

Kutup Canlıları
**Donmayan
Yaşamlar**

Kutupta kış! Şubat 2013'te Kutup Dairesi'ne çok yakın bir noktada, Norveç'in kuzeyindeki Tromso kentindeyiz. Tromso ana karaya çok yakın küçük bir adadan ve kıyıdaki yerleşim yerlerinden oluşuyor. Bölgenin konumu sayesinde kutup canlıları ile ilgili gözlem yapma şansımız artıyor. Ancak dondurucu soğuk nedeniyle yaban hayattaki hayvanları görmek çok zor. Ama Dünya'nın en kuzey noktasındaki *Polar Zoo* adlı hayvanat bahçesinde bölgeye özgü hayvanları ve bölgenin yaban hayatını görme şansımız var. Bu amaçla hayvanat bahçesine doğru hareket ediyoruz. Hayvanat bahçesi deniz kıyısından uzakta, iç kısımda. Ana karanın iç kısımlarına doğru ilerledikçe karşılaştığımız manzara belgesellerde, internetteki videolarda izlediğimizden çok daha etkileyici. Mevsim nedeniyle her yer karla örtülü, bembeyaz. Akarsu-

lar ve küçük göller buzla kaplı. Soğuk bölgelere özgü ağaçlar ve bu ağaçların üzerinde biriken karlar dalları sarkıtmış. İç kısımlara doğru gittikçe soğuk etkisini artırıyor ve sonunda hayvanat bahçesine geliyoruz. Hayvanat bahçesi deyince aklınıza küçük kafeslerin içine sıkıştırılmış hayvanlar gelmesin. Burası hayvanların rahatça dolaşabileceği, bölümlere ayrılmış ve tellerle çevrili çok büyük bir alan. Ren geyiği, misk öküzü, kutup sansarı, boz ayı, kutup tilkisi ve kurtları çok yakından görüyoruz. Hatta kurtların ve kutup tilkilerinin olduğu yere girerek onlara dokunuyoruz. Kutup canlılarına yakından bakarken dondurucu soğukların yaşandığı bu bölgelerde de canlıların soylarını devam ettirme becerisine bir kez daha hayran olduk. İsterseniz bu koşullara ve canlıların soğuk bölgelerde yaşamasını sağlayan bazı uyumsal özelliklere bakalım.





Aşırı soğuk bölgelerdeki yaşama, kalın ve katmanlı kürkleri, karda yürümeye uygun toynakları, aldıkları havayı akciğere gitmeden önce vücut sıcaklığıyla ısıtan burun yapısı gibi bazı özellikleriyle uyum sağlamış türlerin en bilinenlerden biri de ren geyikleridir. Kuzey Amerika, Norveç başta olmak üzere Avrupa'nın kuzeyinde ve Rusya'nın kuzeyinde yaşarlar. Kolay evcilleştirildikleri için Kuzey Kutbu'na yakın yerlerde yaşayan insanların bazı günlük işlerinde de (karda taşıma) kullanılırlar.

Kutuplar gezegenimizdeki yaşam koşullarının en zor olduğu yerler. Canlılar her şeyden önce çok uzun süren kış dönemi boyunca dondurucu soğukla mücadele etmek zorunda. Kutup bölgelerinde sonbaharın bitişiyle birlikte bembeyaz bir örtüye bürünen çevrede yaşam donma noktasına gelir. Hayvanların çoğu güneye, daha uygun iklimlere göç eder. Ancak hareket edemeyen ya da göç edecek kadar uzağa gidemeyen canlılar, çok uzun sürecek karanlık ve dondurucu soğukla mücadeleye başlar. Kış yaklaşırken denizde başlayan buzlanma karalara da yayılır. Bir süre sonra havadaki nem de dahil olmak üzere her şey donar. İlk donmayla birlikte bitkilerin çoğu ölür. Ancak iğne yapraklı bazı ağaçlar, örneğin çam ağaçları bu soğuğa dayanabilir. Zaten kutuplara yakın bölgelerdeki tundra yaşam kuşağında iğne yapraklı ağaçlar tayga denilen orman kuşağını oluşturur. Bilindiği gibi tayga ormanları Dünya'yı kuzeyden kesintisiz olarak saran bir kuşak gibidir. Buradaki ağaçların üzerinde bazen 3 ton kadar kar birikebilir. Bu bölgedeki ağaçların şeklini kar belirliyor denebilir. Çok

kısa süren yaz mevsimi nedeniyle ağaçların büyüme mevsimi de çok kısadır. Bir tohumun çalıya dönüşmesi yıllar sürer. Tayga ormanlarında, daha doğrusu kutup bölgelerine yakın yerlerde yaşayan hayvanların vücutları sıcak iklimdeki akrabalarına göre çok iridir. İri vücut daha iyi ısı yalıtımı sağlar ve bu sayede hayvanlar daha az ısı kaybeder.

