



# Uzayda Doğmak

*Yeryüzünde, çok az sayıda da olsalar, yerden 10.000 metre yükseklikte, yani bir uçak yolculuğu sırasında doğmuş insanlar vardır. Peki, ya 400.000 metre yükseklikte?.. Yörüngedeki bir uzay istasyonunda insanoğlu için üreme mümkün mü? Hiç kuşku yok ki, Atlantiği geçerken 10.000 metre yüksekte, bulutların arasında Dünya'ya "merhaba" demek hoş bir ayrıcalık!.. Ama sonuçta, uçakta da olsa, basıncı ayarlanmış, yerçekimi gibi doğal koşulların ortamında Dünya'ya gelmekle, yerçekimsiz ortamda kozmik ışınların altında yaşama gülümsemek arasında "dünyalar kadar fark" var.. Evrenin engin derinliklerinde bir uzay aracını bir "ana kucacı" ya da bir "beşik" olarak düşünebilir miydiniz? Ama belki de soruyu, düşsellikten kurtararak gerçeğe biraz daha yakın olabilmesi için, "insanın çoğalması" yerine "memelilerin üremesi" biçiminde sormalıyız. Çünkü, yeryüzünden 400 km. yükseklikteki MİR Uzay İstasyonu'nda bir grup kuyruklu kurbağayı gelecek yıl, laboratuvar farelerini de 1997 yılında bu alanda ilginç deneyler bekliyor...*

**M**İR Uzay İstasyonu'ndaki bilimsel araştırma programının başlıca konularından biri "uzayda üreme". Bu programa katılacaklardan biri ise, Fransız kadın biyolog-astronot Claudie André-Deshays. Claudie, gelecek yıl Haziran ayında Kazakistan'daki Baykonur Üssü'nden bir Soyuz aracıyla MİR'e gidecek. Görevi, yerçekimsiz ortamda canlı üremesine ilişkin deneyler yapmak. Claudie, alanında bir "ilk" olan bu deneyleri kuyruklu kurbağaların Salamandridae familyasından pleurodeles waltl üzerinde gerçekleştirecek.

Bu alanda ikinci deney ise, 1997 yılında laboratuvar fareleri üzerinde yapılacak. Bu

deney de Léopold Eyharts adlı bir Fransız astronotun önderliğindeki ekip tarafından yürütülecek. Burada bir hatırlatma yapalım; tıp alanındaki bilimsel araştırma sonuçlarının insana uyarlanmazdan önceki en son aşamasını, laboratuvar fareleri ve maymunlar üzerindeki çalışmalar oluşturuyor.

Bu iki deneyin temel amacı, yerçekimsiz ve kozmik ışınların bulunduğu bir ortamda, bu iki unsurun hayvan embriyosunun gelişimini etkileyip etkilemeyeceğinin araştırılması. İki Fransız astronot, bu aralar Moskova'daki Uzay Eğitim Merkezi'nde derslerine çalışıyor. Bu iki hayvan türü üzerindeki deneylerin kesin sonuçlarının alınmasından sonra, uzayda üreme deneyleri

büyük ihtimalle maymunlar üzerinde yapılacak. Ve sonra da... Sonrasına, yani bilimin uzayda üreme ve geleceğe dönük projelerine geri döneceğiz. Ama önce, uzayda üreme araştırmalarına göz atmaya devam edelim. Ashında, bu alandaki çalışmaların başlangıcı 1988 yılına uzanıyor. 2 Mayıs 1988 günü, İsveç'in kuzeyindeki Esrange Uzay Üssü'nden, Texus 17 adlı araştırma amaçlı bir uzay aracı fırlatılır. Araç 20 dakikalık bir uçuş sonrasında yeryüzüne geri döner. Bu 20 dakikanın 7 dakikası yerçekimsiz ortamdır. Uçuş insansızdır. Araçtaki mini laboratuvar da 2 kavanoz vardır. Kavanozlardan birinde kuyruksuz kurbağaların pipidae familyasından dişi bir pençeli kurbağanın döl-



lenmemiş yumurtaları bulunur. İkinci kavanozda ise, aynı türün erkek döl hücreleri. Uzun aracının, yerçekimsiz ortamdaki 7 dakikalık uçuşu sırasında, bir robot kol aracılığıyla erkek döl hücreleri döllenmemiş yumurtaların bulunduğu kavanoza boşaltılır. Bu deney, yerçekimsiz ortamda ilk döllenme deneyi olarak tarihe geçer. Başarılı olmuştur ve pençeli kurbağa yavruları yeryüzüne döndükten sonra normal bir gelişim süreci izlemişlerdir. Başarının sahibi, Utrecht'teki Hollanda Biyolojik Gelişim Enstitüsü uzmanlarından Doktor Greetje Ubels'tir.

