



Fotoğraf: Hakan Gür

KIŞ UYKUSU

Tüm canlılar, ortam koşullarındaki güçlüklerle baş edebilmek için çeşitli uyumlar sergiliyorlar. Mevsimsel sıcaklık değişimleriyle birlikte, yaşamı tehdit edebilecek ölçüdeki sıcaklıklardan korunabilmek ve gerekli enerjiyi karşılayabilecek miktarda besin bulabilmek gibi sorunlar ortaya çıkıyor. Çoğu canlı, bu güçlüklerin üstesinden gelebilmek için son derece mantıklı bir yola başvuruyor: metabolizmalarını düşürerek bir tür “uyku” haline giriyorlar ve enerji gereksinimlerini en aza indiriyorlar.

Metabolizmanın son derece yavaşlatıldığı, dolayısıyla vücut sıcaklığının düştüğü ve kalp atım hızının azaldığı durgunluk dönemlerine “torpor” adı veriliyor. Bazı hayvanlar, gün içinde de bu tarz periyodik durgunluk dönemlerine girebiliyorlar (günlük torpor). Mevsimlik uykular olarak bilinen kış uykusu (hibernasyon) ve yaz uykusu (estivasyon) ise, birbirini belirli bir düzen içerisinde takip eden torpor evrelerinden meydana geliyor. Her iki olayda da vücut sıcaklığı değişimleri benzer bir modeli izliyor. Vücut sıcaklığı yavaş yavaş düşüyor ve her torpor-

da ulaşılan minimum vücut sıcaklığı daha da azalıyor. Belirli aralıklarla, yuvaya depolanan besinleri yemek ve boşaltım yapmak için kısa uyanışlar görülüyor. Bu uyanışları yapabilmek için de vücut sıcaklığı yükseltiliyor. Kış mevsiminin ortalarına geldikçe ara uyanışlar gittikçe seyreliyor, torporda kalış süresi artıyor ve ilkbahar yaklaşmaya başladığında da torpor süreleri kısalıyor ve hayvan daha uzun sürelerle uyanı kalıyor. Gerçek hibernasyon görülen canlıların tamamında bu model geçerli. Aylarda görülen kış uykusuysa, birbirini takip eden torpor dönemlerinden oluşmadığı ve vücut sıcaklığı da çok az düştüğü için, bu evrensel modele uymuyor ve gerçek bir hibernasyon olarak kabul edilmiyor.

Vücut sıcaklığı ortam sıcaklığına bağımlı olan (soğuk kanlı) hayvanlarda da evrensel hibernasyon modeli görülüyor. Ortam sıcaklığı çok yükseldiği ya da çok düştüğünde, bu canlılar korunaklı yerlere girerek, durgun (dormant) bir evreye çekiliyorlar. Kış boyunca bir çoğu, onlarcası bir arada olmak üzere, belirli bölgelerde toplanarak kış uykusuna giriyorlar ve bu saye-

de ısı kaybının çok fazla olmasını engelliyorlar. Sucul hayvanlarsa, su içindeki korunaklı yerlere ya da dip çamurunun içine saklanarak kış koşullarını atlatabiliyorlar. Soğuk su oksijen bakımından daha zengin olduğu için, derileri ya da solungaçları yardımıyla rahatlıkla solunum yapabiliyorlar. Kurbağalardaysa tam anlamıyla bir “donma” gerçekleşiyor. Donma etkisiyle vücut boşluklarında ve deri altında olu-

Böcekler kışın nereye kayboluyor?

