması ve üzerindeki daha ılıman koşulları olan buz tabakasıyla iyi bir seçenek gibi görünüyor. Siegert, çok daha düşük bir bütçeyle gerçekleştirilebilecek bu projede göl ekosistemindeki canlılarla ilgili beklenen sonuçlar alınırsa, sonraki aşama olarak Vostok gölünde de benzer çalışmaların yapılabileceğini belirtiyor.

Vostok gölünün ileri derecede **oligotrofik** (besin maddesi yönünden kıt) ve oksijen bakımından Dünya'nın hiçbir tatlı su gölünde rastlanmayacak düzeyde zengin (**normalin yaklaşık 50 katı**) olduğu düşünülüyor.

Göl suyuna sondaj yoluyla ulaşma konusuna bilim çevrelerinin yanı sıra, başka çevrelerden de kuşkuyla yaklaşanlar var. Bunlardan biri Antarktika ve Güney Okyanusu Koalisyonu (ASOC). Koalisyon yetkilileri, Vostok gölünün bilimsel çevrelerde haklı bir ilgi uyandırdığını kabul etmekle birlikte gölün gizemi çevresinde yaratılan ortamın, bilim insanlarını Vostok gölüne mutlaka sondaj yapılması gerektiği konusunda koşullandırdı-

ğını öne sürüyor. Bu nedenle de yapılan tartışmaların en zararsız sondaj yönteminin bulunmasına odaklandığını, bu benzersiz ve duyarlı ekosistemin korunması düşüncesinin ise ikinci plana atıldığını ekliyor. Koalisyon yetkilileri göl sularının atmosfere açılması sonucunda, bu farklı ekosistemde yaşıyor olabilecek canlı türlerinin zarar görebileceğini de belirtiyor. Hatta ters taraftan bakıldığında, benzer bir tehlikenin, bağışıklık sistemlerinin tanımadığı yeni mikroorganizmalarla karşılaşabilecek insanlar, hayvanlar ve bitkiler için de var olduğunu ekliyor.

Koalisyon'un itirazına en önemli dayanak, Antarktika Antlaşması Çevre Protokolü'ne göre (Madrid Protokolü) kıtada gerçekleştirilecek çalışmaların teknolojik araştırma-geliştirme odaklı olmaması zorunluluğu. Protokole göre, Antarktika'da yalnızca temel bilimler uygulanabilir. Antarktika'nın hiçbir şekilde ileride kullanılacak bir teknolojinin deneme alanı olamayacağını belirten Koalisyon, buzulaltı göllerde yapılacak deneme amaçlı bir sondaj uygulamasının Antarktika yerine örneğin Grönland'da yapılmasını öneriyor.

Ruslar Antarktika'nın bu en sert koşullarının egemen olduğu bölgede yıllardır sürdürdükleri sondaj çalışmalarını göl yüzeyinin 100 m kadar üstünde

durdurmuş durumda. Göl suyuna ulaşma konusunda uluslararası bilim çevrelerinin katılımını da destekliyorlar. Bununla birlikte atılacak yeni adımın, var olan sistem içinde yapılması konusunda da ısrarlılar. Hatta ucunda eritici bir sonda olan bir mekanizmayla ilerleyen sondaj deliğinden içeriye bir iletişim ve güç kablosu da göndermeyi düşünüyorlar. Sonda su-buz sınırına ulaştığında suyun altına bir "hidrobot" bırak-

Buzulaltı Gölleri ve Vostok Gölü

Bir buz başlığının ya da kalın bir buz tabakasının altında kalan göller buzulaltı gölü olarak adlandırılır. Antarktika'nın tamamında 140'a yakın buzulaltı gölü olduğu biliniyor. Bu göllerde kalın buz tabakasının uyguladığı yüksek basınç, sıcaklığı 0°C'un altında olan göl suyunun sıvı halde kalmasını sağlar. Vostok gölünün su sıcaklığının ortalama -3°C olduğu düşünülüyor. Buz kütesinden kaynaklanan ısı kaybı jeotermal etkilerle dengelenir. Ayrıca kalın buz tabakası dışarıdaki zorlu iklim koşullarına karşı da bir örtü görevi görür (Vostok, 1983'te ölçülen -89,4°C hava sıcaklığıyla şu ana kadar yer yüzünde kayıtlı en soğuk yer olma rekorunu elinde bulunduruyor). Bir buzulaltı gölü, kışın en soğuk zamanlarında üzeri buzla kaplanan göllerden ayıran en önemli özellik, göl yüzeyinin üzerinde bulunan buzun hareket halinde olmasıdır. Buzun bu hareketi yapabilmesi için yaklaşık 30 m kalınlığında olması gerekir. Bu yüzden kışın donan göllerin kendi kendilerine buzulaltı bir göle dönüşmesi pek olanaklı değildir. Jüpiter'in uydusu Europa'da ve Satürn'ün uydusu



Vostok İstasyonu Antarktika'nın en ulaşılabilir bölgelerinden birinde yer alıyor. Bölgede tüm yıl boyunca sert iklim koşulları hüküm sürüyor.

