

# BEYİN:BU BİLİNMEYEN

Dr. SELÇUK ALSAN

**T**ıp öğrencisi imtihana girer, profesör sorar : «Bir kurbağanın bacak sinirini ezersen ne olur?» Öğrenci düşünür ve «Kurbağa ölür efendim.» diye cevap verir. Profesör kızar : «Neden ölsün, sadece o bacağı felç olur, hayvan bacağı sürükler, durur.» Öğrenci hiç bozuntuya vermez : «İyi ama ona yaşamak mı derler, efendim?» Biz de soralım : İnsanın beyin yarım küreleri çıkartılırsa ne olur? Ölür mü, hayır. Elcevap : Evrimde binlerce yıl geriye gidilmiş olur. Bir diğer deyişle, insanı hayvanlardan ayırt ettiren konuşmak, düşünmek, duygulanmak gibi birçok özellikler kaybolur, bitkisel bir hayat başlar. Uygarlığı, herşeyden önce insanların kalbinde aramak gerektiği söylenmişse de, arayanların onu beyinde bulacaklarına şüphe yoktur. Çünkü bu sözle uygarlığın, herşeyden önce, insanları sevmek ve onlara acımak olduğu belirtilmek istenmiştir. Bu gibi duyguların ise, beyinde doğduğu ve hattâ bugün beynin neresinde doğduğu bilinmektedir. İnsan ruhunu ve tarihi çok iyi incelemiş bir filozof : «Kalpsiz olan bir büyük adama rastladım.» diyerek bir kere daha iyiliğe ışık tutuyor ve bir bakıma büyüklüğün sınırlarını çizerek kalpsiz tutumları, sonuçları verimli de olsa, büyük saymıyor. Bir yandan kafasız, beynsiz, et kafalı, kafası kahn, kuş beyinli, nato kafa, nato mermer gibi terimlerle, beynin zekâ merkezi olduğu belirtilirken, bir yandan da «Kalbin öyle bir mantığı vardır ki, beyin onu anlayamaz» demekle, duygularla mantık arasındaki karşıtlığa değiniliyor. Bu yarıkanan, sulanan, patlayan, göç eden, atan, bulanan, dağılan, sarsılan, takım kuran ve bazen de göç eden gri-beyaz cevherde insanlığın başladığını ve bittiğini görmek acı değil mi? Olabilir, fakat buna rağmen, biz onun balta girmemiş, bâkir (virjin) ormanlarına dalacak, sinir hücreleri

ve lifleri arasında dolaşırken keşif ve buluş heyecanları ile dolacak, «Tabiat bizden sırlarını saklar» diyen bilgini hatırlayarak onun için onu kullanacağız.

## Beyinde Duygu Hayatımızla İlgili İki Çember

Duygu ve düşünce hayatımız, bir nehlin iki kıyası gibi birbirlerinden ayrılmış durumda, fakat her ikisi arasında köprüler bulunuyor ve bu şekilde birbirlerini bir dereceye kadar etkilemeye devam ediyorlar. Meselâ fikirler insanı mutsuz kılabilirdiği gibi, mutsuzluk insanların şu veya bu fikirde olmasına tesir edebiliyor. Duygular deyince sevgi, aşk, antipati, nefret, öfke, hayranlık, heyecan, acımak, mutluluk, mutsuzluk, vecd, kıskançlık, korku, hayret, gurur, cinsel istek gibi şeyleri anlıyoruz. Yani bir tiyatro sanatçısının yapabileceği gereken bütün mimikleri. Düşünceler ise, insanların gerçekler üzerindeki yorumlarıdır, belli bir hayat görüşü olmak gibi. Duygu ve düşüncelerin birbirine karşıt düşmesinden doğan trajediler, en eski zamanlardan beri edebiyata konu olagelmıştır. İkinci Dünya Harbinde birbirine düşman ülkelere mensup olanlar arasında gerçek aşkların doğduğu görülmüştür. Patlayan bombaların altında sessizce açmaya devam eden bahar çiçekleri gibi, insan duyguları en elverişsiz şartlarda bile filizlenmek olanağı bulmakta idi. Bu da aslında insanların barışçı olduğunu gösteriyor.