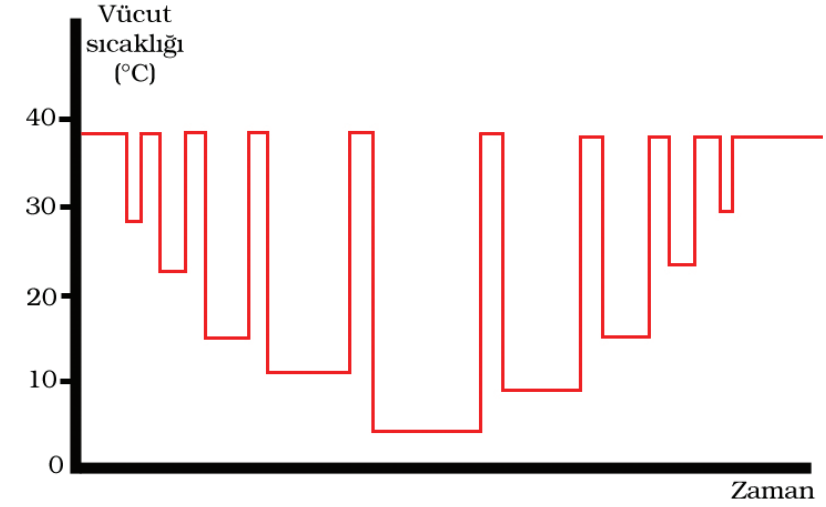
Böceklerin büyük bir çoğunluğunda, kış aylarında “diyapoz” adı verilen bir durgunluk dönemi görülüyor. Bu süreçte büyüme ve gelişme tamamen duraklıyor, böceğin vücut sıcaklığı düşüyor, kalp atım ve solunum hızı da yavaşlıyor. Başkalaşım geçiren bazı böceklerse, kış aylarını kurtçuk şeklindeki larvalar ya da pupalar olarak geçirmeyi yeğliyorlar. Bazı böcek türleri kışın başında yumurta bırakarak ölüyorlar ve yumurtalar bir sonraki ilkbaharda açılıyor. Bazı küçük böcekler, bakteriler ya da civık mantarlar da, kış mevsimini bitkilerin belirli bölgelerinde oluşturdukları “gal” adı verilen koruyucu yapılar içinde geçiriyorlar.

şan sıvı kristalleri nedeniyle ölmelerini engelleyen şeyse, yaşamsal organlarında çok yüksek oranda glikoz bulunması. Bu sayede, metabolik olayları tamamen duran bir kurbağa, ortam sıcaklığı yükseldiğinde “çözülerek”, hiçbir şey olmamış gibi normal yaşamına geri dönebiliyor.

Hibernasyon sürecini yaşayan hayvanların uyku modelleri birbirinden farklılık gösteriyor. İlk göze çarpan farklılık, torpor derinlikleri. Kural olarak, vücut sıcaklığı ne kadar düşürülüyorsa, torpor da o kadar derin oluyor. Çünkü ara uyanışa geçildiğinde, vücut sıcaklığının normal seviyeye çıkarılması gerekiyor ve çok düşük sıcaklıklardan normal vücut sıcaklığına erişmek de doğal olarak daha uzun sürüyor. Bu nedenle, sincaplar ve diğer küçük kemirgenler çok daha derin torporlara giriyorlar ve rahatsız etmeden elinize aldığınızda bile bundan etkilenmiyorlar. Ancak, kış uykusundaki bir ayı, bu süre boyunca vücut sıcaklığını çok az düşürdüğü için, inine girildiğinde kısa bir süre içinde uyanabiliyor.

Bazı hayvanlarsa, bütün kışı hibernasyonda geçirmek yerine, yalnızca çok soğuk dönemlerde metabolizmalarını yavaşlatarak, enerji gereksinimlerini vücutlarında depoladıkları yağlardan karşılamayı yeğliyorlar. Sıcaklıklar çok az da olsa yükseldiğindeyse, yeniden dışarı çıkıyorlar ve besin aramaya devam ediyorlar. Ancak, ne şekilde olursa olsun, kışı yavaşlatılmış bir metabolizmayla geçirecek olan hayvanların tamamında, besin azlığına karşı belirli hazırlıklar yapılıyor. Bir kısmı ara uyanış dönemlerinde tüketebilecekleri besinleri yuvalarına depolarken, bir kısmı da karbonhidratça zengin besinlere ağırlık vererek vücutlarında bolca yağ topluyor. Kış uykusuna yatan canlılar, normal beyaz yağ dokunun yanında, insanlarda yalnızca bebeklik döneminde görülen kahverengi yağ doku da oluşturuyorlar. Özellikle beyin ve kalp gibi yaşamsal organların çevresinde oluşturulan bu özel yağ doku, kış uykusundan çıkış zamanı geldiğinde, bu organların hızlı bir biçimde ısıtılmasını sağlıyor. Bazı hayvanlar, ara uyanışları sırasında sınırlı olarak güneşten gelen ısıyı da kullanabiliyorlar.

