

# ÖLÜMÜN KAPISINDAKİ SOĞUK KONFOR



*Bütün insanlar eninde sonunda ölecek.  
Fakat bazı kimseler, ikinci bir hayat yaşama  
şansına sahip olabilmek için  
vücutlarını dondurmak gibi  
ilginç bir yöntem başvuruyorlar.*

**P**AUL SEGALL adlı bir bilim adamına göre, bir insana öldükten sonra yapılabilecek en iyi şey, vücudunun dondurulması. Segall bir "kryonisttir" (Kryos, Yunanca donduracak derecede soğuk demektir). Biyoteknolojinin, ölmüş ve sonra da dondurulmuş insanların tekrar hayata döndürülmesi için bir yöntem bulacağına inanıyor Segall. Biyologlara göre ise bu, fantaziden öte birşey değildir. Fakat halihazırda birçok insan, öldükten sonra sıvı nitrojen içerisinde -196 °C de dondurulup saklanmak için milyonlarca dolar ödemeye hazır.

Oakland'daki Trans Time Kryonistler Kuruluşu'nun başkanı olan Art Quaife, "Öldükten sonra toprağa gönmülme pek cazip birşey değil. Biri öldüğünde ona yapılabilecek en kötü şey, onu mezara bırakıp üzerine toprak serpmektir" diyor ve ekliyor, "Ben ölmeyeceğimi ümit ediyorum. Fakat şu anda bu sadece kâğıt üzerinde geçerli. Bu gerçek oluncaya kadar da bir tank içerisinde bir süre bekleyeceğim." Quaife'nin sözünü ettiği tank, üç metre boyunda, tek kişilik, yalıtılmış, çelikten yapılmış silindirik bir kapsüldür.

Trans Time şirketinin bulunduğu binanın dışında sadece, üzerinde büyük harflerle "Trans Time" yazılı bir tabela vardır. Çelik dış kapısı ve metal korkuluklarla kaplı pencereleri olan binadaki bu tabela, içeride neler olup bittiği hakkında pek fikir vermez insana. "Trans Time", kâr amaçlı, 87 hissedarı olan ve dünyada da sadece üç tane olan (hepsi de Amerika'da) kryonik (dondurarak koruma) kuruluşlarından biridir. Bu kuruluşlardan en küçüğü olan Oak Park Kryonik Enstitüsü, Michigan'dadır. En büyüğü olan Alcor Hayat Uzatma Kuruluşu ise Los Angeles'tadır. Bu sonuncusunun, Kuzey California'da, Florida'da, Indiana'da, Avustralya'da ve İngiltere'de temsilcileri vardır.

## Buz İçerisinde Geleceğe Yolculuk

Dondurarak koruma fikri ilk defa, Michiganlı bir fizik doktoru olan Robert Ettinger tarafından ortaya atıldı. Ettinger, 1964 yılında yayınlanan "Ölümsüzlüğün Sırları" adlı kitabında şöyle diyor: "Bizim tek yapacağımız şey, öldükten sonra vücutlarımızı uygun bir şekilde, bilimin bize yardım edebileceği zamana kadar dondurucular içinde saklamaktır. Ölüm sebebimiz ne olursa olsun, ister yaşlılık, ister kötü bir hastalık, önemli değil. Yakın bir zaman sonra veya çok uzun bir zaman sonra, gelecekte yaşayacak olan dostlarımız, bizim hastalığımızı tedavi edip tekrar bizi yaşatacaklardır."