Modern tıbbın en ilginç buluşlarından biri, beyinde duygu ile ilgili merkezlerin varlığını göstermek oldu. (Şekil 1) Bu merkezler her beyin yarım küresinde Limbik sistem denilen bir çember üzerinde sıralanmış bulunuyor. Limbik sistem esas itibarıyla beyin yarım kürelerinin birbirlerine bakan yüzleri üzerinde bulunan ku-

## Cinsel Davranış Merkezleri

şaksı (= cingulate) kıvrım ile yarım kürelerin alt yüzeyinde bulunan hippocampus (= deniz atı) kıvrımını ihtiva eder. Her yarım kürenin hippocampus'u o yarım kürenin ön ucunda bulunan koku soğanına ve badem çekirdeğe (amigdal nucleus) bağlanmıştır. Ayrıca her iki hippocampus beynin alt yüzeyinde bulunan mercimek büyüklüğündeki birer mememsi cisme (mamillary bodies), her mememsi cisim beynin derinliğindeki talamus (= yatak) denen bir çekirdeğe ve her talamus çekirdeği de kendi tarafındaki kuşaksı kıvrıma bağlanmıştır. Böylece koku soğanı → badem çekirdek → hippocampus → mememsi cisim → talamus → kuşaksı kıvrım → hippocampus → badem çekirdek → koku soğanı birbirlerine bağlanarak çember tamamlanmış oluyor. Her yarım kürenin limbik sistemi orta çizgide birbiri ile birleştirilmiş durumdadır.

Nauta şöyle yazıyor: «Beyin yarım küreleri limbik sistem üzerine ata biner gibi binmiştir, fakat dizginleri yoktur» Yani mantığı temsil eden beyin kabuğunun duyguları temsil eden limbik sistemi kontrol olanağı oldukça azdır. Duygular limbik sistemin uyarılmasındaki bir özelliğe bağlı olarak (prolonged afterdischarge) uyarı kaybolduktan sonra da devam eder ve insanların radyo kapar gibi bir duyguyu âniden durdurma olanakları yoktur. Bir duyguyu (meselâ aşkı) irademize rağmen hissetmeye devam edişiminin sebebi budur.

Limbik sistemin bugün için şu fonksiyonlarla ilgili olduğu biliniyor: Koku almak, beslenme davranışları, biyolojik saatlerin çalışması, cinsel içgüdü, öfke ve saldırganlık, motivasyon (belli şartlar altında, belli bir hareketi tekrara meyil).

Badem çekirdeği uyarılan deney hayvanları çigneme ve yalama gibi beslenme ile ilgili hareketlere başlamakta, badem çekirdeği tahrip edilen hayvanlar ise oburlaşmakta ve önüne her konan şeyi yemektedir. Memelilerde ve insanda biyolojik saat de limbik sistemde bulunuyor, biyolojik saat uyku-uyanıklık, vücut ısısının akşamları en yüksek oluşu, geceleri böbreklerin daha az idrar yapması, v.s. gibi 24 saatlik periyodik olayları yönetmektedir.

Cinsel birleşme isteği limbik sistemde doğuyor. Cinsel birleşmenin kendisi ise omuriliği ve beyin sapını (beyin yarım kürelerini omuriliğe bağlayan sap) ilgilendiren bir seri refleks'den ibarettir. Cinsel birleşme ile ilgili davranışlar insan ve maymunlarda bu işi yapa yapa öğrenilmektedir; diğer memelilerde ise başarılı bir cinsel birleşme için o işi daha önce yapmış olmak gerekmiyor. Hayvanların gerek erkek, gerek dişisinde yumurtalıkların ameliyatla çıkartılması cinsel aktiviteyi çok azaltmaktadır. Şimdi böyle ameliyatla kısırlaştırılmış bir hayvanın erkeğine erkeklik hormonu (androgen), dişisine dişilik hormonu (estrogen) enjekte edilirse cinsel aktivite yeniden başlıyor. (Hormonlar iç salgı bezlerinin kana verdiği kimyasal maddelerdir) İşin garibi şu: Kısırlaştırılmış erkeğe yüksek doz dişilik hormonu verilirse, erkekliği geri geliyor, küçük doz dişilik hormonu verilirse bu erkek dişi gibi davranmaya başlıyor. Aynı şekilde kısır dişi hayvana küçük doz erkeklik hormonu verilirse hayvan erkekleşiyor, yüksek doz erkeklik hormonu verilirse hayvan gene tam bir dişi gibi cinsel birleşmeye girişiyor. Aynı cinsel hormonun farklı dozlarda verilmesi ile erkekleştirici veya dişileştirici bir etki yaratılmasının sebebi henüz belli değildir.