En iri cüsseli kış uykucuları olarak bilinen ayılar, 5 ay ya da daha uzun bir süre boyunca hiç uyanmadan, dolayısıyla da yemeden, içmeden, boşaltım yapmadan ve de hareket etmeden kış uykusunda kalabiliyorlar. Enerji kaynağı olarak yalnızca beyaz yağ dokuyu kullanmaları nedeniyle vücut proteinlerini yıkıyorlar ve bu sayede de vücutlarında üre birikmiyor. Bu kadar uzun süre hareketsiz kalmalarına karşın kemik ve kas erimesi gibi sorunlar yaşamamaları, tıp alanında çalışan araştırmacılar için ilgi çekici.



Hibernasyon için evrensel model. Hibernasyona giriş evresinde torpor süreleri daha kısa ve vücut sıcaklıklarında görülen düşüş daha azken, toplam sürecin ortalarına doğru vücut sıcaklıkları 2°C'ye kadar düşüş gösteriyor ve torporda kalış süresi de uzuyor. Hibernasyondan çıkış, başlangıçtaki benzer şekilde kısa süreli torporlar ve her torporda artan vücut sıcaklıklarıyla karakterize.

yla da yemeden, içmeden, boşaltım yapmadan ve de hareket etmeden kış uykusunda kalabiliyorlar. Enerji kaynağı olarak yalnızca beyaz yağ dokuyu kullanmaları nedeniyle vücut proteinlerini yıkıyorlar ve bu sayede de vücutlarında üre birikmiyor. Bu kadar uzun süre hareketsiz kalmalarına karşın kemik ve kas erimesi gibi sorunlar yaşamamaları, tıp alanında çalışan araştırmacılar için ilgi çekici.

Besin yelpazelerinde çeşitli meyveler, hemen her türlü kabuklu yemiş, çiçekler, kökler, yapraklar, hatta küçük kuşlar ve memeliler bile bulunan ayılar, yaz aylarının sonlarına doğru karbonhidrat bakımından zengin besinlere ağırlık vererek kilo almaya başlıyorlar. Sonbahar aylarının gelmesiyle birlikte de, yapraklar, ince dallar ve benzeri bitkisel maddeleri taşıdıkları yuvalarında, kış uykusunu geçirecekleri yeri hazırlamaya başlıyorlar. Bu hazırlıklar tamamlandığında ayı da inine giriyor ve metabolik etkinlikleri düşüyor. Kış uykusu boyunca, vücut sıcaklıklarını 30-31 C derece civarında tutabilen ayıların aksine, yer sincapları ve yedi uyurlar gibi küçük kemirgenlerde vücut sıcaklığı 3-4 C dereceye kadar düşebiliyor. Bu nedenle bu sevimli canlılar, ara uyanışlar yaparak vücut sıcaklıklarını yükseltmek, depoladıkları besinleri yemek ve boşaltım yapmak zorundalar. Ayılar, yüzey alanı/kütle oranlarının düşük oluşu sayesinde vücut sıcaklıklarını çok daha rahat koruyabiliyorlar. Vücutlarını yüksek sıcaklıklarda tutabilmeleri, tehlike anlarını

da kendilerini korumalarına yetecek hızda uyanabilmelerini de sağlıyor.

Kutup aylarındaysa, yalnızca gebe olan dişiler kış uykusuna giriyorlar ve hatta kış uykusu sırasında dünyaya gelen yavrularını emziriyorlar. Ancak, kutup ayısının bir özelliği daha var: bütün bir kış boyunca aralıksız uyan akrabalarının aksine, yalnızca ortamda besin az olduğunda kış uykusuna girip, besin bolluğunda da kış uy-

Yazın Uyuyanlar...