Bugün Alcor'un 24 hastası var. Bunlardan bazılarının tüm vücudu dondurulacak, bazılarının ise "nöro" ları yani sinir sistemleri. Çünkü bilim adamları gelecekte beyin hücrelerinden tekrar

yeni bir insan oluşturulabileceğine inanıyorlar. Alcor'un ilk hastası, Ocak 1967'de kanser yüzünden ölen ve California'lı bir fizyoloji profesörü olan James Bedford. Alcor'un başkanı olan Carlos Mondragon, halen 325 kişinin dondurulmak için başvuruda bulunduğunu ve bu sayının giderek arttığını söylüyor. Alcor'a, dondurulmak amacıyla kayıt yaptırmak için 100 dolar ödenmesi gerekiyor. Ölmeden önce de her yıl 288 dolar ödemek zorundasınız. Sadece beynin korunması için gerekli olan ücret ise 41 000 dolar. Tüm vücudun korunması için ise 120 000 dolar daha ödemelisiniz.



Vücutların, içerisinde saklandığı sıvı nitrojen içeren kapsül.

Kayıt yaptıran kimselere, ölüm anında gerekli olacak bilgileri içeren ve kola takılan bir bilezik veriliyor. Bileziğin üzerinde, otopsi veya mumyalama yapılmaması gerektiği, kryonik kuruluşunun telefon numarası ve ölümden hemen sonra dondurmanın gerçekleştirilebilmesi için gerekli olan acil işlemler yazılı. Alcor'un her şubesinin önünde, kayıt yaptırmış olan hastalardan birinin ani ölümü halinde, harekete hazır birer ambulans bekler. Çünkü genellikle ani ölüm hallerinde, sonradan dondurma işlemine engel olabilecek bir kardiyak müdahale ya da vücuda zarar veren bir otopsi yapılır.

Kayıtlı bir hastanın öldüğü haberi geldiğinde, Alcor çalışanları hemen göreve başlarlar. İlk işlem, ölümden hemen sonra beynin oksijen veya gıda alımının devamını sağlanmasdır. Bir kalp akciğer cihazı, dolaşımı ve oksijen ihtiyacını sağlarlarken, vücudu buz banyosu ve ısı değiştiricilerle soğutmaya başlarlar. Bu arada vücudun, metabolik ihtiyaçlarını azaltacak ilaçlar enjekte edilir. Daha sonra beynin gıda ve oksijen ihtiyacını sağlamak için, soğutma işlemiyle pihlaşmaya başlamış olan kan değiştirilir. 2 veya 3°C ye kadar ısı düşürülen vücut hızlı bir şekilde Alcor ana merkezine ulaştırılır.



Alcor'un merkezinde vücut, 2 gün içerisinde yavaş yavaş, kuru buzun sıcaklık derecesi olan  $-79^{\circ}\text{C}$  ye kadar soğutulur. Sonra da vücuda koruyucu ilaçlar enjekte edilir. Vücut daha sonra  $-196^{\circ}\text{C}$  de bile yumuşak kalabilen bir yün tulum içine konur. Sonra bu tulum sıvı nitrojen içeren bir kapsül içerisine yerleştirilir. Nitrojenin kaynama noktası olan  $-196^{\circ}\text{C}$  de tüm biyolojik işlemler durur. Artık bu işlemlerden sonra yapılacak tek şey beklemektir.

## İnsanları Dondurarak Saklayabilmek Mümkün mü?

Düşük sıcaklıklardaki biyolojik işlemlerle ilgilenen bazı kryobiologlar, yapılan bu işlemlerin insanların hücrelerini koruyamayacağını söylüyorlar. Çünkü bir memeli hücresinin dondurularak saklanabilmesi için, hücre içinde oluşan buzun minimal seviyede olması gerektiğini söylüyorlar. Dondurma işlemi, hücre dışı sıvılarda başlamalı ve buzlaştırma işlemi de çok yavaş ve kontrollü bir şekilde yapılmalıdır. Bazı dokular gerçekten başarılı bir şekilde dondurulabilir.

Bu konudaki ilk çalışma, 1949 yılında Londra'daki Tıbbi Araştırmalar Enstitüsü'nden Audrey Smith, Cristopher Polge ve Alan Parkes tarafından yapılmış. Bu araştırmacılar, bir spermli gliserol solüsyonu içerisinde dondurmuşlar ve sonra tekrar eski canlı haline döndürmüşler.