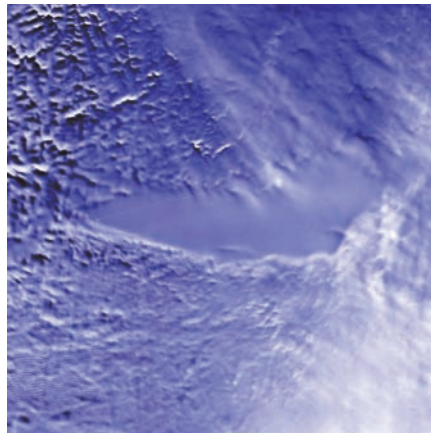
Enceladus'ta buzulaltı göllerin bulunduğuna yönelik güçlü kanıtlar vardır.

Columbia Üniversitesi'nde jeofizik dalında çalışan araştırmacılar Robin Bell ve Michael Studinger, Vostok gölü araştırmaları sırasında buz başlığının altında iki yeni göle daha rastladıklarını belirttiler. Buzulaltı göllerin yeraltı ırmaklarıyla bağlantılı olabileceği de düşünülüyor. Buzbilimci Duncan Wingham ve Martin Siegert'e göre bu durum, değişken basınç koşulları nedeniyle geçici olarak da olsa gerçekleşiyor.

Vostok gölü adını, Rusçada "doğu" anlamına gelen Vostok'tan alıyor. Göl 250 km'ye 50 km'lik büyüklüğüyle ABD'deki Ontario gölü kadardır. Ortasında yer alan bir sırt, gölü iki havzaya böler. Sırt üzerinde ortalama derinlik 200 m, kuzey havzada 400 m ve güney havzada 800 m'dir. Türkiye'nin en büyük gölü olan Van gölünden, alan bakımından yaklaşık dört kat, hacim bakımındansa dokuz kat büyüktür.

cak. Bu hidrobot, kamera ve başka aygıtlar yardımıyla suda canlı arayacak. Ancak bu noktada da bazı itirazlar var. Öncelikle var olan sondaj kuyusu gölün sığ bölümlerinin birinin üzerinde yer alıyor ve bu durum uygun bilimsel çalışmaların yapılabilmesi için en iyi seçenek olarak görünmüyor. İkincisi ve belki de daha önemlisi, sondaj kuyusunda kullanılan teknoloji. Sondaj sırasında donmayı önlemek amacıyla bolca kullanılan gazyağı hem elde edilecek örneklerin hem de göl suyunun kirlenmesine neden olabilir. Ayrıca yüksek basınç, gölün derinliklerinde oksijenin ve başka gazların, toplanmış kar kümesi şeklinde gözlenen bir takım yapılar oluşturmaya neden oluyor. Sondaj sırasında göldeki yüksek basıncın atmosfer basıncıyla karşılaşmasıyla gölün suyu tıpkı gazlı bir içecek gibi köpürerek yüzeye doğru fırlarken derinlerde bulunan bu yapılar da göl yüzeyine doğru yükselerek kararsız hale geçebilir.

Kısacası ASOC, milyonlarca yıldır buz kütesinin altında herkesten ve her şeyden uzak bekleyen gölün, tüm risklerin saf dışı olduğundan emin olunana kadar, belki birkaç kuşak daha beklemesi gerektiğini düşünüyor. Yetkililer gölün ve özellikle de karşılaşılması olası yeni canlı türlerinin büyümesine kapılarak aceleci ve yanlış kararlar vermek yerine sakin ve adım adım ilerlemenin önemini anımsatıyor.



Heisenberg'in belirsizlik ilkesinden yola çıkarak sorulalım: Bir gözlemcinin gözlemediği şeyi hiç değiştirmeden gözlem yapması olanaklı olabilir mi? Belirsizlik ilkesinin düşünsel boyutundan öte, bu eşsiz ve narin ekosistemi hiçbir müdahalede bulunmadan gözlemleyebileceğimizden emin olabilir miyiz? Her türlü önlemin alındığından emin olunsansa bile, insanlar yeni bilgilere ve türlere ulaşmak için bu bilgi kaynağının var olma koşullarını ortadan kaldıracabilecek bir girişimde bulunmalı mı?

Kaynaklar

<http://www.bbc.co.uk/science/horizon/2000/vostok.shtml>
<http://www.antarcticconnection.com>
<http://www.asoc.org>
http://news.nationalgeographic.com/news/2004/11/1115_041115_antarctic_lakes_2.html
http://en.wikipedia.org/wiki/Subglacial_lake
http://en.wikipedia.org/wiki/Lake_Vostok