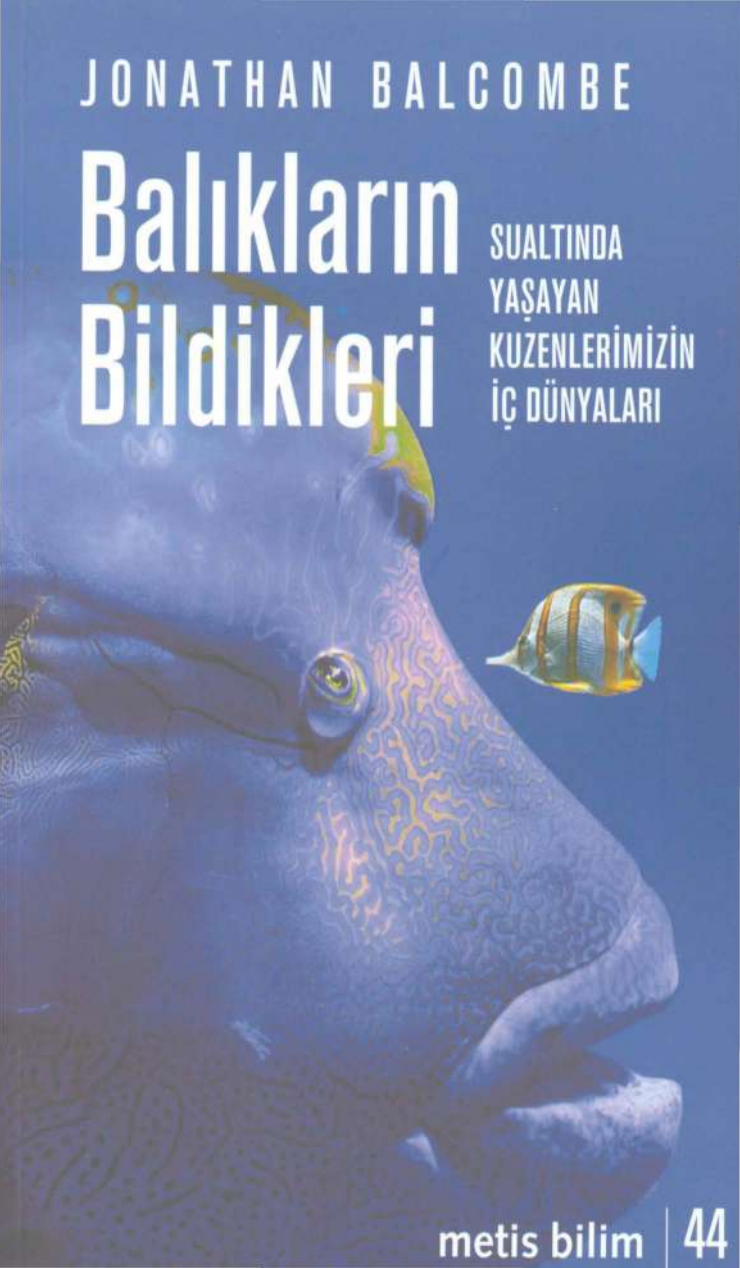
JONATHAN BALCOMBE

Balıkların Bildikleri

SUALTINDA YAŞAYAN KUZENLERİMİZİN İÇ DÜNYALARI



metis bilim | 44

JONATHAN BALCOMBE

Balıkların Bildikleri

Britanyalı etolog ve yazar Jonathan Balcombe 1959'da İngiltere'de doğdu, Yeni Zelanda ve Kanada'da büyüdü. 1983'te Toronto'daki York Üniversitesi'nde biyoloji alanındaki lisans eğitimini tamamladıktan sonra Carleton Üniversitesi'nde (Ottawa) mastır yaptı. 1987 yılında ABD'ye yerleşen Balcombe, etoloji alanındaki doktorasını Tennessee Üniversitesi'nde tamamladı. ABD İnsani Toplum Derneği, Sorumlu Tıp Hekimleri Komitesi ve PETA (Hayvanlara Etik Muamele İçin Mücadele Edenler) gibi örgütler için çalışmanın ve hayvan hakları sözcülüğü yapmanın yanı sıra *New York Times*, *Washington Post*, *Wall Street Journal* ve *Nature* gibi gazete ve dergilerde yazdı. Hayvan davranışları üzerine altmışın üstünde bilimsel makalesi bulunan yazarın diğer kitapları şunlardır: *The Use of Animals in Higher Education: Problems, Alternatives, and Recommendations* (Hayvanların Yükseköğrenimde Kullanımı: Sorunlar, Alternatifler ve Öneriler; 2000), *Pleasurable Kingdom: Animals and the Nature of Feeling Good* (Zevk Krallığı: Hayvanlar ve İyi Hissetmenin Tabiatı; 2006), *Second Nature: The Inner Lives of Animals* (İkinci Doğa: Hayvanların İç Dünyası; 2010), *The Exultant Ark: A Pictorial Tour of Animal Pleasure* (Nuh'un Gemisinde Sefa: Hayvanların Zevk Dünyasına Resimli Bir Tur; 2011) ve *Super Fly: The Unexpected Lives of the World's Most Successful Insects* (Süper Sinek: Dünyanın En Başarılı Böceklerinin Şaşırtıcı Yaşamları; 2020).

Metis Yayınlan
İpek Sokak 5, 34433 Beyoğlu, İstanbul
e-posta: info@metiskitap.com
www.metiskitap.com
Yayınevi Sertifika No: 43544

Balıklann Bildikleri
Sualtında Yaşayan Kuzenlerimizin
İç Dünyalan
Jonathan Balcombe

İngilizce Basımı:
What a Fish Knows
The Inner Lives of Our Underwater Cousins
Scientific American/Farrar, Straus and Giroux, 2017

© Jonathan Balcombe, 2016

Scientific American/Farrar, Straus and Giroux,
New York ile yapılan sözleşme temelinde
yayımlanmıştır.