İnsanların dişisinde yumurtalıkların ameliyatla çıkartılması cinsel birleşme isteğini (libido) ve yeteneğini azaltmıyor. Nitekim âdetten kesilmiş kadınlarda libido ve cinsel birleşme sıklığı hemen hemen aynı kalmaktadır. Bu belki de insanlarda böbreküstü bezlerinin de cinsel hormonları yapmasından ileri geliyor. Fakat cinsel dürtülerin insanlarda beyin kabuğu ile çok sıkı bir ilişki halinde olmasına da bağlı olabilir; o zaman cinsel hormon yeterli olmasa bile şartlanmış olan beyin kabuğu cinsel davranışları devam ettirmektedir.

Bu noktada seks ile aşk arasındaki farklara değinelim. Seks kişisel, biyolojik, doğuştan var olan aşk ise toplumsal ruhsal ve öğrenilen bir davranıştır. Normalde seks ile aşkın yarışmasından romans doğar. Seks zevk almaya, aşk ise vermeye yöneliktir. Nerede arkadaşlık biter ve aşk başlar?.. Diyorlar ki, arka-

1) Nasırsı cisim üstü çizgiler.

2) Nasırsı cisim.

3) Hippocampus'u memesel cisimlere birleştiren sinir yolu (forniks).

4) Alın lobu.

5) Koku soğanı.

6) Badem çekirdek.

7) Memesel (mamillar) cisim.

8) Hippocampus kıvrımı.

Limbik sistem :

daşlıkta kişinin yapabileceği fedakârlıkların (para, honör vs.) bir sınırı vardır, aşk ise böyle bir sınır tanımaz.

Cinsel hormonlar ile tedavi libido'yu artırıyor. Erkeklerde yalnız erkeklik veya yalnız dişilik hormonu verilmesi ile libido'nun arttığı görülmüyor. Gerçi hormonlar cinsel isteği artırabiliyorsa da, yönünü değiştiremiyor: Homoseksüel'lere erkeklik hormonu verilince bu hastaların erkeklerle karşı duydukları cinsel istek artmakta ve ne yazık ki, bu isteğin kadınlara yöneltilmesi mümkün olamamaktadır.

Erkek hayvanlarda beyin kabuğunun ameliyatla çıkartılması cinsel aktiviteyi azaltıyor. Diğer taraftan maymun ve kedilerin erkeğinde badem çekirdeğin üstüne rastlayan ve armutsu beyin kabuğu (piriform korteks) diye bilinen bölge iki taraflı olarak tahrip edilirse hayvanlarda

cinsel isteğin son derece arttığı görülmektedir. (Şekil 2) Böyle bir ameliyat geçirmiş olan erkek hayvanlar çevrelerinde bulabildikleri bütün dişilerle çiftleştikleri gibi yavru hayvanlar ve erkek hayvanlarla da çiftleşmekte ve hattâ çiftleşmek üzere eşyalara saldırmaktadırlar. Hipotalamus'un da (beynin alt yüzündeki hipofiz bezinin üstünde ve talamus (= yatak) çekirdeğinin altında bulunan bölge) erkek cinsel hayatında rolü var. Hipotalamus'un bazı bölgelerinin uyarılması maymunlarda erkeklik organının sertleşmesine sebep oluyor. Kısırlaştırılmış sıçanlarda hipotalamus'a erkeklik hormonu kristalleri konması ile cinsel hayat normale dönmekte ve bunun aksi olarak hipotalamus'un ön kısımlarının tahribi ile cinsel istek kaybolmaktadır. Yine erkek sıçanlarda beyindeki memesel (mamillar) cisimlerin tahribi cinsel aktivitenin artışına sebep oluyor.

Hayvanların erkeği devamlı olarak cinsel istek duymaktadır, fakat dişi hayvan kızgınlık devri (estrus) denilen belli dönemler dışında cinsel birleşmeye yanaşmaz ve erkeği iter. Kızgınlık devri başlarken dişi hayvanın kanında dişilik hormonu (estrogen) artmaktadır. Yumurtalıklarda yapılıp kana verilen bu hormon normal seviyeye dönene kadar hayvan kızgınlık devrinde kalır ve erkek arar. Tavşanlarda cinsel birleşme olurken hipofiz bezi yumurtalıkları etkileyen bir hormon (gonadotrop hormon) salgılar ve bu hormon hemen yumurtalıktan bir yumurta çıkmasına sebep olur. Bu şekilde cinsel birleşme ile yumurtlama aynı zamana rastlamış olur ki, bu da tavşanların neden o kadar doğurgan olduklarını açıklamaya yeter. Diğer bazı hayvanlarda ise dişi hayvanın yumurtalığından yumurta çıkarken kanında dişilik hormonu artmakta ve kızgınlık başlamaktadır. Mesele maymunlar böyledir. Gerçi maymunlar hayvanat bahçesinde her zaman çiftleşirlerse de ormanlarda yaşadıkları zaman dişi maymun ancak yumurtlarken erkek maymuna «pas vermektedir.»