Günümüzde de birçok hücre dondurularak uzun süre korunabilmektedir. Bunlar genellikle tek hücreli süspansiyonlardır. Mesela insan yumurta hücreleri, sperm ve beyaz kan hücreleri gibi. Deri, kornea ve pankreas adacıkları gibi bazı basit doku parçaları da bu şekilde korunabilmektedir. Fakat bunlar da genellikle hücre sayısı çok az olan, çok erken evredeki embriyolardır.

Yukarıda verilen örneklerden de anlaşıldığı gibi, dondurularak korunan yapılar birkaç hücreden oluşmaktadır. Daha kompleks yapıların dondurularak korunması çok daha zor bir işlemdir. Çünkü su donduğunda genleşir. Bu nedenle olu-

# HÜCRE ve DOKU DONDURMANIN PATOLOJİK ETKİLERİ

Şevket Ruacan  
H.Ü. Tıp Fakültesi Patoloji Anabilim Dalı

**M**emeli hücreleri düşük ısılarda çeşitli patolojik değişimlere uğrarlar. Düşük ısılarda tüm kimyasal reaksiyonlar, bu arada hücresel enzim reaksiyonları da yavaşlar. Sonuçta tüm metabolizmada yavaşlama, enerji ve oksijen gereksinmesinde azalma görülür. Bu olaylar ısı düşüklüğünün az olduğu ve uzun sürmediği durumlarda tümüyle geri dönebilir. Gerçekte de metabolizmanın geçici olarak yavaşlatılması, kalp ve beyin ameliyatlarında uygulanan bir yöntemdir. Böylece dokuların oksijen gereksinmesi azaltılarak, kansız kalmaya dayanma süreleri uzatılabilir. Düşük ısının bir yararı, soğuk su da boşulan çocuklarda görülür. Bu çocuklar boşulmadan sonra çok uzun süreler sonra bile kurtarıldıklarında doku (beyin) zedelenmesi göstermeyebilirler. Çünkü soğukta beynin oksijen gereksinimi azalmıştır.

Daha düşük ısılarda ve özellikle hızlı soğutulan hücrelerde ise daha ağır zedelenmeler gözlenir. Hücre içinde suyun kristallenmesi, hücre membranlarının zedelenmesine ve hücre içi su-elektrolit dengesinin bozulmasına yol açar. Bunu önlemek için hücrelerin koruyucu sıvılar içinde ve yavaş olarak soğutulmaları gerekir. Hücrelerin canlı tutulması amaçlanan durumlarda ısıyı düzenli olarak düşüren programlanabilir soğutucular kullanılır.

şan buz, küçük kan damarlarını parçalayabilir, doku yapısını ve şeklini bozabilir ve hücre membranını yıkar.

Nakil için çıkartılan böbrekler, buz içerisinde, fakat dondurulmadan iki gün süreyle sağlam bir şekilde korunur. Kalp ve karaciğer ise bundan daha az bir süre korunabilmektedir. Bu organlardan birini bile, iki günden daha fazla koruyamıyorsanız, tüm vücudu uzun süre dondurarak koruma çalışmalarını boşuna bir çaba gibi görünüyör.

Memelilerin büyük organlarının dondurularak korunması çalışmalarına birçok sorun engel olmaktadır. Çünkü organlar, oksijen ve kan kaynaklarını kaybettiklerinde hızla bozulurlar ve çü-



Hücre ve dokuların canlılığı saklandıkları ortamın ısı ile de yakından ilişkilidir. Bugün ideal saklama ortamının sıvı azot içinde olduğu anlaşılmaktadır. Daha yüksek ısılarda da hücreleri saklamak olanağı varsa da hücre ölümü de daha fazla olmaktadır.