Bu alanda ikinci başarılı deney, 29 Mart 1990'da, üçüncüsü ise 9 Nisan 1992'de gerçekleştirilir. Bu iki deney, Maser adlı araştırma amaçlı bir uzay aracında yapılır. Projenin finansmanını Fransız Uzay Araştırmaları Merkezi sağlar, uygulamasını ise Avrupa Uzay Ajansı yapar. Proje sorumlusu, Banyuls-sur-Mer Okyanus Bilimleri Laboratuvarı'ndan araştırmacı Doktor Jürg Marthy'dir. Bu iki deney de çok başarılı geçer. Maser, iki deney için de 20'şer dakikalık uçuşlar gerçekleştirir. Bu uçuşların belli süreleri yerçekimsiz ortamdadır ve deneyler bu ortamda yapılır. Her iki deneyde de derisidikenlilerden dışı bir deniz kestanesinin döllenmemiş yumurtalarıyla sperm kullanılır. Yeryüzüne dönüşte yerçekimsiz ortamda dölenen yumurtalar üzerinde yapılan araştırmalarda hiçbir anormallığe rastlanmaz. Yerçekimsiz ortam, pençeli kurbağa ile deniz kestanesinde döllenmeyi ve yumurtaların daha sonraki gelişim evrelerini olumsuz etkilememiştir.

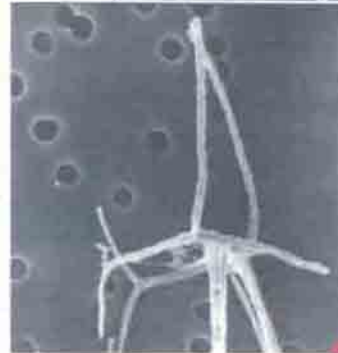
Ancak, yumurtaların gelişiminin, yani embriyonun gelişim evrelerinin yerçekimsiz ortamda izlenmesine gelince, işlerin değiştiği görüldü. Dr. Jürg Marthy'nin 8-23 Temmuz 1994 tarihleri arasında, Amerikan Uzay Mekiği Columbia'nın uçuşu sırasında yaptığı deneyler, yerçekimsiz ortamın, embriyonun gelişimini etkilediğini ortaya koydu. Dr. Marthy yerçekimsiz ortama bu kez, döllenmiş deniz kestanesi yumurtaları gönderdi. Araştırma sonuçları çok ilginçti. Columbia'nın yerçekimsiz ortamda kaldığı 14 gün içinde, deniz kestanesi embriyoları iskelet oluşumu, mineral yapısı ve bileşimi açısından normal gelişimini izliyordu. Ancak, iskelet yapısı açısından gelişim normal değildi. İskelet yapısındaki bu farklı gelişim, bilim adamlarını kaygılandırdı; ya ileride, insanoğlunun da yerçekimsiz ortamda çoğalıp çoğalamayacağını denemesine başlanırsa ne olacaktı? Çünkü, insan iskeletinde bazen (kalça, leğen kemiği bölgesin-

de) normal gelişiminin dışında meydana gelebilecek en küçük değişiklik, üreme organlarının işlevlerini yerine getirememelerine yol açabiliyordu.

Deniz kestanesi iskeletini inceleyen Dr. Jürg Marthy'ye göre, iskeletteki bu yapı değişikliği, sadece yerçekimsizlikten kaynaklanmıyor gibi görünüyordu. Bu konuda daha fazla veri için yeni deneyler gerekiyordu. En son deney, bu yılın Şubat ayında, Rus araştırma uydusu Photon 10'da 14 günlük bir uçuş sırasında gerçekleştirildi. Bu deneyin sonuçları henüz açıklanmadı. Benzer bir deney, Amerikan Uzay Mekiklerinden birinin 1997 yılında yapacağı uçuşlardan biri için planlanıyor.