© Metis Yayınlan, 2020
Çeviri Eser © Elvin Vural, 2020

İlk Basım: Şubat 2021

Yayıma Hazırlayan: Özde Duygu Gürkan

Kapak Tasarımı: Emine Bora

Dizgi ve Baskı Öncesi Hazırlık: Metis Yayıncılık Ltd.
Baskı ve Cilt: Yaylacık Matbaacılık Ltd.
Fatih Sanayi Sitesi No. 12/197 Topkapı, İstanbul
Matbaa Sertifika No: 44865

ISBN-13: 978-605-316-220-9

Eserin bütünüyle ya da kısmen fotokopisinin çekilmesi, mekanik ya da elektronik araçlarla çoğaltılması, kopyalanarak internette ya da herhangi bir veri saklama cihazında bulundurulması, 5846 Sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu'nun hükümlerine aykındır ve hak sahiplerinin maddi ve manevi haklannın çiğnenmesi anlamına geldiği için suç oluşturmaktadır.

JONATHAN BALCOMBE

Balıkların Bildikleri

SUALTINDA YAŞAYAN KUZENLERİMİZİN İÇ DÜNYALARI

Çeviren: Elvin Vural

metis

İsimsiz trilyonlara...

İçindekiler

Önsöz 11

1 YANLIŞ ANLAŞILAN BALIK 17

2 BALIKLARIN ALGILADIKLARI 33

Balıkların Gördükleri 35

Balıkların İşittikleri, Kokladıkları ve Tattıkları 51

Yön Bulma, Dokunma ve Ötesi 69

3 BALIKLARIN HİSSETTİKLERİ 83

Acı, Bilinç ve Farkındalık 85

Stresten Sevince 101

4 BALIKLARIN DÜŞÜNDÜKLERİ 119

Yüzgeçler, Pullar ve Zekâ 121

Aletler, Planlar ve Maymun Zihinler 135

5 BALIKLARIN TANIDIKLARI 151

Sosyal Hayat 153

Toplumsal Sözleşmeler 173

İşbirliği, Demokrasi ve Barışı Koruma 187

6 BALIKLARIN ÜREME BİÇİMLERİ 203

Seks Hayatları 205

Ebeveynlik Tarzları 219

7 SUDAN ÇIKMIŞ BALIK 235

Sonsöz 259

Teşekkür 267

Notlar 269

Dizin 297

Önsöz

SEKİZ YAŞIMDAYKEN Toronto'nun kuzeyinde bir yaz kampının yaşlıca müdürüyle alüminyumdan yapılmış bir kayığa binmiştim. Müdür sığ koyun yaklaşık dört yüz metre açığına kürek çektikten sonra iki saat boyunca balık tuttuk. Sakin bir yaz akşamıydı; suyun yüzeyi cam gibiydi. Küçük bir kayığa ilk kez binmiştim ve bu uçsuz bucaksız, hafif dalgalı, koyu renkli su kütlesinin üzerinde durmak keyfimi yerine getirmişti. Suyun altında hangi yaratıkların gizlendiğini merak ediyordum, bu da ilkel oltam (ucuna iplikle bir kancanın tutturulduğu dışı yontulmuş bir ağaç dalı) ne zaman aniden titreyip bir balığın yemi yuttuğunu haber verse heyecanımı daha da artırıyordu.

On altı balık tuttum o gün. Bazılarını suya geri bıraktık. Bazılarını ise –irice levreklerdi bunlar– ertesi sabahki kahvaltıya ayırdık. Bütün pis işleri Bay Nelson halletmişti: Kancalara kıvrılıp bükülen solucanları yem olarak yerleştirmiş, balıkların ağzına takılan kancaları döndürerek çıkarmış, öldürmek için balıkların kafataslarına bıçağını sokmuştu. Bu işleri yaptığı sırada yüzünün garip bir hal aldığını hatırlıyorum; iğreniyor muydu yoksa yaptığı işe fazlaca mı odaklanmıştı, merak etmiştim.

O günkü tecrübeme dair bazı güzel hatıralarım var. Fakat hayvanlara zaafı olan hassas bir çocuk olduğum için o kayıkta olup biten birçok şeyden rahatsızlık duymuştum. İçten içe solucanlar için endişelenmiştim. İnatçı kancalar balıkların kemikli, donuk bakışlı yüzlerinden çıkarılırken canları acımıştır diye üzülmüştüm. Avlanma yasalarına uygun büyüklükte oldukları için suya bırak-

mayıp alıkoyduğumuz balıklardan biri belki de bıçaktan sağ kurtulmuş, yanda asılı duran tel sepette yavaşça ölmeyi bekliyordu. Ama kayığın baş tarafında oturan iyi kalpli adam yanlış bir şey olduğunu düşünmüyordu, dolayısıyla ben de endişelenmemi gerektirecek bir durum yoktur herhalde düşündüm. Ertesi sabah kahvaltıda yediğim taze balığın lezzeti de önceki akşamın kuruntularından geriye sadece belli belirsiz bir iz kalmasına neden olmuştu.

Ahlaki hesaplarımızda soğukkanlı kuzenlerimizin nereye düştüğüne dair çelişkili duygular hissetmeme sebep olan yegâne deneyimim değildi bu. Toronto'daki ilkokulumda dördüncü sınıftayken birkaç diğer çocukla birlikte birtakım araç gereçleri bizim sınıftan yan sınıfa götürmek için görevlendirilmiştim. Malzemeler arasında, içinde yalnız bir japonbalığının bulunduğu cam bir fanus da vardı. Dörtte üçü suyla dolu olan kâse oldukça ağırdı. Balığın onu benim kadar önemsemeyen birinin ellerine teslim edileceğinden endişe ettiğim için, kâseyi ulaşması gereken yere, yan sınıftaki lavabonun kenarındaki tezgâha götürmeye gönüllü oldum.

İroniye bakın...