Yalnızca kışın değil, yazın da durgunluğa çekilen canlılar var. Amaç yine aynı: besin azlığında enerjiyi tutumlu kullanabilmek. Özellikle uzun ve kurak mevsimlerin yaşandığı tropik bölgelerde yaşayan bazı hayvanlar, “estivasyon” olarak bilinen yaz uykusuna giriyorlar. Estivasyonun seyri, hibernasyon ile büyük benzerlik gösteriyor. Ancak, hayvanın uyku sürecinde ulaştığı en düşük vücut sıcaklığı, metabolizma hızı ve torpor evrelerinin süreleri, kış uykusundan biraz daha farklı.

İki kurbağa türüyle (Ceratophrys ornata ve Pyxicephalus adspersus), bu uyku hali sırasında su kaybını en aza indirebilmek için oldukça ilginç bir değişim geçiriyorlar. Kurak mevsimin başlamasıyla birlikte kendilerini toprağa gömen bu kurbağalar, derilerinin bir kısmını dökerek, burun delikleri dışında tüm vücutlarını saran bir koza oluşturuyorlar ve yaz mevsimini, yalnızca nefes alıp verebilen birer mumya halinde geçiriyorlar.

Hem yazın hem de kışın torpora giren hayvanlar da var. Ülkemizde de yayılış gösteren yedi uyurların Avrupa’da yaşayan populasyonlarıyla yapılan bir çalışma, bu türün yıl içinde farklı zaman aralıklarında günlük torpor, hibernasyon ve estivasyona girdiğini gösteriyor.

kusundan kontrollü olarak çıkabilmek.

Biz de Kış Uykusuna Girebilecek miyiz?

Fred Hutchinson Kanser Araştırma Merkezi'nde yapılan çalışmada, Mark Roth ve çalışma arkadaşları, hibernasyon davranışı olmayan bir memeliyi hibernasyona sokmayı başardılar. Ortamdaki oksijen miktarı solunuma yetmeyecek kadar az, ancak metabolik etkinliklerin devam edebileceği kadar yüksek olduğunda, hücreler normal etkinliklerine devam etmek istiyorlar ve kısa bir süre sonra yapısal ya da işlevsel hasara uğruyorlar. Roth ve ekibiye, oksijeni bir anda çok düşük seviyeye çekerek, hücreler kendilerine zarar vermeden metabolik etkinliği sıfıra indirdiler. Yüksek dozlarda ölümcül etki gösterebilen hidrojen sülfid gazının etkisi altında, farelerin vücut sıcaklıkları 20 C kadar azaldı, solunum hızları dakikada 120'den 10'un altına düştü ve 6 saatlik başarılı bir metabolik durgunluk sonrasında oksijenle karşı karşıya



birakıldıklarında, hiçbir yan etki görülmeksizin normale döndüler.

Kuzey Carolina Üniversitesi araştırmacılarından Matthew Andrews de, hibernasyonun başrol oyuncularını gibi görünen iki geni tanımlamayı başardı. PL ve PDK-4 olarak adlandırılan bu genlerden ilki, karbonhidrat metabolizmasını durdurarak, vücutta depola-

nan glikozun beyin ve merkezi sinir sistemi tarafından kullanılmak üzere ayrılmasını sağlıyor. Diğer gen de, depolanan yağ asitlerini yıkarak kullanılabilir yağlara çevirebilen bir enzimin üretimini kontrol ediyor. Araştırmacılar, bu iki genin insan vücudunda da benzer şekilde davrandığını ortaya koydular. Örneğin, görevi glikozu sak-

Ülkemizde Yapılan Çalışmalar

Hacettepe Üniversitesi Biyoloji Bölümü araştırma görevlilerinden H. Mutlu Kart Gür, 1998 yılından beri hibernasyon ekolojisi ve memelilerde termoregülasyon (ısı düzenleme) konularında çalışıyor. Yüksek lisans tezini de hibernasyon konusunda hazırlayan Gür, 2002-2003 yılları arasında Almanya'da DAAD bursiyeri olarak Phillips Üniversitesi Hayvan Fizyolojisi bölümünde, Sibirya hamsterinde çevresel sıcaklığın günlük torpor üzerine etkisi konusunda doktora öncesi çalışmasını tamamladı.