Bu konuda denklemin bilinmeyenleri henüz sayıca fazla. Bilinmeyenlerden biri de, uzaydaki kozmik ışınların, genlerin kalıtsal özelliklerini değiştirip değiştirmediği. Uzayda uzun sürelerle görev yapıp, yeryüzüne döndükten sonra sağlıklı çocuklara sahip olan Sovyet kozmonotlara bakılırsa, kozmik ışınların genler üzerinde bir etkisi yok. Ancak bu etkinin, birinci kuşakta ortaya çıkmayabileceğini de unutmamak gerek. Bilim adamları, bu konuda da yeni deneyler planlıyorlar. Amaç, kozmik ışınların, kromozomlardaki genleri değişime uğratarak uğratmadıklarının araştırılması. İlk araştırma projesinin kod adı "Fertile", yani verimli, doğurgan. Deneyin, gelecek yıl Haziran ayında MIR Uzay İstasyonu'nda yapılması planlanıyor. Fikir ba-

1. Normal ortamda gelişen deniz kestanesi yumurtasından larvının iskeleti düzgün bir üç ayaklı sandalyeye benziyor.
2. 8-23 Temmuz 1994 tarihleri arasında Columbia Uzay Mekiği'nde yerçekimsiz ortamda gelişimi izlenen bu deniz kestanesi embriyosunda ise iskeletin yapısal oluşumunun farklı olduğu gözleniyor.



Deneyi Fransız kadın biyolog-astronot Claudie André-Deshays gerçekleştirecek.

bası, Charles

Houillon. Araştırma

ekibinde görev alacaklardan biri, Fransız biyolog-astronot Claudie André-Deshays. Ekibin amacı, kuyruklu kurbağaların Salamandridae familyasından pleurodeles waltl cinsi bir dışı amfibiinin yerçekimsiz ortamda döllenmesini sağlamak ve gelişimini izlemek. Deney, bir Soyuz uzay aracında başlayacak. 3 dışı pleurodeles waltl'in, Soyuz yörüngedeyken, hormon enjeksiyonu yoluyla yumurtalarını bırakmaları sağlanacak. Bu yumurtalar suni yolla döllenecek. Bu işlemler gerçekleştirildikten sonra, Soyuz uzay aracı, deneylere devam etmek üzere araştırma ekibini MIR Uzay İstasyonu'na bırakacak. Döllenmiş yumurtaların bir bölümünün gelişim evreleri yerçekimsiz ortamda izlenirken, bir bölümüne ise yeryüzündekine eşdeğerde bir yerçekimi immesi uygulanacak. Böylece, MIR Uzay İstasyonu'nda döllenmiş yumurtaların hem yerçekimsiz, hem de yerçekimli ortamda gelişimi ve bu gelişime kozmik ışınların etkileri izlenecek. 3 dışı pleurodeles waltl ile uzayda dünyaya gelen yavrular daha sonra yeryüzüne getirilerek sürekli izlemeye alınacaklar.

Bu deney için seçilen hayvanların özelliklerine gelince; Kuyruklu kurbağaların Salamandridae (semenderler) familyasından olan pleurodeles waltl'in embriyoları çok yavaş gelişir. Kuyuksuz kurbağaların Pipidae familyasından olan pençeli kurbağada ise ana sırtındaki odaklılara bırakılan yumurtalar, larva devresini yaklaşık 100 günde tamamlarlar. Bilim adamları, pleurodeles waltl'in embriyo gelişim evrelerini, bu ağır işleyen süreç sayesinde adım adım izlemeyi planlıyorlar. Pleurodeles waltl'in bu deneyde sağlayacağı bir başka avantaj da, bu türde yarıdahili döllenme görülmesi. Bilim adamları bu döllenme sayesinde,