Hücreleri dondurarak yeniden ısıtıp canlandırma yöntemi uzun yıllardan bu yana bilinmekle birlikte, tüm vücudu bu şekilde dondurarak saklama ancak son yıllarda gündeme gelmiştir. Hayvan deneylerinde programlı soğutma ve ısıtma ile canlılığı geri getirme olanağı vardır. İnsanlarda ise bu yöntemin geçerliliği, başarı oranı, uygulama alanları ve tehlikeleri konusunda yeterli bilgi yoktur. Dondurma sonrası yeniden canlandırma oranının % 100 olacağına garantisizdir. Çeşitli dokularda, özellikle de hastalıklı dokularda, dondurmanın etkilerini ve zararlarını önceden kestirmek zordur. Dondurmanın amaçlarının da iyi saptanması gereklidir. Örnek olarak, günümüzde tedavisi olmayan bazı hastalıklara tutulmuş kişilerin dondurularak gelecekte bu hastalıkların tedavisi bulunduğu zaman yeniden canlandırılması konusu, önemli etik sorunları da beraberinde getirmektedir. Bugün hangi hastalıkların tedavisinin ne zaman bulunabileceğini kestirmek olanağı yoktur. Bazı hastalıkların ise tedavisinin görülebilir bir gelecekte bulunabileceğine inanılmamaktadır. Öyleyse bugünden hangi hastalar dondurulmalı, bunlar ne kadar süre ile saklanmalıdır. Bu soruların yanıtı kolay bulunamamaktadır.

Sonuç olarak canlıların dondurularak uzun süre saklanması konusu bugün biyolojik, patolojik ve etik yönlerden tümüyle çözümlenememiştir. Yeni araştırmalarla teknolojinin daha da geliştirilmesi bu arada da organizma üzerinde uzun süreli etkilerin ve olayın etik-ahlak boyutlarının açıklığa kavuşturulması gereklidir.

rürler. Ayrıca 37°C nin hemen altında bile kolayca hasar görürler. Bunun yanında büyük organların, buzdan zarar görmeden dondurulması ve ısıtılması kolay bir işlem değildir.

Bir hücrenin donduktan sonra tekrar fonksiyon görür hale dönüştürülmesi için, membranın korunmuş olması lâzım. Membranın her iki tarafındaki eriyiklerin (meselâ tuzlar, şekerler ve proteinler) konsantrasyonları aynı kalmalıdır. Hücre membranları yarı geçirgendir. Su ve küçük moleküllü çözeltilerin geçmesine izin verirken, büyük moleküllü yapıların geçmesine izin vermezler. Hücre dışında, saf su olan buz oluşursa, diğer

hücre dışı sıvılar yoğunlaşırlar. Bu nedenle su, hücre içinden hücre dışına doğru akar ve hücreler büzüşür. Eğer hücre içindeki su, belli bir minimum kritik noktanın altına düşerse, hücre membranı içe doğru çöker.

Düşük sıcaklıklarda yaşamaya alışmış bazı hayvanlar vardır. Bunların vücut sıvılarında bulunan yüksek konsantrasyondaki gliserol, sorbitol ve glukoz gibi koruyucu maddeler hücre hacmindeki bu değişikliği minimuma indirirler. Fakat memeli hücreleri, bu maddelerin konsantrasyonlarında meydana gelen büyük değişikliklere dayanamazlar. Örümcek, kene gibi bazı eklembacaklılar ve kutup balıkları, - 15°C nin altında bile donmayı önleyen bazı antifriz proteinlere sahiptirler.

*Genellikle ani ölüm hallerinde, sonradan dondurma işlemine engel olabilecek bir kardiyak müdahale ya da vücuda zarar veren bir otopsi yapılır.*

Diğer soğukkanlı hayvanlar, vücut sıvılarının donma noktalarının altındaki sıcaklıklara dayanabilmektedirler. Kılı tırtıllar (*Gynaephora groenlandica*) yılın 10 ayını -50 °C de kaskatı donmuş bir halde geçirebilmektedir. Bazı kurbağalar, vücutlarındaki sıvının yarısından fazlası donmuş halde haftalarca canlı kalabilmektedirler.