Şu anda üzerinde çalıştığı projede de, ülkemizde ilk kez veri kaydediciler yardımıyla hibernasyon boyunca değişen vücut sıcaklığının modelini çıkarmayı başaran Gür, konuyla ilgili sorularımıza yanıtladı.

Neden yalnızca bazı memeli türleri hibernasyona giriyor?

Endotermik hayvanlar sahip oldukları enerjinin büyük bir kısmını, vücut sıcaklıklarını belirli sınırlar içinde sabit tutmak için harcar. Hibernasyona giren memeli hayvanlar, vücut sıcaklığını ve buna paralel olarak metabolizmayı azaltarak, sahip oldukları enerjiyi korumaya çalışır. Hibernasyona girmeyen memelilerin ısı kaybını dengelemek üzere geliştirdiği başka stratejiler vardır. Yüzey alanı/hacim oranı, büyük vücutlu memelilerde küçük memelilerinkinden daha düşük oldu-

ğu için büyük memeliler düşük sıcaklıkları daha rahat tolere ederler. Diğer taraftan, büyük memeliler yağlanma, post kalınlığını ve veya yoğunluğunun artırma ile izolasyonunu artırabilir. Arktik tilki metabolizmasını arttırmaksızın -40°C'ye kadar hayatta kalabilir.

Hibernasyona girmeyen küçük memeliler, yağlanma ve post kalınlığındaki artışı, çok etkin şekilde kullanamazlar. Bazal metabolizmayı artırarak, dolayısıyla daha fazla ısı üretmek yoluyla vücutlarından ısı kaybını dengeleyebilirler. Ancak, metabolizmadaki artış devamlı şekilde enerji girdisi gerektirir. Diyetleri buna olanak tanıyan hayvanlar mesela sivri burunlu fareler kış aylarında bazal metabolizmayı arttırabilirler. Kış koşullarına uyumda en etkin kullanılan ısı üretim şekillerinden biri titremeye bağlı olmayan ısı üretimidir. Bu ısı üretiminin yeri kahverengi yağ dokudur. Bu dokuda bulunan termogenin adlı protein, oksidasyon enerjisinin ATP şeklinde depolanmadan ısı şeklinde açığa çıkmasını sağlar.

Hayvanların fizyolojileri dışında bazı davranışsal özellikleri de yine vücuttan ısı kaybını önlemeye veya azaltmaya yöneliktir. Kış aylarında yaşanan enerji krizi, besin kaynaklarını değerli hale getirdiği için bazı hayvanlarda kış teritoryalitesi görülebilir. Uygun termal özellikteki beslenme alanlarının seçimi, ısı kaybını azaltan davranışlardan biridir. Mesela, orman sivri burunlu fa-



Fotoğraf: Hakan Gür

resi yaprak tabakası altındaki toprak katmanını beslenme alanı olarak kullanır. Detaylı yuva yapımı, bir araya kümelene davranışları da yine vücut sıcaklığını korumaya yönelik davranışlardır. Paradoks gibi görünmekle birlikte bazı hayvanlar vücut ağırlığını azaltarak toplamda ihtiyaç duyduğu enerji miktarını azaltır.

Benim yurt dışında üzerinde çalıştığım Sibirya hamsterleri (Phodopus sungorus) belli bir süre kısa gün koşullarına maruz kalmanın ardından vücut ağırlığını azaltır. Yine gün ışığı bilgisiyle kahverengi yağ dokunun termojenik kapasitesini, diğer bir deyişle titremeye bağlı olmayan ısı üretim kapasitesini artırır.

Hibernasyondan aniden çıkan bir hayvanda, ne gibi fizyolojik değişimler gözleniyor?