Dişi hayvanlarda badem çekirdeklerin tahribi seksüalite'yi arttırmıyor. Gene dişi hayvanlarda ameliyatla limbik sistem ve beyin kabuğu çıkartılırsa hayvan artık erkek aramaya çıkmaz oluyor. Dişilerde hipotalamus'un ön kısımlarının tahribi kızgınlık davranışlarına son vermektedir. Yumurtalıkları çıkarılmış sıçanların hipotalamus bölgesine dişilik hormonu konursa kızgınlık başlıyor.

Böylece badem çekirdek ile hipotalamus (= yatak altı) bölgesinin cinsel hayattaki rolü kesin olarak saptanmıştır.

Yeni doğmuş dişi sıçanlara tek bir doz erkeklik hormonu verilirse bu dişiler ömür boyu «kızgınlık» göstermiyor. Bunun aksine, yeni doğmuş ve kısırlandırılmış erkek sıçana dişilik hormonu verilirse hayvan dişi gibi davranmaya başlıyor. Sıçanlar doğuşlarında nisbeten olgunlaşmamış olduklarından böyle sonuçlar elde edilmektedir, diğer hayvanlarda da aynı deneyler yapılmış, fakat başarısız olmuştur; bu gibi deneylerle bunların sadece cinsel organlarında veya cinsel davranışlarında bazı değişmeler meydana getirilebilmiştir.

İnsanların erkeğinde iki taraflı badem çekirdeğin hasara uğramasına bağlı aşırı cinsel istek durumları rapor edildi. İnsan

dişisinde ise yumurtlama zamanı (genellikle âdetten sonraki 14. gün) ve bir defâdet zamanından hemen önce «kızgınlık» hali belirlemektedir. Hipotalamus'un ön kısmı civarındaki beyin ameliyatlarından sonra da kadınlarda geçici olarak aşırı seks hali görülmüştür.

Limbik sistemleri zarara uğrayan hayvanlarda annelik duyguları kayboluyor.

### Korku ve Saldırganlık

Genellikle tehlike ile karşılaşan hayvan korkup kaçmakta, bir köşeye kısıtılırsa saldırmaya başlamaktadır. Korkan hayvanda gözbebekleri büyüyor, terleme, çömelme ve kaçmak üzere bir sağa, bir sola bakma görülüyor. Saldırıya geçen bir kedide ise tıslama, homurdanma, tükürük saçma, tüylerin havaya kalkması, ısırma ve pençe atma görülür. Bu iki davranıştan biri veya her ikisi hipotalamus bölgesinin uyarılması ile elde edilebilmektedir. Böylece korku ve saldırganlığın birbirlerine çok yakın davranışlar olduğu anlaşılmaktadır.

Badem çekirdeği uyarılan hayvanlarda da korku reaksiyonları görülmekte, badem çekirdeği tahrip edilmiş hayvanlarda ise korku duygusu kaybolmaktadır. Maymunlar yılanlardan çok korkar. İki taraflı şakak lobları (dolayısıyla badem çekirdekleri) çıkarılan maymunlar ise yılanlarla oynamakta ve hattâ onları yemektedirler.

Limbik sistemleri sağlam kalmak üzere beyin yarım küreleri çıkartılan hayvanların en küçük uyarılar karşısında bile saldırdıkları görülmüştür. Buna karşı badem çekirdekleri tahrip edilen maymun, köpek, kedi ve sıçanlar aşırı uslanmaktadır; hattâ böyle bir ameliyatla yaban sıçanlarını evcilleştirmek mümkün olmuştur. Bu şekilde evcilleştirilmiş hayvanların hipotalamus'larında belli bölgeler tahrip edilirse hayvan aşırı saldırgan hale gelmektedir. Kedilerde badem çekirdeklerin uyarılması da saldırganlığa sebep oluyor.