Çocuk ellerimle kâseyi sıkıca tuttum, kapıdan uygun adım çıktım, koridorda ilerledim ve yeni sınıfa girdim. İhtiyatlı bir şekilde tezgâha tam yaklaşmıştım ki kâse ellerimin arasından kaydı ve yere çarpıp paramparça oldu. Ağır çekim yaşanan bir dehşet ânıydı bu. Cam parçaları etrafa saçılmış, her yer su olmuştu. Bense öylece kalakalmıştım. Benden daha aklı başında olan birisi paspası kaptı ve camla suyu bir kenara doğru sildi, sonra dördümüz balığı bulmak için her yeri didik didik aramaya başladık. Bir dakika boyunca hayvanın izine rastlayamadık. Kötü bir rüya gibiydi. Bir aziz gibi göğe yükselip balık cennetine gitmişti sanki. Sonunda biri onu buldu. Kalorifer peteklerinden birinin arkasına zıplamış ve peteğin iç tarafında asılı kalmıştı; yerin beş santimetre üzerinde duruyordu ve görüş alanımızın tamamen dışındaydı. Hâlâ canlıydı; donuk gözleriyle ağzını hafifçe açıp kapatıyordu. Musluk suyuyla doldurulmuş bir behere cup diye bırakıldı. O balık hayatta kaldı sanıyorum.

Olayı kırk yıl sonra bile son derece canlı bir biçimde hatırladığıma göre, bu japonbalığı kazası bende derin bir iz bırakmış olmalı. Yine de sonrasında içimde balıklara karşı yeni bir empati uyanmamıştı. Balık tutmayı hiçbir zaman sevemediğimi kabul ediyorum. Bay Nelson'la birlikte çıktığımız gezintide hissettiğim heyecan kısa süre sonra, iş yemi hazırlamaya ve kancaları balıkların ağzından çıkarmaya gelince kaybolmuştu. Yine de Sturgeon Koyu'nda pek önemsemeden yakalayıverdiğim levrekler, Edithvale İlkokulu'nda yere düşürdüğüm talihsiz japonbalığı, ve hikâyeleri ailece gittiğimiz McDonald's'da yediğimiz balık burgerlerin içinde sona eren isimsiz balıklar arasında herhangi bir bağlantı kurmamıştım. 60'ların sonuydu ve McDonald's "bir milyardan fazla" müşteriye yemek servis etmiş olmakla böbürleniyordu. Bu, bir o kadar tavuk ve balığın yemek olarak servis edildiği anlamına geliyordu. Ama benim kültürüme mensup olan diğer insanlar gibi ben de yaşayan, nefes alan ve hikâyeleri öğleyin önüme gelen yemekle son bulan canlılar konusunda mutlu bir cehalet içindeydim.

Balıklar da dahil olmak üzere hayvanlarla kurduğum ilişkiyi ancak, biyoloji alanındaki lisans eğitimimin son yılında bir balıkbilim (ihtiyoloji) dersi aldığımda ciddi anlamda sorgulamaya başladım. Balıkların değişik anatomisinden ve adaptasyon şekillerinden etkilendiğim kadar, stereo mikroskoplar ve taksonomi rehberleri aracılığıyla sınıflandırmamız için bize verilen, bir zamanlar canlı olan bu hareketsiz bedenleri görmekten de rahatsızlık duyuyordum. Yarıyıl tatilinde Ontario Kraliyet Müzesi'ne bir sınıf gezisi yaptık; orada Kanada'nın önde gelen balıkbilimcilerinden biri özel bir turla bize müzenin balık koleksiyonunu gösterdi. Tur sırasında bir ara, ahşaptan yapılmış geniş bir kutunun kilidini açıp kapağını kaldırmasıyla, yağ görünümlü koruyucu bir sıvının içinde süzülen devasa boyutlarda bir göl alabalığı gözlerimizin önüne serildi. Yaklaşık 47 kiloluk rekor ağırlığa sahip balık, Athabasca Gölü'nde 1962 yılında yakalanmıştı. Ebatları ve tombulluğu kısırlığa sebep olan bir hormon dengesizliğine bağlanmıştı; normalde yumurtlama işi için kullanılması gereken büyük miktardaki enerji

bunun yerine vücut kütlesi olarak depolanmıştı.

O balığa acımıştım. Karşılaştığımız çoğu balık gibi onun da adı yoktu ve hayatı bir gizemden ibaretti. Ahşap bir kutunun içindeki bir mezarda durmaktan daha onurlu bir varoluşu hak ettiğini düşündüm. Bence yense bile daha iyiydi, böylece dokuları besin zincirine yeniden karışırdı; kimyasallarla kirletilerek onyıllar boyunca karanlıkta durmasından daha iyi bir kader olurdu bu.

Balıkların çeşitlilikleri, ekolojileri, üreme potansiyelleri ve hayatta kalma stratejileri hakkında sayısız kitap yazıldı. Nasıl balık tutulacağını anlatan kitap ve dergiler de en az birkaç kitap rafını doldurur. Fakat bugüne kadar balıkları *temsilen* herhangi bir kitap yazılmadı. Nesli tükenmekte olan türlerin içinde bulunduğu zor durumu veya balık stoğunun aşırı sömürülmesini kınayan popüler çevreci/korumacı mesajdan bahsetmiyorum. (Bu arada "aşırı sömürme" tabirinin sömürüyü meşrulaştırdığını, "stok" sözcüğününse bir hayvanı buğday gibi, yegâne varoluş amacı insanları beslemek olan bir metaya dönüştürdüğünü daha önce fark etmiş miydiniz?) Bu kitap, balıklara, geçmişte mümkün olmamış bir biçimde ses vermeyi amaçlıyor. Etoloji, sosyobiyoloji, nörobiyoloji ve ekoloji alanlarındaki çığır açıcı gelişmeler sayesinde dünyanın balıklara nasıl göründüğünü, balıkların neler algıladığını, hissettiğini ve deneyimlediğini artık daha iyi anlayabiliyoruz.

Bu kitap için araştırma yaparken, bilimsel verilerin arasına insanların balıklarla karşılaşma hikâyelerini serpiştirme fikri vardı aklımda. Bu hikâyelerin bir kısmını ilerleyen sayfalarda okurlarla paylaşacağım. Biliminsanlarının gözünde anekdotların geçerliliği çok azdır, ama anekdotlar hayvanların kapasitelerine dair bilimin henüz keşfedemediği şeyleri anlamamızı sağlayabilir, ayrıca insan-hayvan ilişkisi üzerine daha derinlemesine düşünmemizin de önünü açabilir.