Gerçek hibernatörlerde, derin uyku halinde

lamak olan PDK-4 geni, bizim vücudumuzda uzun süreli açlık halinde tetikleniyor. Şimdiyse, bu genetik süreci hangi mekanizmaların başlatıyor olabileceği konusundaki araştırmalar devam ediyor. Şüphelilerden biri, üretimi günlük güneş ışığı etkisi altında olan melatonin. Ayrıca, hibernasyon süresince vücuttaki yağ kaybından sorumlu genlerin tanımlanması durumunda, bu veriler kilo sorunu yaşayan hastaların tedavisinde de kullanılabilir.

Kalp krizi, felç ve benzer travma hallerinde hasarlı dokunun iyileşmesi, bu dokulara ulaşan oksijen miktarının yüksek olmasıyla doğru orantılı. Dolayısıyla, vücudun toplam oksijen gereksiniminin azaltılması, bu gibi durumlarda oksijenin doğrudan hasarlı dokuya ulaşmasını ve iyileşme sürecinin de hızlanmasını sağlıyor. Bu nedenle, farelerde görülen bu durum, söz konusu hastalıkların tedavisi için son derece umut verici. Hibernasyon teknolojisinin kullanım alanlarından birisi de organ nakli olacak. Nakil için bekletilen organlar, derin bir "uykuya" sokularak, güvenli bir şekilde korunabilecek.

Bir diğer düşünce de, uzun süreli



Fotoğraf: Hakan Gür

uzay yolculuklarına gönderilecek insanların uzun süreli torpora sokularak, yaşlanma etkilerinden ve bu yolculukların fizyolojik stresinden uzak tutulabileceği. Avrupa Uzay Ajansı (ESA) ve ABD Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi (NASA), şimdilerde bu konuda hararetli çalışmalar yürütüyor. Geçtiğimiz yıl içerisinde yapılan bir çalışma sonucunda hibernasyona girdiği keşfedilen ilk primat olan Madagaskar tombul kuyruklu cüce lemur (Cheirogaleus medius), bu çalışmalara büyük

umut ve hız kazandırdı.

Kim bilir, filmlerde izlediğimiz bilim kurgu senaryolarının gerçek olması için, hayvanlar belki de bize sandığımızdan çok daha fazla sır verebilir..

Deniz Candaş

Kaynaklar:

"Hibernation in a tropical primate" Dausmann, K.H., Glos, J., Ganzhorn, J.U., Heldmaier, G. Nature, 24 Haziran 2004
 "Eggy smell sends mice into hibernation" Ebert, J. Nature, 21 Nisan 2005
<http://www.pbs.org/wgbh/nova/satoyama/hibernation.html>
<http://www.crystalinks.com/hibernation.html>

vücut sıcaklığı 3-4 C'ye kadar düşebiliyor. Ara uyanışlar ve son uyanış sırasında vücut sıcaklığının bu düşük düzeyden eski yüksek seviyesine (36-37oC) ulaştırılması belirli bir zaman alıyor. Vücut büyüklüğü ve çevresel sıcaklık hayvanın ne kadar zamanda ısınacağını belirleyen faktörler arasında. Anadolu yer sincabı için konuşacak olursak, ara uyanış sırasında ilk önce vücudunun osilasyonlar yaptığını görürsünüz. Uyarılan kahverengi yağ dokudan açığa çıkan ısı ile vücut belirli bir düzeye kadar ısıtılır. Daha sonra hayvan titremeye başlar. Kalp atımları ve solunum hızı yükselir. Bu süre zarfında elinize alırsanız, vücut sıcaklığı düşük olmasına rağmen, strese bağlı idrar yapma gözleyebilirsiniz. Ancak, sizi ısırabilecek kadar kendinde değildir. Ara uyanışı tamamladığında vücut sıcaklığı, metabolizması, kalp atım hızı, solunum hızı eski normal düzeyine yükselmiştir. Aktiftir, ancak kafesin bir köşesine kıvrılarak uykuya geçer. Zaten uykudan çıkmamış mıydı diyebilirsiniz. Ancak hibernasyondaki memelilerden alınan EEG kayıtları, bu hayvanların uyumadığını, aksine uykusuzluk çektiğini göstermektedir. Zaten enerji maliyeti yüksek ara uyanışların ıyumsal değerini açıklamak için ileri sürülen hipotezlerden biri de uykunun giderilmesi için hayvanların ara uyanışlar yaptığıdır. Yani dilimize "kış uykusu" olarak geçen hibernasyon, sanıldığı gibi aksine bir uykü dönemi değildir.