Bunların kanları, büyük damarlarda toplanır. Aort ve büyük damarları kestiğinizde kan akmadığını görürsünüz. Bazı kara kurbağaları da dondukları halde ölmezler. Bu hayvanlar, donmuş halde iken hiç solumazlar ve kalp sesi de duyulmaz.

Devamlı bir kan kaynağı olmadığı zaman, hücreler oksijensiz canlılıklarını sürdürmek ve kandaki maddeleri kullanmak zorundadırlar. Ayrıca devamlı akan kan olmadığından, zehirlenme-





mek için metabolik artık oluşturmamalıdır. Hayvanın vücut sıcaklığı düştüğünde, metabolik aktivite de otomatik olarak düşmektedir.

Bu oran normal aktivitenin 1/10'undan daha da az olabilmektedir. Bu sayede yakıt depolarını da kullanarak canlı, uzun süre yaşayabilmektedir. Tüm bu mekanizmalar, kış uykusuna yatan hayvanlarda bulunmaktadır.

Cambridge Tıbbi Araştırma Konseyi'nden David Pegg'e göre, eğer bu işle uğraşanlar, gerçekten dondurarak korumayı kafalarına koymuşlarsa, öncelikle, neyi koruyacaklarını tam olarak belirlemek zorundalar. Çünkü kryonistler, bir organı veya geni dondurmaya çalışmıyorlar, onlar tüm bir insanı dondurmak istiyorlar. Pegg'e göre de bu sadece bir hayal. "Kryonistler, önce sağlıklı, canlı bir memeliyi uzun bir süre donmuş halde bozulmadan tutmayı, sonra da tekrar canlandırmaı öğrensinler.

Sonra ölen insanın, ölüm nedeni olan hastalığının tedavisini öğrensinler. En son olarak da ölen bir insanı tekrar nasıl hayata döndüreceklerini öğrensinler. Ancak ondan sonra ortaya çıkıp bu şekilde sansasyonel konuşabilirler." diyor David Pegg.



## İnsanın Yeniden Canlandırılması

Kryonistler ve biyologlar, kişisel kimliğin belirlenmesi için gerekli bilginin saklandığı yerin beyin olduğu konusunda hemfikirler. Vücut hücrelerinden alınan DNA'nın klonlanması ile yepyeni bir insan oluşturmak mümkün değildir. Tıpatıp benzer ikiziniz, hiçbir zaman tıpatıp sizin benzeriniz olmaz. Size bir nakil yapıldığında, vücudunuz başka birinin DNA'larına sahip olur; ama hiçbir zaman siz, organını aldığınız insan olamazsınız. Her şey beyinde saklıdır; hatıralar, inançlar, istekler ve size kişisel kimliğinizi veren diğer özellikleriniz.

Kryonistler, beyin ölümü konusunda tam bir anlaşmaya varmış değiller. Normal vücut sıcaklığında, beyin oksijensiz ve gıdasız kalmasından birkaç dakika sonra fonksiyonlarının geri dönüşü olarak bozulduğunu kabul ediyorlar; ama bunun beyin hücrelerinin ölmesinden mi yoksa beyin kan damarlarının hasar görmesinden mi meydana geldiği konusunda fikir birliği yok.

*Devamlı bir kan kaynağı olmadığı zaman, hücreler oksijensiz canlılıklarını sürdürmek ve kandaki maddeleri kullanmak zorundadırlar.*

Halen belirsizliğini koruyan konulardan biri de, ölüm halinde beyinde neler olduğu. Beyinde yaklaşık 10 milyar nöron olduğu biliniyor. Eğer bu nöronlara giden oksijen kaynağı tükenirse, nöronlar ölür. Peki ama bu hücrelerden ne kadarı sağlam kalırsa, kişinin mental fonksiyonları normal olarak devam eder? Kaç tanesi yeterli olacaktır? Kriz geçirip, beyin bir bölümü oksijensizlik yüzünden zarar görüp hücreleri fonksiyon göremez hale gelen insanlar üzerinde yapılan çalışmalarda, kişi yaşamayı sürdürse dahi, ölen nöronların tekrar fonksiyon görür hale dönmedikleri görülmüştür.