Bu kitap derin bir içerimi olan basit bir olasılığın peşinden gidiyor. Bu basit olasılık şöyle özetlenebilir: Balıklar, hayatları kendi içinde değerli olan –yani bizim için sözgelimi bir kazanç ya da eğlence kaynağı olarak sahip olabilecekleri faydacı değerden ba-

ğımsız bir şekilde değer taşıyan– kendilerine özgü varlıklardır. Derin içerim ise, bunun onları ahlaki sorgulamalarımıza dahil edecek olmasıdır.

Bu çaba niçin? İki temel sebebi var. Birincisi, balıklar dünya üzerinde toplu olarak en çok sömürülen (ve aşırı sömürülen) omurgalı hayvan kategorisini oluşturuyor. İkincisi, balıkların duyumsal ve bilişsel kapasitelerini inceleyen bilim öyle gelişti ki, balıklar hakkındaki düşüncelerimizde ve onlara davranma şekillerimizde bir paradigma değişikliğine gitmemizin vakti gelmiş olabilir.

Sahi, ne kadar sömürülüyorlar? Yazar Alison Mood'un, Gıda ve Tarım Örgütü'ne (FAO) kayıtlı balıkçıların 1999-2007 yılları arasında yakaladığı balık sayısını baz alarak yaptığı tahmine göre, her yıl insanlar tarafından öldürülen balık sayısı 1 ila 2,7 trilyon.* Bir trilyon balığın neye tekabül ettiğini anlamak için şöyle bir hesap yapalım: Yakalanan her balık yaklaşık olarak bir dolarlık bir banknot uzunluğunda (15 santimetre) olsa ve bu balıkların tümünü uç uca birleştirsek, Güneş'e kadar uzanıp tekrar geri dönebiliyoruz (gidiş-dönüş mesafesi 300 milyon kilometre ediyor), üstüne birkaç yüz milyon balık da artıyor.

Mood'un yaptığı tahmin istisnai nitelikte çünkü insanların balıklara kestiği faturada balıklar nadiren birey olarak temsil ediliyor.[1] Örneğin Gıda ve Tarım Örgütü'nün 2011 yılına istinaden yaptığı tahminde balıklar tekil olarak değil, 100 milyon ton şeklinde ağırlığınca veriliyor. Balık biyologları Steven Cooke ve Ian Cowx –balık ölümlerini tekil olarak ele alan az sayıdaki araştırmacıdan ikisi– 2004 yılında, her yıl dünya çapında yaklaşık 47 milyar ba-

* Mood'un yaptığı tahmin şu balıkları içermiyor: eğlence amaçlı balıkçılık sırasında yakalanan balıklar, kaçak olarak veya yan av olarak yakalanan ve daha sonra geri salınan balıklar, ağlardan kurtulmayı başardıktan sonra ölen balıklar, kayıp ya da terk edilmiş aletlerin sebep olduğu "hayalet balıkçılık" sonucu yaşamını yitiren balıklar, balıkçının yem olarak kullandığı (kayıt altına alınmayan) balıklar, balık ve karides çiftliklerinde yem olarak kullanılmak üzere yakalanmış (ve yine kayıt altına alınmamış) balıklar.

lığın *eğlence (hobi) amaçlı olarak* yakalandığını,[2] bunların yüzde 36'sının (yaklaşık 17 milyar) öldürüldüğünü, kalanların ise suya geri bırakıldığını belirtiyor.[3] Ticari amaçla yakalanan balıkların miktarı olan 100 milyon tonu, balıkların tahmini ortalama ağırlığına (0,635 kilogram) bölersek, bunun yaklaşık 157 milyar balığa tekabül ettiğini görürüz.

Bir araştırma raporuna göre,[4] küresel balık yakalama oranlarına dair resmi olarak açıklanan FAO istatistikleri, son altmış yıl içindeki gerçek rakamların yarısından daha azını yansıtıyor çünkü küçük ölçekli balıkçılık, kaçak avcılık ya da diğer tartışmalı yöntemler kapsamında avlanan balıklar ve istenmeden (yan av olarak) yakalananlar çoğunlukla görmezden geliniyor.

Nereden bakarsanız bakın, bu epey büyük bir miktar ve bu balıklar huzurlu bir şekilde ölmüyor. Ticari amaçlarla yakalanan balıkların ölüm biçimleri arasında suyun dışında nefes alamadıkları için oksijensizlikten dolayı boğulmak, yüzeye doğru çekilmeleri esnasında yaşanan ani basınç azalması (dekompresyon) sebebiyle can vermek, devasa ağlarla tekneye çekilen binlerce diğer balığın ağırlığı altında ezilmek ve sudan çıktıktan sonra kesilip iç organların çıkarılmasıyla ölmek başta geliyor.[5]

Hangi tahmini baz alırsanız alın, bu ve benzeri baş döndürücü rakamlar her bir balığın sadece biyolojik olarak değil, biyografik olarak da özgün birer birey olduğu gerçeğini maskeleme eğilimindedir. Her bir güneşbalığı, balina köpekbalığı, manta vatozu ve leopar orfozunun dış görünüş açısından ayırt edici özellikleri olduğu gibi, iç dünyaları ve yaşantıları da biriciktir. İnsan-balık ilişkilerinde değişimin odağı tam da burasıdır. Her bir balık –her bir kum tanesi gibi– benzersizdir; biyolojik bir olgudur bu. Fakat kum tanelerinin aksine, balıklar canlı varlıklardır. Bu, kolay kolay göz ardı edilebilecek bir ayrım değildir. Balıkları bilinçli bireyler olarak görmeye başladığımız zaman, onlarla yeni bir tür ilişki de kurabiliriz. İsmi bilinmeyen bir şairin ölümsüz dizelerinde[7] söylediği gibi: "Tavrım dışında hiçbir şey değişmedi, ama bu her şeyi değiştirdi."

BİRİNCİ BÖLÜM

Yanlış Anlaşılan Balık

Vazgeçmeyeceğiz araştırmaktan
Ve tüm araştırmalarımızın sonunda
Başladığımız noktaya varacağız
Ve ilk defa tanıyacağız orayı.