Hibernasyondaki bir hayvan, her ara uyanışta enerji depolarının bir bölümünü tüketir. Hibernasyondan başarılı şekilde çıkabilmek için de, bu

enerji deposunu idareli şekilde kullanmak zorundadır. Bu nedenle, hibernasyondaki bir hayvanı uyandırmaya çalışmak, ya da uyanmasına neden olacak bir rahatsızlık vermek son derece risklidir.

Bir hayvanın hibernasyondayken donarak ölmesi mümkün mü?

Endotermik hayvanların beyinlerinde vücut sıcaklığının kontrolünden sorumlu olan (termoregülatör) merkezler bulunuyor ve bu merkezler hibernasyon süresince aktif kalıyor. Toprak sıcaklığında tehlikeli bir düşüş söz konusu olduğunda, bu merkezler hemen bir alarm cevabı oluşturarak hayvanın ya vücut sıcaklığını bir miktar yükseltmesine ya da tamamen torpordan çıkmasına neden oluyor. Bazı durumlarda hayvanın kış uykusu için biriktirdiği yağ rezervleri yetersiz kalıyor. Bu durumda kış uykusunu sonlandıramadan ölebiliyor.

Hibernasyon çalışmalarında karşılaşılan zorluklar neler?

Kontrollü hibernasyon çalışmalarının yürütülmesi için, öncelikle uygun ve kontrollü koşullara sahip bir mekan gerekli. Deney hayvanları için hazırlanan normal laboratuvarlarda bu çalışmaları yürütmeniz mümkün değil. Çünkü kış boyunca 4-5 C sıcaklıkta, sürekli karanlık veya kısa gün koşullarında tutmanız gerekiyor. Bu mekan, ayak altı, sık sık insanların girip çıktığı bir yerde olmamalı. Mutlaka gürültüden uzak olmalı. Gürültülü ortamlarda, kış uykusunun ritimselliği bo-

zulur, hayvanlar gereğinden fazla (indüklenmiş) yüksek enerji maliyetli ara uyanışlar yaparlar. Bu durum, hayvanların enerji depolarını boş yere kullanmasına ve kış geçiremeden ölmelerine neden olabilir.

Arazi çalışmalarında izlenmesi gereken ilkeler ya da uyulması gereken yazılı kurallar neler?

Her ülkenin, kendine göre hazırladığı ve araştırmacıları yönlendiren rehber kitapları ya da yayınları bulunuyor. Bu yayınlar, tüm dünyada kabul gören düzenlemeleri içeriyor. Hibernasyonla ilgili arazi çalışmalarında izlenecek kurallar, genel olarak omurgalı hayvanlarla çalışmak için belirlenen kuralları kapsıyor.

Biz kendi çalışmalarımızda, benim de üyesi olduğum ASM'nin bir yayını kullandık. Bu yayın, hayvanların nasıl tutulması, nasıl markalanması, bir yerden başka bir yere ne şekilde taşınması, laboratuvarında hangi koşullarda tutulması gerektiği de dahil olmak üzere bir çok konuda bilgi içeriyor. Bu bilgilere ek olarak, araştırmacının çalışacağı türü çok iyi tanıması ve kendi deneyimleri doğrultusunda belirli kurallar oluşturması gerekiyor. Yapılan çalışmalarda izlenen yol, bir bilimsel yayında açıklanmadığı sürece herhangi bir yetkili tarafından kontrol edilmiyor. Ancak, her araştırmacı, alacağı kararlarda hayvan etliğini göz önünde bulundurmalı. Çünkü çalışma ne boyutta olursa olsun, onların yaşamlarına müdahale etmiş oluyoruz. Bunu da, onlar için en az stres verici şekilde yapmamız gerekiyor.