Kanlanması kaybolan beyinde hızlı bir şekilde metabolik değişiklikler olur. Oxford Hastanesi Biyokimya ve Manyetik Rezonans Ünitesi'nden Bheeshma Rajagopalan, yaptığı bir çalışmada, anestezi altındaki bir hayvanın beyininin büyük damarlarından birinin kapatılmasıyla, beyin oksijenlenmesinin bozulduğu ve 30 dakika içerisinde de adenozin trifosfat (ATP) aktivitesinin kaybolduğu gözlenmiştir. ATP, hücrenin enerji kaynağıdır, ATP'nin yok olması demek, nöronların ölmesi demektir.

İnsanın mental fonksiyonlarının gerçekleşmesini sağlayan fiziksel yapılar ne olursa olsun, biyolojik işlevlerin durduğu -130°C nin altında dondurulduktan sonra tekrar çözüldüğünde, fonksiyonlarını normal şekilde sürdürmesi gerekmektedir. Şu andaki dondurma teknikleri ile bu mümkün görünmüyor.

### Para Sorunu

Biyologlar, bir insanın, hangi teknoloji kullanılırsa kullanılsa, dondurulup tekrar yaşatılmasının mümkün olamayacağına inanıyorlar. Kryonistler ise, dondurulmak için şimdiden kayıt yaptıranların olsa olsa boş yere masrafa gireceklerini söylüyorlar. İngiliz biyologlar Peter ve Jean Medawar,

"Dondurulup ikinci bir hayat yaşayacaklarını söyleyerek, insanların paralarını almak bir aldatmacadır. Buna inanıp, milyonlarca doları sokağa atmak ise kibirlilik ve avanaklıktır" diyorlar.

Dondurularak ölümsüzlüğe erişmek, ölüm korkusunu yenebilmek ve ölümden kaçabilmek için ortaya atılan en son düşünce. Bunun mümkün olamayacağını gösteren güçlü kanıtlara dayanarak, böyle bir işe kalkışmanın ve bunun için milyonlarca dolar para yatırmanın, ölü vücutlarımızın pahalı bir şekilde çürümelerini sağlamaktan başka yararı yoktur diyebiliriz.

Çeviren :Nurullah Okumuş  
New Scientist 26 Eylül 1992

## Zamandan Geriye Düşenler...

**Y**EDI Uyurların öyküsü, Anadolu'da değişik şekillerde anlatılır. Yedi uyurlar (Ashab-ı Kehf) mağarasına Efes'te, Tarsus'ta, Maraş'ta rastlanılır.

Rivayet olunur ki, putlara tapmak isteyen yedi Hristiyan genç, hükümdarın zulmünden kurtulmak için yanlarına köpeklerini de alarak bir mağaraya sakanırlar ve derin bir uykuya dalarlar. Onlar mağarada uyurken, putperestlerin hükümdarı Dakyus mağaranın girişini kayalarla ördürür. 309 yıl uyuyan gençler uyandıklarında putperestlik yıkılmıştır. Ancak yedi uyurlardan bir tanesi mağaradan çık-

tıktan sonra, zamanı dondurmanın imkansızlığını farketmiş olmalı ki, geriye döndüğünde bu defa uyanmamak üzere uykuya dalarlar.

Yedi Uyurlar, uzun bir süre uyuduktan sonra, yeni bir zamana doğmuşlardı. 1991 Eylülünde Alplerde bulunan beş bin yıllık buzadam da kendini dondurduğu yalnızlığından bir süre için vazgeçmek zorunda kalmıştı. Ancak vücudunun korunması için, onu beşbin yıl saklayan çevre şartlarını yeniden yaratmak gerektiği kısa sürede anlaşıldı. Konuk geldiği zamanımızdan sonraya kalabilmesinin tek yolu, yanına girecek araştırmacı konukların ziyaret sürelerini kısa tutmaları.