T. S. Eliot[1]

ÜZERİNDE çok düşünmeden "balık" dediğimizde kastettiğimiz, aslında olağanüstü çeşitliliğe sahip bir canlılar kümesidir. Balıklara dair en geniş kapsamlı ve en çok başvurulan çevrimiçi veri tabanı olan FishBase'e göre,[2] Ocak 2016 itibarıyla 64 takıma ve 564 familyaya ayrılmış 33.249 balık türü mevcuttur. Bütün memeli, kuş, sürüngen ve amfibi türlerinin toplamından daha yüksek bir rakamdır bu. "Balık" dediğimizde,[3] dünya üzerinde yaşayan bildiğimiz tüm omurgalı türlerin yüzde 60'ından bahsederiz.

Modern balıkların neredeyse tümü iki büyük gruptan birine mensuptur: kemikli balıklar ve kıkırdaklı balıklar. Bilimsel adı Teleostei olan kemikli balıklar (terim Yunancada "tam" anlamına gelen *teleios* ve "kemik" anlamına gelen *osteon* sözcüklerinin birleşiminden meydana gelmiştir) günümüzde yaşayan balıkların büyük çoğunluğunu oluşturur. Bu gruptaki 31.800 tür arasında somon, ringa, levrek, tonbalığı, yılanbalığı, dilbalığı, japonbalığı, sazan, turnabalığı ve golyan gibi bilindik türler de vardır. Kıkırdaklı balıklar sınıfında (Chondrichthyes; *chondr* = kıkırdak, *ichthys* = balık) yaklaşık 1300 tür bulunur; köpekbalığı, vatoz, keler ve kimera* da bu grupta yer alır. Her iki grubun mensupları da ka-

* Bazı araştırmacılar hayalet köpekbalığı olarak da bilinen kimeraları ayrı bir grup kabul eder.

rada yaşayan omurgalıların sahip olduğu on vücut sisteminin hepsine, yani iskelet, kas, sinir, kalp-damar, solunum, duyu, sindirim, üreme, endokrin ve boşaltım sistemlerine sahiptir.[4] Üçüncü bir grup ise çenesiz balıklardır (Agnatha; *gnatha* = çene); taşemenler ve Myxini sınıflarına mensup olan yaklaşık 115 türden oluşan küçük bir gruptur bu.[5]

Omurgalı hayvanları işimizi kolaylaştıracak şekilde beş gruba ayırırız: balıklar, amfibiler, sürüngenler, kuşlar ve memeliler. Fakat bu yanıltıcı bir ayrımdır çünkü balıkların kendi içlerindeki derin farklılıkları göz ardı eder. Kemikli balıklarla kıkırdaklı balıklar arasındaki evrimsel farklar, en az memelilerle kuşlar arasındaki farklar kadar belirgindir. Sözgelimi tonbalığı, aslında, köpekbalığına nazaran insanla daha yakın akrabadır ve kolekant (ilk kez 1937 yılında keşfedilen bir "yaşayan fosil"), hayat ağacındaki konumuna bakılacak olursa, bir tonbalığındansa insana daha yakındır.[6] Yani kıkırdaklı balıkları da sayarsak en az *altı* büyük omurgalı grubu mevcuttur.

Bütün balıkların birbiriyle ilintili olduğu yanılsaması, kısmen, suda kolayca hareket edecek şekilde evrim geçirmenin getirdiği kısıtlamalara bağlanabilir. Suyun yoğunluğu havanınkinden 800 kat daha fazladır, bu yüzden sucul canlıların omurgalı olanları en az direnç oluşturacak şekilde bir vücut tipi, kas yapısı ve yassılaşmış uzuvlar (yüzgeçler) geliştirerek evrimleşme eğilimi göstermiş, bu da suyun içinde asgari düzeyde sürüklenerek azami oranda ilerlemelerini mümkün kılmıştır.

Yoğunluğu daha fazla olan bir ortamda yaşamak ayrıca yerçekimi kuvvetini de epey azaltır. Suyun kaldırma kuvveti sayesinde sucul organizmalar karasal canlıların maruz kaldığı yıkıcı etkilere maruz kalmazlar. En büyük canlıların (balinalar) karada değil suda yaşaması bu yüzdendir. Bu etmenler aynı zamanda çoğu balığın göreli beyin boyutunun (beyin ağırlığının vücut ağırlığına oranı) küçük olmasını açıklar; oysa bu küçüklük, diğer yaşam formlarını beyin-merkezli bir bakış açısıyla ele aldığımız için sık sık balıkların aleyhinde kullanılır. Balıklar havaya kıyasla daha çok

direnç gösteren suyun içinde ilerlemelerini sağlayan büyük, güçlü kaslara sahip olmanın faydasını görürler ve yerçekiminin hemen hemen olmadığı bir ortamda yaşadıkları için, vücut büyüklüğünü beynin büyüklüğüne göre sınırlandırmak onlara herhangi bir avantaj sağlamaz.

Her halükârda, bilişsel ilerleme konusunda beynin büyüklüğü sınırlı bir etkiye sahiptir. Yazar Sy Montgomery'nin ahtapot zihinleri üzerine yazdığı bir makalede belirttiği gibi, elektronik biliminde her şeyin küçültülebileceği iyi bilinir.[7] Küçük bir mürekkepbalığı, labirentleri köpeklerden daha hızlı öğrenebilir ve ufacık bir kayabalığı, deniz kabardığında tek bir defa yüzerek geçtiği bir gelgit havuzunun topografisini ezberleyebilir – çok az insanın becerebileceği bir şey.