Kısırlaştırılan hayvanlarda saldırganlık azalmaktadır; erkeklik hormonları ise saldırganlığı artırıyor. Çevre de saldırganlıkta etken; dişisi yanında olan erkekler daha saldırgan olmakta, hele kendi sahalara yabancı bir erkek girerse bu saldırganlık çok daha belirgin bir hal almaktadır. Maymunlardaki şu gözlem de ilginç-



da söner. Şakak lobunda tümör olan hastalar zaman zaman geçmişlerindeki bir olayı hatırlar ve hattâ uyanıkken görülen bir rüya şeklinde o olayı yeniden yaşarlar. Bu gözlemlere rağmen şakak lobunun bellek merkezi olduğu sanılmıyor, şakak lobunun uyarılması beynin diğer bölgelerinde bulunan bellek merkezlerine giden yolu açmaktadır. Şakak lobunun diğer bölgelerinin uyarılması halinde ise, hasta ilk defa gördüğü insanları eskiden beri tanıdığını iddia edebilir («dêjà vu = eskiden görmüştüm» olayı) veya çok iyi tanıdığı insanlara onları ilk defa görürmüş gibi davranır («jamais vu = hiç görmedim» olayı). Bu gibi haller nadiren normal insanlarda da olabilirse de şakak lobundan doğan sara'lar da sık görülüyor.

Şiddetli bir beyin sarsıntısı geçirenlerde veya elektroşok uygulananlarda (bazı akıl hastalıklarının tedavisi için beyinden elektrik geçirilerek suni sara nöbetlerinin meydana getirilişi) bellek geçici olarak kaybolur (amnezi). Fakat şu iki nokta ilginçtir: Bir kere bu hastalar uzak geçmişlerini, meselâ çocukluklarını, halen hatırlıyabilirler, yani bellek kaybı hayatlarının belli bir döneminden sonrasını kapsar. Diğer taraftan bu bellek kaybı geçici olup haftalar, aylar sonra bellek normale döner.

Hayvanlara birşey öğrettikten sonraki 5 dakika içinde beyinlerinden elektrik akımı geçirilirse öğrendiklerini tamamen unutmuş gibi davranmaktadırlar. Fakat aynı elektrik akımı hayvana birşey öğretilmesinden 4 saat sonra uygulanırsa, hayvanın öğrendiğini hatırlaması üzerine etkisi olamıyor. Kendilerine birşey öğretilmiş hayvanlar öğretimden hemen sonra bir süre  $O_2$  siz bırakılmış, yüksek ısıda tutularak bayıltılmış (sıcaklık narkozu),  $CO_2$  li ortama konulmuş, eter vererek bayıltılmış, beyinlerine iğne sokulmuş ve bütün bu deneylerde de hayvanın öğrendiğini hatırlamadığı görülmüştür. Demek ki, yeni oluştukları sırada anılar beyin hücrelerine henüz sağlamca oturmamıştır ve dağıtılabılır, bir süre sonra anılar beyin hücrelerine âdetâ kazılmakta ve dış uyarılardan etkilenmemektedir (anıların konsolidasyonu).

Hippocampus'ların (deniz atına benzeten beyin kıvrımları) bellekle de ilgili olduğu artık kesin biliniyor. İnsan ve hayvanlarda hippocampus'ların iki taraflı tahribi yeni anılar kazanılmasına engel oluyor, hasta eski anıları ile yaşıyor. Bu

gibiler öğrendiklerini hemen unuttukları için öğrenmeleri zor olmaktadır. Yine hippocampus iğne elektrot batırılarak uyarıldığında en son anıların kaybolduğu, eski anıların devam ettiği görülmüştür. Bazı alkoliklerde ise durum şöyledir: Eski anılar yaşarken yeni anıların bazıları kaybolmakta, bu kaybolan anılarla hastanın belleğinde boşluklar meydana gelmekte ve hasta bu boşlukları bir takım uyduruk anılarla, yalanlarla doldurmaktadır. Bu yarı gerçek, yarı uyduruk anılar karışımı tıpta konfabülasyon diye bilinir ve bu hastalarda Korsakoff hastalığı (ki ekseri sinir iltihabı ile beraberdir) olduğundan bahsedilir. Bunlarda limbik sisteme ait memesel cisimlerde hasar olduğu gösterildi.