Beş bin yıl uyuyan Buzadam'ın ne yazık ki uyanma şansı yok!..

Herkesin ölümüne yüzü değişik yollardan oluyor. Kimisi ölüme uysalca yol veriyor, kimisi ölümden birazcık daha izin istiyor. Tüm bu araştırmalar aslında izin süresini biraz uzatmak için yapılıyor. Gene de ölümsüzlüğün sırlarını yaşarken yapılanlarda aramak, en azından araştırmalar daha kesin sonuçlar verene dek ölümün kapısındaki soğuk konforu seçmekten şimdilik daha akıllıca. Yaşamak için gereken cesaret, ölümün gerektirdiğinden daha fazla olsa da.

Fusun Oralalp



# DONDURUCU SOĞUKTA YAŞAYAN SEMENDER

**S**ibirya Semenderleri, donmuş toprakların metrelerce derinliklerinde yıllarca kaldıktan sonra buzları çözülür, kalkerlar ve normal yaşama dönerler. Yerel efsanelere göre bunlar, Pleistosen çağda mamutlarla beraber donmuş ve bugün buzları çözüldüğünde yeniden hayat buluyor olabilirler.



kinlerse yaz boyu suya yakın kalırlar. Yaşam alanının büyük bölümünde yaz yalnızca 3-4 ay sürer. Semenderler yılın geri kalan toprak veya bitki örtüsünün içinde donmuş olarak geçirirler.

Araştırmacılar, genç semenderlerin ormanda, sıcaklığı  $-15^{\circ}\text{C}$  nin altına düşmeyen ot kümeleri ve ölü ağaç kütüklerinin; yetişkinlerin ise göl kenarları

Ancak bu efsanelerin doğruluğu şüphelidir. Oysa bilim adamları bu kadar eskiden yaşamış bir organizmadan DNA örneği almayı çok isterlerdi.

14 metre derinlikte, 12 000 yıl önceki Pleistosen çağda birikip kalmış buz tabakalarında, donmuş semenderler bulunmuştur. Ancak bunlar, bu derinliklere muhtemelen çok daha sonraları, donmuş tabakalardaki çatlaklardan düşmüşlerdir.

Sibirya Keleri olarak da bilinen Sibirya Semenderi (*Hynobias keyserlingii*), yine de dikkate değerdir.

Daniil Berman ve Sibirya Magoran'daki "Kuzeyin Biyolojik Sorunları Enstitüsü"nde çalışan meslektaşları, bu canlıyı incelemek için Yukarı Kolyma Nehri'ne gitmiş ve  $-50^{\circ}\text{C}$  sıcaklıkta bile yaşayabildiğini saptamışlardır.

Boyü 13 cm ye kadar çıkabilen semenderin dişisi genelde erkeğinden iridir. Çok iyi bir yüzücü ve iyi bir gezgindir. İleri doğru hareket ederken, vücudu ve kuyruğu yılan gibi belirgin dalgalanmalar yapar.

Berman, semenderin, toprağın kalıcı olarak donmuş alt katmanlarındaki yaşama kusursuz olarak uyum sağladığını saptamıştır. Yaşama alanı, Kuzey Kutup Dairesi'nin kuzeyinde, Doğu Avrupa'dan Doğu Sibirya'daki Chukotka yarımadasına kadar uzanan semenderin, bu bölgede başka amfibiyan rakibi yoktur. Yalnız, toprakların yer yer donmuş olduğu, yaşama alanının güney kesimi, Sibirya Kurbağası (*Rana sibirica*)'nın yaşam alanıyla kesişir. Semender, yazın oluşan küçük göl ve su birikintilerinde ürer. Yumurtlayan dişi, her biri 50-60 yumurta içeren iki adet şeffaf spiral kesecik bırakır. Bunlar kuzeyde 17 ilâ 22, güneyde 23 ilâ 28 gün sonra çatlarlar.