Kuzey Kutbu ve çevresine genel olarak değindikten sonra Antarktika'da (Güney Kutbu) yaşamın nasıl devam ettiğine bakalım. Antarktika çevresi okyanuslarla çevrili, donmuş bir kıtadır. Bölgedeki buz dağlarının büyüklüğü kilometrelerle ifade ediliyor. Antarktika dünyanın en soğuk yeri olarak kabul edilir. Buna rağmen burada da hayvanlar ve bitkiler yaşamlarını sürdürüyor. Bu bölgeye uyum sağlayan canlıların en ilginç olanları, vücutlarında donma önleyici antifriz molekülleri bulunan bazı balık türleri. Bu antifriz molekülleri sayesinde balıklar sıfırın altındaki sıcaklıklarda da yaşamlarını devam ettirebiliyor. Bu antifriz molekülleri biyoteknolojide de kullanılıyor.

Antifriz moleküller vücut sıvılarının donma noktasını düşürerek canlıların sıfırın altındaki sıcaklıklarda da yaşayabilmesini sağlar. Bu moleküller ilk olarak Antarktikada yaşayan ve levreğin akrabası olan, Notothenioidei alt takımına ait bazı balıklarda keşfedildi. Zaten Antarktikada yaşayan balıklardan %90'ı Notothenioidei alt takımının üyeleri. Antarktikada soğuktan daha önemli olan sorun, ortamdaki buz ve buz katmanları. Burada genellikle yılın 10 aylık bir döneminde, deniz üzerinde 2-3 metrelik bir buz tabakası bulunur. İki ay kadar süren yaz mevsimindeyse buz tabakası fırtınalarla kırılır ve açık denize sürüklenir. Buz tabakasının alt tarafında 1-2 metre kalınlığında, buz kristallerinden oluşan gevşek bir yığın vardır. Bu yığın yaz mevsiminde kaybolur. Bunun yanı sıra büyük buz kristallerinden oluşan ve çapa buzu da denilen bir tabaka daha vardır ve suların 30 metreden daha sığ olduğu yerlerde bulunur. Buzun balıklar için tehlikeli olduğunu söyledik. Peki, bu tehlike nedir? Balıkların aşırı soğuğa dayanabilmesi ve vücutlarındaki sıvıların akıcılığını koruyabilmesi, vücutlarına buz girmediği sürece mümkündür. Buz, balıkların solungaçlarından ve derisinden kolayca geçer. Soğukkanlı canlılar olan balıkların vücut sıcaklıkları çevre sıcaklığına göre değişir. Tropik ya da ılıman iklimlerde yaşayan balıklar, buzlu bir ortamda vücut sıcaklıkları $-0,8^{\circ}\text{C}$ olduğunda donar. Antarktikadaki Notothenioidei takımından balıkların buzlu bir ortamda donması için vücut sıcaklığının $-2,2^{\circ}\text{C}$ olması gerekir.

Notothenioidei takımından balıklar, antifriz molekülleri sayesinde donma noktalarını düşürüp hayatta kalabiliyor. Antifriz molekülleri idrar ve göz sıvıları dışındaki vücut sıvılarında ve hücre sitoplazmasında bulunur. Bu moleküllerin Antarktika balıklarını donmaya karşı koruması ise çok küçük olan buz kristallerine bağlanıp buz kristalinin büyümesini engellemesi sayesinde gerçekleşir. Buz kristali,

çevresindeki sıvının içindeki su moleküllerinin kristalin yatay düzlemine basamaklar halinde eklenmesiyle büyür, ancak antifriz molekülleri ile karşılaşan basamaklar eğilir ve buz kristali büyümmez. Notothenioidei takımından balıklar buz içermeyen bir suya konulduklarında vücut sıcaklığı -6°C 'ye düşene kadar donmazlar. Vücut içine buz sızmadığı için buz kristalleri oluşmaz. Bu balıklar için asıl tehlike ortamdaki buzdur. Antifriz moleküllerinin asıl görevi buzun deriden içeri sızmasını önlemektir. Donmayı değil de buz kristallerinin oluşumunu engellediği anlaşılan antifriz moleküllerinin -otomobillerde kullanılan antifriz (etilen glikol) ile arasındaki farkın daha iyi anlaşılması için- antifriz değil de "buz şekillendirici protein" olarak adlandırılması öneriliyor.

Antifriz proteinleri balıkların yanı sıra bazı böcek, bakteri ve bitki türlerinde de (toplam 200 kadar türde) var ve bunları da donmaya karşı koruyor. Şimdiye kadar beş balık antifriz proteini keşfedildi (AFGP-antifriz glikoprotein-, Tip 1 AFP -antifriz protein-, Tip 2 AFP, Tip 3 AFP ve Tip 4 AFP). Bunlar yapısal olarak farklı olmalarına karşın, görevleri ve buz kristallerine bağlanma özellikleri benzer. Böceklerdeki antifriz proteini tip 5 antifriz proteini olarak adlandırılabilir. Böceklerin *Tenebrio*, *Dendroides* gibi cinslerinde bulunur ve buza bağlanma özellikleri açısından diğer antifriz proteinlerine benzer. Ancak kar piresi böceğinde (*Hypogastrura harveyi*) buza bağlanma özellikleri biraz daha farklıdır. Böceklerdeki antifriz proteininin balıklardaki antifriz proteininden 100 kat daha etkin olduğu da biliniyor.