Balığa benzeyen ilk canlılar günümüzden 530 milyon yıl kadar önce Kambriyen Dönem'de ortaya çıktı.* Küçük ve pek de ilgi çekici olmayan canlılardı bunlar. Balıkların (ve onların neslinden gelenlerin) evriminde çığır açan olay, yaklaşık 90 milyon yıl sonra, yani Silüryen Dönem'de çenelerinin oluşmasıydı. Çeneye sahip olmak bu öncü omurgalıların yiyecekleri kavrayıp koparabilmelerini ve kafalarını uzatıp avlarını kuvvetle emerek ağızlarına çekebilmelerini sağladı, ki bu da akşam yemeği menüsünü epey genişletti. Çeneyi doğanın yarattığı ilk İsviçre çakısı gibi de düşünebiliriz, zira nesneleri hareket ettirmek, çukurlar kazmak, yuva yapmak için malzeme taşımak, yavruların yerini değiştirmek ve onları korumak, sesleri iletmek ve iletişim kurmak (örneğin yaklaşma yoksa ısırınım mesajı vermek) gibi farklı işlevleri de vardır.[8] Çenelerin oluşması Devoniyen Dönem'de (aynı zamanda "balıkların çağı" olarak da bilinir) üstün avcılar da dahil olmak üzere ba-

* Cesur bir etyüzgeçli torunun karaya ilk adımını atması için 100 milyon yıl daha geçmesi gerekecekti. Bu zaman aralıklarına dair fikir edinmek için şunu düşünün: Modern insanların da mensubu olduğu *Homo* cinsi sadece 2 milyon yıldır vardır. İnsanın dünya üzerinde geçirdiği süreyi bir saniye kabul edersek, balıklar dört dakikadan uzun süredir vardır. Balıkların sudan ayrılmadan önce dünya üzerinde geçirdiği süre bile insanınkinin elli katıdır.

lıksı yaşam formlarının sayısında patlama yaşanmasının önünü açtı. Devoniyen Dönem'de yaşayan balıkların çoğu *placoderm* yani zırh-deriliydi; başları ağır, kemiksi bir zırhla kaplıydı ve kıkırdaksı yapıda iskeletlere sahiptiler. Zırhlı balıkların en büyükleri ürkütücüydü. *Dunkleosteus* ve *Titanichthys* gibi cinslere mensup olan bazı türlerin boyu dokuz metreyi rahatlıkla aşıyordu. Dişleri yoktu fakat çenelerini oluşturan keskin iki kemiksi plaka, onlara bir şeyleri soyma ve parçalama yetisi kazandırmıştı. Bu balıkların fosilleri çoğunlukla yarı yarıya sindirilmiş balık kemiği topaklarıyla birlikte bulunur, bu da günümüzün baykuşları gibi yediklerini kusarak geri çıkarttıkları izlenimini uyandırıyor.

Devoniyen Dönem'in sona ermesiyle birlikte yok olsalar ve 300 milyonu aşkın yıldır görülmeseler de, zırhlı balıkların bazılarının kalıntılarının çok iyi biçimde korunmuş olması, paleontologların bu canlıların hayatlarının bazı ilginç yönlerine dair çıkarımlar yapmasına fırsat tanıdı. Batı Avustralya'daki Gogo fosil sahasından çıkarılmış, özellikle açıklayıcı buluntulardan birine, Britanyalı ikonik doğa belgeseli sunucusu David Attenborough'ya ithafen *Materpiscis attenboroughi* (yani "Attenborough'nun annebalığı") adı verildi, zira Attenborough 1979 tarihli belgesel dizisi *Life on Earth*'te (Dünya'da Yaşam) bu sahadaki türlerden büyük bir heyecanla bahsetmişti. Mükemmelen korunmuş bu üç boyutlu fosil, balığın katmanlarının dikkatle soyularak iç yapısının görülmesine imkân tanır. Ve şaşırtıcı bir şekilde, katmanların altında annesine göbek kordonuyla bağlı, gelişimini tamamlamış bir bebek *Materpiscis attenboroughi* karşımıza çıkar. Bu keşif, iç döllenmenin ilk örneklerini 200 milyon yıl geriye çekerek evrim gemisini salladığı gibi, ilk balıkların yaşadıkları hayatları da erotize etti. Bildiğimiz kadarıyla iç döllenmenin gerçekleşmesinin tek bir yolu vardır: çıkıntılı bir organ aracılığıyla cinsel ilişkiye girmek. Yani görünüşe göre seksin "eğlenceli versiyonu"nun tadını ilk çıkaran da balıklardan başkası değildi. Verdiği bir konferansta Attenborough, bu keşif ve arkasındaki isim olan Avustralyalı paleontolog John Long hakkında karmaşık hisler taşıdığını dile getir-

mişti: "Yaşamın tarihinde çiftleştiği bilinen ilk omurgalı tür bu ... ve [Long] buna benim adımı vermiş."[9]

Fakat seks bir yana, zırhlı balıklarla hemen hemen aynı dönemde ortaya çıkan kemikli balıkları daha parlak bir gelecek bekliyordu. Bu balıklar Permiyen Dönem'in sonunda yaşanan, tarihin üçüncü büyük yok oluşunda ciddi kayıplar vermiş olsalar da, takip eden 150 milyon yıla yayılan Triyas, Jura ve Kretase dönemlerinde tür içi çeşitliliklerini durmadan artırdılar. Sonra, günümüzden 100 milyon yıl kadar önce, kelimenin tam anlamıyla serpilmeye başladılar. Kemikli balıkların bilinen familyalarının sayısı, o günden bugüne en az beş katına çıktı. Ne var ki fosil kalıntılar sırlarını kolay kolay ortaya dökmezler, dolayısıyla hâlâ kayalar içinde saklı duran, daha da erken dönemlerde yaşamış balık familyaları olabilir.

Kemikli rakipleri gibi kıkırdaklı balıklar da Permiyen felaketini atlattılar, fakat daha sonraki çağlarda muazzam bir tür içi çeşitlenme yaşamadılar. Bildiğimiz kadarıyla, bugün, tarihin herhangi bir ânında yaşayanlardan daha fazla köpekbalığı ve vatoz türü yaşıyor. Ve bu balıkların gerçek hayatlarının, hırçın hayvanlar oldukları yolundaki yaygın görüşü yalanladığını yeni yeni keşfetmeye başlıyoruz.