yerçekimsiz ortamda, doğal ortamdakinin tıpkısı bir döllemeyi sağlayabileceklerini düşünüyorlar. Dilerseniz, bu konuda biraz daha ayrıntıya inmeye çalışalım. Erkek pleurodeles waltl, dölleme zamanı geldiğinde döl hücrelerini, yaşadığı sulu ortamda bir toprak oyuğuna ya da yuvaya bırakır. Dişi pleurodeles waltl bu döl hücrelerinin üzerine oturarak kloak yağından içeri girmelerini sağlar. Burada dişi yumurtalar dölleir. Döllemenin gerçekleşmesinden 6 saat kadar sonra yumurtalarda segmentasyon başlar. Şimdi adım adım bundan sonraki gelişimi aktarmaya çalışalım. Önce yumurtanın orta bölgesinde enlemesine bir yarı izi belirir. İkinci bölünme izi daha sonra ve birinciyeye dikey olarak ortaya çıkar. Bunu öteki bölünmeler izler ve sonuçta binlerce yeni hücre ortaya çıkar. (Şekilde 1, 2 ve 3'üncü evreler). Bundan sonraki evre gastrülasyondur. Bu dönemde embriyo çeşitli katmanlara ayrılır (4, 5 ve 6'ncı evreler). Üçüncü aşamada, sinir sistemi ve çeşitli organların oluşumu başlar. Son aşamada ise kuyruk sürgünü görünür hale gelir (9 ve 10'uncu evreler). Bu evreler sırasında embriyo uzar, baş şekillenmeye ve solungaçlar oluşmaya başlar. İki hafta kadar sonra yumurtalar çatlar ve larvalar yaşama "merhaba" der. Larvaların başkalaşım devresi ise 3 ay kadardır.

Gelecek yılki deneyde, yumurtaların uzay serüveni, çatlama aşamasında sona erecek. Çünkü uçuş 16 gün olarak planlanıyor. Uçuş sonunda 3 pleurodeles waltl ile uzayda döllemiş yumurtalar önce Moskova'ya daha sonra da Paris'e götürülecek ve Fransa'daki 3 ayrı laboratuvarında izlemeye alınacaklar. Ve sıra farelere gelecek...

Deneyin laboratuvar fareleriyle gerçekleştirilmesinin, 1997'de mümkün olabileceği düşünülüyor. Bu deneyin amacı biraz farklı. Bilim adamları, farelerin yerçekimsiz ortamda yumurta hücrelerinin döllemelerini değil, dölleme sonrası yeni canlının kas oluşumu ve sinir sisteminin gelişimini izlemek istiyorlar. Farelerin yerçekimsiz ortamda üremeleriyle ilgili deneyler ise daha sonraki dönemler için tasarlanıyor. Çünkü bu konuda, bilim adamlarının henüz çözüm üretmediği bir sorun var. Farelerin de dahil olduğu kemirgenler sınıfı hayvanlar, uzay aracının fırlatılış sırasındaki şiddetli titreşimlerden olumsuz etkileniyorlar. Öyle ki, bu etkileşim sonucu farelerin çiftleşme yetileri sıfırlanıyor. Bilim adamları fareler-

deki bu olumsuz etkilenmeyi, hayvana kalkış sırasında uyuşturucu ya da sakinleştirici vererek gidermeye çalıştılar ancak olumlu sonuç alamadılar. Fareler uzayda çiftleşemiyordu.

Bu y ü z - den bilim adamları yerçekimsiz ortamın ve kozmik ışınların, fare yavrusunun sinir sisteminde, doğumdan önceki 11 gün ve doğumu izleyen 3 hafta içinde ne tür etki yaptığını gözlemlemekle yetinecekler.