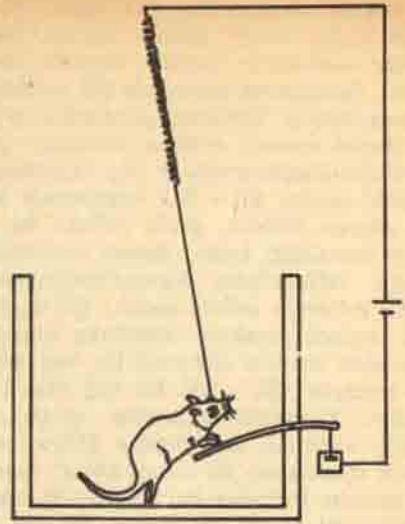
Planarya denen 1-2 cm. uzunlukta yassı solucanlar bilim için kesilip biçilmeye kızmadılar. Bir planarya'yı ortadan ikiye bölerseniz 10 gün içinde başı bir kuyruk, kuyruğu da bir baş yapıyor ve iki tam solucan çıkıyor karşınıza (rejenerasyon = yenilenme). Planarya'lara şartlı refleks yolu ile belli bir ışıktan kaçmak öğretilir. Sonra planarya ortadan ikiye bölünür. 10 gün kadar sonra yalnız baştan türeyen değil, kuyruktan türeyen planarya'nın da ışıktan kaçmayı hatırladığı görülür. Muhtemelen planarya'nın belleği hücre RNA'sında (ribonükleik asit) meydana gelen bir değişmedir. RNA daha önceki bir yazımızda görüldüğü üzere protein sentezi için kalıp rolünü oynar. Bu bakımdan belleğin yeni büyüyen kısımlara da RNA yardımı ile aktarılması mümkündür. Yarım planarya'ları RNA'yı parçalayan ribonükleaz enzimleri ihtiva eden bir sıvı içinde büyütelim. Bu planarya'lar 10 gün sonra bütün hale geldiklerinde öğrenmiş oldukları ışıktan kaçma hareketini artık yapmazlar. Ribonükleaz enzimi RNA'yı parçalamış ve RNA planarya'nın belleği olduğundan hayvan belleksiz hale gelmiştir. Öğrenmiş planarya'ları kıyma haline getirip, öğrenmemiş planarya'lara besin olarak sunmak, öğrenmemiş planarya'ları öğrenmeye son derece yatkın hale geliyor. (Herhalde hocanın bilenler bilmeyenlere anlatsın, sözüne uyuyorlar) Buna benzer şekilde bir mercan balığına veya bir sıçana bir «hüner» öğretiliyor ve sonra bu «öğrenmiş» beyinler ezilip sulandırılarak öğrenmemiş hayvanlara enjekte ediliyor, şimdi «öğrenmemiş»lerin o hüneri öğrenmeye çok daha yatkın

hale geldiği görülüyor. Bu deney beyin hülasaları yerine beyinden elde edilen RNA ile tekrarlanırsa yine aynı sonucu veriyor. Hattâ RNA'nın yapısına giren ürik asitin verilmesiyle bile belleğin kuvvetlendiği görüldü. Bellekle protein sentezi arasında bir ilişki olduğu artık mutlak. Sıçanlar öğrenmeye zorlanınca beyin hücrelerinde RNA kullanılması artıyor. Püromisin denen bir antibiyotik var, hücrelerde protein yapılımasına engel oluyor. Mercan balıklarında ve farelerde beyin içine püromisin verdiler, hayvancıklar unutkan oldu çıktı. Meselâ mercan balığına elektrik şokuna mâruz kalmamak için plâstik bir kapıyı iterek akvaryumun öte yarısına geçmeyi öğretebilirsiniz, «öğretim» den 1 saat geçmeden beynine püromisin enjekte ediyorsunuz, haydi, balık inadına uyarının üstüne gidiyor. Püromisin vermezseniz uyarıdan kaçmayı bir süre hatırlıyabiliyor. Acetocycloheximide denen madde de beyinde protein sentezini çok yavaşlatmakta ve deri altına enjekte edilince hayvanlarda unutkanlığa sebep olmaktadır. Actinomycin D denen antibiyotik de RNA sentezini azaltarak belleği zayıflatıyor.

Belleği kuvvetlendirerek deneysel tıp açısından öğrenmeyi kolaylaştıran ilaçlar da var mıdır? İşte bir listesi: Cafein, amphetamine, nicotine, picrotoxine, strikinin, metrazol ve pemoline. Bu ilaçlar bu gaye için insanlarda kullanılmıyor, bu sonuçlar hayvan deneyleri ile elde edilmiştir.