Çeşit Çeşit ve Çokyönlü

Balıkların hayatları karada yaşayan hayvanlarınkine kıyasla daha zor gözlemlendiği için onları anlamakta zorlanıyoruz. Ulusal Okyanus ve Atmosfer İdaresi'ne göre bugüne kadar okyanusların yüzde 5'inden azını keşfettik.[10] Açık denizler dünyanın en geniş habitatıdır ve bu gezegen üzerindeki hayvanların çoğu orada yaşar.[11] Yankı sondajı yöntemiyle mezopelajik bölgede (okyanus yüzeyinin 100 ila 1000 metre altındaki bölge) gerçekleştirilen ve sonuçları 2014 yılının başlarında açıklanan yedi aylık bir araştırma, bu bölgede yaşayan balıkların sayısının daha önce sanılandan on ila otuz kat fazla olduğunu ortaya çıkardı.

Neden olmasın ki? Suyun en derinlerinde yaşamanın oradaki canlılar açısından son derece zor olduğuna dair yaygın görüşü siz de duymuşsunuzdur. Bu sığ bir düşüncedir; derin deniz canlılarının okyanusun üzerlerinde oluşturduğu muazzam basınçtan duydukları rahatsızlık, bizim üzerimizdeki atmosfer kaynaklı yaklaşık on ton/metrekarelik basınçtan duyduğumuz rahatsızlıktan fazla değildir. Deniz ekoloğu Tony Koslow *The Silent Deep* (Sessiz Derin) adlı kitabında, suyun görece daha az sıkıştırılabilir nitelikle olmasından dolayı derin deniz basıncının çoğunlukla sandığımızdan daha zayıf etkiye sahip olduğunu, çünkü organizmanın dışındaki basınçla içindeki basıncın neredeyse eşit olduğunu anlatır.[12]

Teknoloji sayesinde okyanusun derinlikleri hakkında yeni yeni fikir edinmeye başladık, ama erişebildiğimiz habitatlarda bile keşfedilmemiş birçok tür yaşıyor.[13] 1997-2007 yılları arasında sadece Asya'daki Mekong Nehri havzasında 279 yeni balık türü keşfedildi.[14] 2011 yılında dört köpekbalığı türünün keşfine tanık olduk. Uzmanlar, böyle giderse, balıkların türlerinin toplam sayısının 35 bin dolaylarına erişeceğini öngörüyorlar.[15] Türlerin genetik düzeyde ayırt edilmesine yarayan tekniklerin gelişmesiyle bu sayı bence binler bazında artabilir. 1980'lerin sonunda lisansüstü öğrencisi olarak yarasaları araştırdığım dönemde bilinen 800 tür vardı. Bugünse rakam 1300'ler düzeyinde seyrediyor.

Çeşitlilikten farklılık doğar; balık dünyasının içinde barındırdığı zengin farklılıklar ise bazı dikkate değer özellikleri ve tuhaf yaşamöyküsü örüntülerini içerir. En küçük balık, aslına bakılırsa en küçük omurgalı, Filipinler'deki Luzon Adası'nda bulunan göllerden birinde yaşayan ufacık bir kayabalığıdır.[16] Yetişkin bir *Pandaka pygmaea*'nın boyu yaklaşık 8 milimetredir ve ağırlığı 4 miligram civarındadır.[17] 300'ünü birden tartsanız bir Amerikan sentinin ağırlığına erişmez.

Fenersiler (Lophiiformes) takımına mensup olup derin denizlerde yaşayan bazı erkek balıklar da bir buçuk santimden küçüktür, fakat ebattan kaybettiklerini son derece cüretkâr mizaçlarıyla telafi ederler.[18] Bu erkekler bir dişi bulduklarında ağızlarını dişi

nin vücuduna kenetleyip hayatlarının geri kalanı boyunca orada kalırlar. Dişinin neresine tutunduklarının fazla önemi yoktur, karın ya da kafa bölgesine kenetlenebilirler ve nihayetinde dişiyle kaynaşırlar. Dişiden katbekat küçük olan erkek, değişime uğramış bir yüzgeçten neredeyse farksız hale gelir, dişinin kanından beslenip onu damar yoluyla döller. Bir dişiye, vücudundan filizlenen işlevini kaybetmiş uzuvlara benzeyen üç veya daha fazla erkek bağlanabilir.

Cinsel tacizin uçuk bir türüne benzeyen bu üreme biçimine biliminsanları *cinsel parazitizm* adını vermişlerdir. Ancak bu alışılmışın dışındaki çiftleşme sistemi aslında o kadar da utanç verici değildir. Derin denizlerdeki dişi fenersilerin yaşadığı bölgelerde yaklaşık 800.000 metreküplük bir hacme bir balığın düştüğü tahmin ediliyor,[19] bu da bir erkeğin futbol stadyumu büyüklüğünde karanlık bir alanda futbol topu büyüklüğünde bir nesneyi araması anlamına gelir. Fenersiler için bu uçsuz bucaksız karanlıkta birbirlerini bulmak son derece zordur, bu yüzden de bir eş bulduklarında ona tutunmak akıllıca bir harekettir. Peter Greenwood'un, J. R. Norman'ın *A History of Fishes* (Balıkların Tarihçesi) kitabının gözden geçirilmiş baskısını yayımladığı 1975 yılında, fenersiler takımına mensup olup bağımsız olarak yüzen tek bir yetişkin erkeğe rastlanmamıştı, bundan yola çıkarak balıkbilimciler başarılı bir kenetlenmenin tek alternatifinin ölüm olduğu kanısına vardılar.[20] Fakat Washington Üniversitesi'nden Ted Pietsch –kendisi aynı zamanda Burke Doğa Tarihi ve Kültür Müzesi'ndeki balık departmanının küratörü ve derin denizlerde yaşayan fenersiler konusunda dünyanın önde gelen uzmanlarındandır– bana günümüzde dünyanın dört bir yanındaki tür koleksiyonlarında, (daha önceleri) bağımsız olarak yüzmüş yüzlerce erkeğin bulunduğundan bahsetti.

Bu sistemde, erkeğin sürekli koltukta tembellik etmesinin karşılığında, dişi de erkeğinin bir cumartesi akşamı nerelerde olduğunu merak etmek zorunda kalmaz. Görünüşe göre bazı erkekler gerçekten de kadınların bir uzantısı olmanın ötesine geçmiyor.