Bu deneylerden olumlu sonuç alındığı varsayalım. Sıra düşlerde... Gelin şimdi biraz düş dünyamızın sınırlarını zorlayalım ve bir sonraki adımın hangisi olabileceğini irdelemeye çalışalım. İnsanoğlunun, uzay yarışına başladığı günden itibaren gittikçe şiddetlenen bir tutkusu var; uzayın fethi... Dünya'mıza da ne oldu demeyin, çünkü kimilerine Dünya dar geliyor! Onların gönlü ve gözü "Başka Dünyalar" da. Onlar, uzayda bir yere yerleşmek, yeni bir mekân, yeni bir düzen, yeni enerji kaynakları, yeni işler, yeni umutlar peşindedir. Ve bir başka haz da bilinmeyen keşfi, uzayın fethedilmesi olmalı. Bunun için ise, insanın uzayda, yani yerçekimsiz ortamda ve kozmik ışın altında günlük normal yaşantısını sürdürüp sürdüremeyeceğinin anlaşılması gerek. Tabii, öncelikle bu ortamda insan için uygun bir atmosfer yaratmak koşuluyla. Eldeki veriler, bunun için en uygun iki adayın Ay ve Mars olduğunu gösteriyor. Bilim adamlarının öncelikli hedefi ise Mars. Jüpiter'in uzaklığı, Venüs'ün ise cehennem sıcaklığı ve yüksek basınçlı atmosferiyle hiç şansları yok. Mars'ın atmosferi çok daha yumuşak. Bu atmosferi, insan için uygun hale getirmek amacıyla  $2,43 \times 10^{15}$  ton gaz gerekiyor. Bu gazların Mars'taki bazı elementlerle tepkimeye girmesi sonucu, Dünya atmosferiyle aynı özellikleri taşıyan bir hava tabakası oluşacak. Örneğin, bu gazlar, Mars'ın kutup bölgelerinin zirvelerinde katı halde karbon içeren kar ve buzulları eriterek gaz haline getirebilir. Bir başka yöntem izlenecek olursa, gezegene yeryüzünden götürülecek nükleer reaktörler aracılığıyla, Mars'taki kükürt ve karbon açısından zengin yeraltı kaynakları işlenebilir ve çeşitli gazlar elde edilebilir. Bu gazlardan karbon tetraflorür ile kükürt hegzafloür, karbon gazıyla aynı işlevi görürler. Bu atmosfer için olumsuz sayılabi-



Dişi pleurodeles waltl'lar "Dört yıldız" adı verilen bu özel kovanların içinde uzaya taşınacak.

lecek olan morötesi güneş ışınları ise, yine Dünya'dan Mars'a götürülecek çok güçlü iyonlaştırıcılar aracılığıyla elde edilecek bir ozon tabakası tarafından emilebilir. Oksijen de, başlangıçta Dünya'dan götürülecek büyük miktarda yosun aracılığıyla elde edilebilir. Daha sonraki aşamalarda ise, yine Dünya'dan sürgün ya da tohum halinde Mars'a götürülecek ve orada yetiştirilecek her türlü ağaç ve bitkiden oksijen üretimi gerçekleştirilebilir.

Size uzayın fethinin biraz düşsel bir öyküsünü anlattık. Ama bunu sakın bir "masal" olarak kabul etmeyin. Çünkü Amerikan Uzay Araştırmaları Ajansı NASA, anlattığımız bu öykünün en ince ayrıntılarına kadar planlanmış bir takvimle ilgili olarak, kağıt üzerinde de olsa, çalışmalar yapıyor. İşte bu noktada, uzayda canlıların üremesi konusu gündeme geliyor. İnsanın ve hayvanın, uzay şartlarında döllemesi, embriyo gelişimi, doğumu ve canlı varlık olarak gelişimini tamamlayıp sürdürmesi olanaklı mı? Bu yazıda, bu sorunun bir bölümüyle, yani memeli hayvanların üremesiyle ilgili konulara cevap aramaya çalıştık. NASA'ya göre, bu cevaplar olumlu çıktığı taktirde, uzayın insanoğlu tarafından fethi tamamlanmış olacak. Nasıl mı? NASA, insanın uzayda normal yaşantısını sürdürme ve çoğalma koşullarının yaratılabileceğini kanıtlar kanıtlamaz ilk "fethiş seferi" ni programlamış durumda. Ne zaman mı? Haydi onu da söyleyelim; 2015 ile 2030 yılları arasında... Doğru yerde, doğru zamanda... Ne demeli? Yanlış meslek seçmediğimizden eminiz, ama "Dünya'ya erken gelmişiz" diye hayıflanmamak da elde değil!

Science et Vie  
Ağustos, 1995  
Çeviri: Kunter Kunt