### Sıçanları Seviyorsanız, Onlara Oyuncak Veriniz

Bir grup sıçanı alıp içi sıçan oyuncakları dolu (tekerlekler, platformlar, kutular, merdivenler v.s.) geniş bir kafese koyuyorsunuz. Kafes içindeki oyuncakları hergün değiştirmeyi de unutmuyorsunuz. Sonra sıçanları hergün 1,2 saat kafes dışına alıp bir çeşit manialı koşu yaptırıyorsunuz. Bir başka grup şanssız sıçan izolasyon (tecrit) kafeslerinde yaşıyor, bunlar birbirlerinden bölmelerle ayrıldıklarından birbirlerini göremiyor ve kafesleri loş, sessiz bir odada bulunuyor. Doğdukları andan beri bu şartlara tâbi tutulan iki grup sıçanın 80 gün sonra beyinlerini çıkarıp incelediğinizde bakıyorsunuz ki, oyuncaklı sıçanların beyin kabuğu daha ağır geliyor, özellikle görme merkezlerinin bulunduğu art kafa lobları iyi gelişmiş bulunuyor. Beyin yıkamanın bir misali daha diyeceksiniz belki. Bilim ise



Kendi kendini uyarma deneylerinde kullanılan aygıt. Hayvan her pedala basışta bir elektrik devresi kapanmakta ve beynine batırılmış elektrot'lardan akım geçmektedir. O zaman hayvanda tekrar tekrar pedala basmak isteği beliriyor.

buna «zenginleştirilmiş ve fakirleştirilmiş davranış şartları» demek; bellek, öğrenme ve çevre arasındaki ilişkilere yeni bir ışık tutuyor. Bu deneyden çıkan bir sonuç da şu oluyor: Çeşitli uyarılar ve bol arkadaşla büyüyen çocukların zekâsı daha çok gelişecektir.

### Şartlı Refleksler

1) Köpeğin ağzına et koyuyorum. Her keresinde ağzı sulanıyor. Normal uyarıya karşı beklenen bir cevap. Burada et «şartsız veya normal uyarıcı»dır. (NU diyelim)

2) Şimdi köpeğin ağzına et koymadan hemen ÖNCE bir zil çalıyorum. Önce zil, sonra et uyarmasını defalarca uyguluyorum.

3) Şimdi yalnız zil çalıyor, et vermiyorum. Köpeğin yine ağzı sulanıyor.

Burada zil sesi şartlı uyarıcı olmuştur. Buna da (ŞU diyelim).

O halde bunu şöyle hatırdâ tutabiliriz: NU beklenen bir cevaba sebep olur. ŞU daima NU'dan evvel verilmelidir. ŞU, NU'dan sonra gelirse şartlı refleks oluşmaz. ŞU normalde bir cevaba sebep olmaz. ŞU + NU defalarca tekrarlanır. O zaman NU verilmeden ŞU verilirse NU'ya verilen cevabın aynı alınır. Demek ki ŞU, NU'nun yerini almıştır. Şimdi yalnız ŞU verme-

ye devam edelim. Bir süre sonra ŞU'ya karşı hiçbir cevap alamaz oluruz. Şartlı refleks sönmüştür (sönme veya iç engelleme). Şartlanmış hayvanda ŞU verdikten hemen sonra hayvanın dikkatini çeken bir başka uyarıcı verelim, beklenen şartlı refleks gözükmez (dış engelleme); zaman zaman ŞU + NU uygularsak sönme olayını önleriz, şartlı refleks bu şekilde istenildiği kadar devam ettirilebilir (şartlı reflekslerin kuvvetlendirilmesi). Şartlı refleksin sebebi şudur: ŞU ve NU'nun beyinde bıraktığı izlenimler arasında normalde mevcut olmayan bir bağ teşekkül etmiştir: ŞU - NU. Bu bağ ekseri geçicidir. Kuvvetlendirilmeyen şartlı refleksler sönerler. Başlangıçta ŞU'ya yakın bütün uyarıcılara da cevap alınır; meselâ zil sesinin frekansı her keresinde başka olabilir, zil sesine şartlanmış hayvan her keresinde beklenen cevabı verecektir. Şimdi ŞU + NU'dan ibaret kuvvetlendirme (reinforcement) olayını yalnız saniyede 800 titreşim yapan ses için uygulayalım. 800 civarındaki frekanslarda ise yalnız ŞU verelim. Bu şekilde 800 civarı frekanslarda sönme olayı gelişirken 800 frekansda ŞU + NU sayesinde kuvvetlendirme sağlanmıştır. Bu metotla bir köpeğe 800 frekanslı bir sese şartlanıp 812 frekanslı bir sese kayıtsız kalması, yani 800 frekanslı sesi 812 frekanslı sestem ayırt etmesi öğretilebilir (ayırt ettirici şartlanma).