Bitkilerde antifriz proteinlerinin keşfi de önemli. Bitkilerdeki antifriz proteinleri diğer antifriz proteinlerden farklı özellikler taşıyor. Bir çeşit çayır bitkisi olan *Lolium perenne*'nin protein yapısının önemli bir bölümünü antifriz proteinleri oluşturur. Bitkilerdeki antifriz proteinleri buzun tekrar kristalleşmesini önler.



Kutba kış geldiğinde, havadaki nem dahil içinde su olan her şey donar.

Kutup tilkisi beyaz renkli kürkünün ve derisinin altında depoladığı kalın yağ tabakası sayesinde aşırı soğuk ve karlı bölgelerde yaşamını sürdürmeyi başarmıştır.





Antifriz molekülleri glikopeptid yapıdadır. Her biri üç aminoasitlik bir peptid zincirinin üçüncü aminoasidine kovalent bağlarla bağlanmış bir disakkarit molekülünden oluşan birimlerin tekrarlanmasıyla meydana gelir. Bu glikopeptid moleküllerinin ağırlığı 2600 dalton ile 33700 dalton arasında değişir. Bileşiklerin molekül ağırlığı arttıkça antifriz etkinliği de artar.

Yapışkanlı iskorpit balığı ve kırmızı renkli denizkestanesi Kuzey Kutbu çevresindeki denizlerin derinliklerindeki soğuk sularda yaşayan türlerden bazılarıdır.





Siyahyüzgeçli buz balığı (*Chaenocephalus aceratus*) ürettiği antifriz proteini sayesinde Antarktika'nın aşırı soğuk denizlerinde donmadan yaşar.



Antifriz proteinleri bir yandan canlıları donmaya karşı korurken diğer yandan biyoteknolojik araştırmalara da konu oluyor. Buz kristali oluşumunu engelleme özelliği araştırmacıların da bu özelliğe yoğunlaşmasına yol açmış. Antifriz proteinleri genel olarak tıp, gıda ve tarım alanlarında kullanılıyor. Örnek olarak dokuların dondurularak korunması, kışın sert geçtiği bölgelerde ekinlerin donma noktasının düşürülmesi, sıcak iklimde üretilen balıkların daha serin iklim koşullarında üretilmesinin sağlanması, dondurulmuş gıdaların raf ömrünün uzatılması ve verilebilir. Dondurulmuş gıdalara antifriz uygulanması ile ilgili bir araştırmadan da söz edelim. Dondurulmuş et ürünlerinde erime sırasında büyük buz kristallerinin oluşması besin değeri kaybına neden olur. Bu araştırmada Antarktik morina balığından elde edilen antifriz glikoproteinler, kuzulara -kesimden önce farklı zamanlarda- damardan enjekte edilmiş. Kesimden sonra et örnekleri vakumla paketlenmiş ve -20°C'de, 2-16 hafta depolanmış. Kesimden sonraki 1-24 saat arasında antifriz uygulanan et örneklerinde buz kristallerinin büyüklüğünde önemli oranda azalma olmuş. Burada işin ekonomik yönünün de göz önünde bulundurulması gerekiyor. 1 mg antifriz proteini elde etmenin maliyeti yaklaşık 10 Amerikan doları. Ayrıca bir balık plazmasının (antifriz içeren sıvı kısımlar) her bir litresinden 2 gr antifriz proteini elde edilebiliyor. Sadece dondurma sektörü için 150 bin ton antifriz proteini içeren balığa ihtiyaç var ki bu da henüz yeteri kadar ekonomik değil.

Kırmızı kral yengeci Bering Denizi'nde yaşayan en büyük yengeç türlerinden biri. 10 kg'dan fazla ağırlığı, 140 cm (bazı kaynaklarda 180 cm) bacak açıklığı (bir bacedan diğerine olan mesafe) ile soğuk denizlerde yaşamını sürdürüyor. Ancak aşırı avlanma nedeniyle nüfusu azalıyor.

Soğuk denizlere uyum sağlamış deniz omurgasızlarından biri de deniz anemonlarıdır. Kutup Denizi, Kuzey Denizi ve Baltık Denizi'nde yaşarlar.



Kuzey Norveç / Tromsø, Şubat 2013
Fotoğraflar: Dr. Bülent Gözcelioğlu

- Kaynaklar**
- Eastman, J. T., Devries, A. L., Olağan Dışı Yaşamlar - Antarktika Balıkları, TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, s. 75-90, 1999.
 - Aşçı, A., Göçer, E. M., Küçükçetin, A., "Antifriz Proteinler ve Gıda Teknolojisinde

- Kullanımı", Akademik Gıda, Cilt: 9, Sayı 6, s. 46-51., 2011.
- Bektas, G. I., Altıntaş, A., "Antifriz proteinler", Etik Veteriner Mikrobiyoloji Dergisi Sayı 18, sayfa 27-32, 2007.