Başkalaşımdan sonra genç semenderler, gölcüklerden 1 km kadar uzaklaşıp yayılırlar. Yetiş-

rında, yosun yığınlarının içinde kış uykusuna yattıklarını saptadılar. Buralarda sıcaklık  $-30^{\circ}\text{C}$  ye kadar düşebilmektedir. Daha açık alanlarda olan yetişkinler buzlarını daha önce eritip çıkarlar ve dolayısıyla kendilerine göldeki en iyi bölgeleri seçerler.

Semender donukken yaşayabilen tek örnek değildir. Birçok kurbağa cinsi bir buz tabakasının altındaki orman tabanında veya suda, vücut sularının % 65'i donmuş olarak kış uykusuna yatabilirler. Ancak görülmüştür ki, şiddetli soğukun Sibirya Semenderi'ni öldürebilmesi çok daha uzun bir süreyi gerektirmektedir. Berman, kar ve bitki örtüsüyle sağlanan yalıtımın olmadığı durumlarda, semenderlerin ölmeleri için haftalarca  $-50^{\circ}\text{C}$  nin altındaki soğukta kalmaları gerektiğini saptamıştır. Berman, asıl nedenin soğuk değil, su kaybı olduğundan şüphelenmektedir.

Ani donma Sibirya Semenderi için ciddi bir sorundur. Soğuğa alışmak ve "antifriz maddelerini" üretmek için zamana ihtiyacı vardır. Bu maddeler kandaki ve hücrelerdeki suyun yerine geçerek dokuların keskin buz kristallerinden zarar görmesini önler. Bazı hayvanlar donmamak için glukoz, gliserol ve benzer bileşikleri kullanırlar. Sibirya Semenderi'nin mekanizması ise tam olarak bilinmemektedir.

Berman, birçok genç semenderin baharda en yakın suya ulaşmaya çalışırken, don nedeniyle öldüğünü saptamıştır. Bunun aksine, su kenarında kışlayan yetişkinler, ilkbahar sıcaklıklarında ki büyük dalgalanmalardan suya girerek kurtulurlar.

Sibirya Semenderi'nin yıllarca donuk kalabildiği kesindir. Ancak donuk olarak derinlerde gömülü olan bazı semenderlerin, Pleistosen çağından kalma olduğu inancının radyokarbon testiyle kanıtlanması gerekmektedir.

Çeviren: Murat Doğru  
New Scientist, 11 Eylül 1993

## POPÜLER BİLİM KİTAPLARI DİZİSİ

**HAYATIN KÖKLERİ** Milyonlarca

yıllık hazırlık evresinin sonunda zenginleşen suyun içinde oluşan ufacık bir hücre, "hayat" adını verdiğimiz büyüleyici sürecin temelini attı...

**İKİLİ SARMAL** James Watson,

Francis Crick ve onlarla birlikte birkaç bilimci daha... Canlılar aleminin kaynağı olan DNA'nın yapısını çözmek için zorlu bir mücadele verdiler. Kimi zaman bilimle, kimi zaman birbirleriyle, kimi zaman da kendileriyle... Hem dramatik, hem komik bir keşfin öyküsü!...



POPÜLER BİLİM KİTAPLARI DİZİSİNDE YAYINLANAN BU KİTAPLARIN HERBİRİNİN FİYATI 20.000 TL OLUP, BİLİM VE TEKNİK DERGİSİNİN SATILDIĞI BAYİ, BÜFE, KİTABEVLERİNDE BULABİLİRSİNİZ. AYRICA TÜBİTAK KİTAP SATIŞ BÜROSUNDAN BİZZAT VEYA 101621 NOLU POSTA ÇEKİ HESABINA İSTEDİĞİNİZ KİTAPIN ÜCRETİNİ YATIRARAK EDİNEBİLİRSİNİZ.