Acaba şartlı cevap, ŞU verildikten ne kadar zaman sonra belirir? Burada formül genellikle şudur: ŞU ile şartlı cevap arasındaki zaman = ŞU ile NU arasında geçmiş olan zaman. ŞU ile şartlı cevap arasında 90 saniye geçebilir. Şartlı cevabın çok daha geç gelmesine de rastlanabilir. (Gecikmiş şartlı refleksler)

NU'nun yarattığı cevap sadece bir hareket ise şartlamak zordur. Buna karşı NU canlıda hoş veya hoş olmayan bir his uyandırırsa şartlı refleks nisbeten kolay oluşur. Beynin, az önce bahsettiğimiz mükâfat sisteminin uyarılması kuvvetli bir NU teşkil eder (pozitif kuvvetlendirme), beynin cezalandırma veya kaçınma (avoidance) sisteminin uyarılması veya deriye ağırlı bir şok uygulanması da kuvvetli bir NU sayılır.

Bir hayvana hünerler öğretmek için kullanılan şartlama biraz farklıdır, buna vasıtalı şartlama (operant conditioning)

deniyor. 1898 de E.L. Thorndike'in yaptığı temel deney şuydu: Aç bırakılmış bir kedi bir kutuya konuyordu; kutunun kapağını açmak üzere içerde bir tel halka vardı. Kedi bu tel halkayı çekince kutu kapağı açılıyor ve hayvan kutu dışına konmuş gıdaya kavuşuyordu. Bu deney tekrar tekrar yapıldığında kedinin kutuda kalma zamanının gitgide kısaldığı bulundu; yani bir bakıma kedi halkayı çekince gıdaya kavuşacağını öğrenmişti. Vasıtalı şartlamada önce hayvanın kendiliğinden yaptığı bir hareketin sıklığı tâyin edilir (operant level). Sonra bu hareket kuvvetlendirilerek (reinforcement) sıklığı artırılır. Kuvvetlendirme iki sistemden birine göre yapılır: Mükâfatlandırma veya cezalandırma. Mükâfatlandırma istenen hareketi yapan hayvana, ya gıda, su gibi hoşuna gidici birşey verilir (pozitif kuvvetlendiriciler) veya hayvanın hoşlanmadığı birşey (gürültü, elektrik şoku...) ortamdaki kaldırılır (negatif kuvvetlendiriciler). Cezalandırma ise tam aksine pozitif kuvvetlendiricilerden yoksun bırakmak veya negatif kuvvetlendiriciler vermek uygulanır. Her iki sistemde de hayvanın kendiliğinden arada sırada yaptığı bir hareketin sıklığı gitgide artar. Yani hayvan o hareketi öğrenmiş olur. Meselâ bir köpeğe her susta duruşundan sonra et verilirse veya hayvana verilmekte olan elektrik şokları ancak susta durunca kesilirse hayvanın gitgide daha fazla susta durduğu görülür. Şimdi gene kutudaki kediye dönelim. Kutuda bir ışık sistemi olsun ve devamlı yanıp sönsün. Kapağı da öyle yapmış olalım ki, kapak ancak ışık yanarken açılabilir. Bir süre sonra kedi yalnız ışık yanarken halkayı çekmeyi öğrenmektedir. Buna uyarıcıları ayırtma (stimulus discrimination) deniyor. Burada ışık «ayırt ettirici uyarı» (discriminative stimulus) dır. Şimdi bu misali köpeğe uygulayalım. Hayvana her susta duruşunda et vermeyelim de ancak belli bir düdükten sonraki susta duruşlarında et verelim. Bir süre sonra köpeğin beyinde düdükle, susta duruş ve et arasında öyle bir ilişki kurulacaktır ki, düdükle sesini duyan hayvan ete hak kazanmak için susta duracaktır. Tabii sönme olayını önlemek için ona o hak ettiği eti de vermek gerekir. Sirklerde terbiyecinin hünerli köpeklerle arada bir gıda fırlatmasının sebebi de bu.

*Beyindeki gezimize devam edeceğiz.*