Balıkların bir başka üstünlüğü de üreme potansiyelleridir,

omurgalılar arasında bu konuda yanlarına yaklaşabilen yoktur. Bir buçuk metre boyunda ve yaklaşık yirmi dört kilo ağırlığında olabilen tek bir *Molva molva*'nın üreme organlarında 28.361.000 adet yumurta bulunur.[21] Ama bu rakam dahi, bütün kemikli balıkların en büyüğü olan okyanus güneşbalığının (*Mola mola*) taşıdığı 300 milyon yumurtayla karşılaştırıldığında sönük kalır. Bu kadar büyük bir canlının suya bırakılmış minicik bir yumurtayla vücut bulması ve böylesine cüzi düzeyde bir ebeveyn yatırımının ürünü olması, balıkların pek bir önem taşımadığına yönelik yaygın önyargıyı besliyor olabilir. Fakat bütün canlıların yaşamının tek bir hücreyle başladığını hatırlamakta fayda var. Ve "Ebeveynlik Tarzları" kısmında göreceğimiz gibi, yavru bakımı birçok balık türünde görülen bir özelliktir.

Bu "o" harfinden daha küçük bir yumurtayla hayatına mütevazı bir başlangıç yapan bir *Molva molva*'nın boyu, yetişkinliğinde iki metreye varabilir ve hayat döngülerinin başlangıcından itibaren bu oranda büyüyebilmeleri de balıklara özgü diğer bir üstünlüktür. Fakat omurgalılar arasındaki büyüme şampiyonu, sivrikuyruklu okyanus güneşbalığı olabilir.[22] Sürtünmeyi azaltan bir vücut yapısına sahip olmamalarına rağmen (familya adları olan Molidae, vücut şekillerinin değirmen taşına benzediğine işaret eder), iki buçuk milimetreden başlayarak yetişkinliklerinde üç metreyi aşan boylarıyla, başlangıçtaki ağırlıklarının 60 milyon katına ulaşabilirler.

Balıklarda üreme potansiyeli söz konusu olduğunda köpekbalıkları diğer uçta yer alır. Bazı türler yılda yalnızca bir bebek dünyaya getirir. Bu da ancak cinsel olgunluğa erişmelerinden sonra, yani bazı türlerde çeyrek yüzyıl veya daha uzun bir sürenin ardından gerçekleşir. Örneğin mahmuzlu camgöz (insanlar tarafından en çok avlanan türlerden biri olan bu balığı lise biyoloji dersinde kesip incelemiş olabilirsiniz) ortalama otuz beş yıldan önce üreyemez.[23] Köpekbalıklarında en az memelilerdeki kadar gelişmiş bir plasenta yapısı bulunur.[24] Gebelikler seyrek ve aralıklı olarak gerçekleşir, gebelik dönemi uzun sürebilir. Doğadaki en uzun gebelik

dönemine sahip olan fırfırlı köpekbalıkları bebeklerini üç yıldan uzun bir süre taşırlar.[25] Umarım sabah bulantısı çekmiyorlardır!

Köpekbalıkları gerçek anlamda uçamaz (diğer balıklar da öyle) ama iş havada süzülmeye gelince yine dünyanın en başarılı canlılarından biri olabilirler. Bunlar arasında en bilinenleri uçan balıklardır, okyanus açıklarında su yüzeyine yakın bölgelerde yaşayan yaklaşık 70 türleri bulunur. Uçan balıkların göğüs yüzgeçleri kanat işlevi görecek şekilde evrimleşerek genişlemiştir. Havalanmadan önce saatte altmış beş kilometre hıza ulaşabilirler. Havalanmalarının ardından da alt parçasını suya daldırdıkları kuyruklarını bir turbo kompresör olarak kullanarak uçuş menzillerini 365 metre ve üzerine kadar çıkarabilirler.[26] Bu uçuşlar çoğunlukla su yüzeyinin hemen üzerinde gerçekleşse de, ani ve sert esen rüzgârlar bu havacıları bazen dört buçuk ila altı metre kadar yükseğe taşıyabilir, bu da neden zaman zaman gemi güvertelerine iniş yaptıklarını açıklayabilir. Suda nefes alabilen bir canlı olmanın beraberinde getirdiği solunum kısıtlamaları, uçan bir balığın "kanatlarını" gerçekten çırparak tam anlamıyla uçmasını engellemiş olabilir mi acaba? Havalanan birkaç balık tipi daha vardır, Güney Amerika ve Afrika'da yaşayan tetragiller (Characidae) familyası ve ismi daha ziyade bir sirk gösterisini çağrıştıran uçan kırlangıçbalığı gibi.

İsimler demişken... Hint-Pasifik'te yaşayan dörtgen biçimli resif tetikbalığının (*Rhinecanthus rectangulus*), en uzun isimlerden birine sahip olduğu kesindir: Yerlilerin *humuhumunukunukuapua'a* olarak adlandırdıkları balığın ismi, domuz burunlu tetikbalığı anlamına gelir. En az pohpohlayıcı isim ödülü, kıllıçeneli torbaağız (*Lasiognathus saccostoma*) olarak bilinen, fenersiler takımına mensup bir türe verilebilir ve en absürd isim ödülü de alaycı saçakbaş (*Neoclinus blanchardi*) adlı türe gidebilir. En kaba isim ödülü içinse benim adayım, küçük bir kıyı balığı olan kaygan penis (*Halichoeres bivittatus*).

Fakat aslına bakılırsa, balıklar hakkındaki en heyecan verici haberler nasıl düşündükleri, hissettikleri ve yaşamlarını sürdür-

dükleri konusunda peş peşe yapılan keşiflerde saklı. Balık biyolojisi ve davranışı alanında hemen her hafta yeni keşiflere imza atılıyor. Resif bölgelerinde yapılan dikkatli gözlemler, temizlikçi balıklar ile "müşteri" balıklar arasındaki incelikli birlikte yaşama biçimlerinin sosyal dinamiklerini su yüzüne çıkarıyor, ki bu da insanın, balıkların nohut kadar beyne sahip ve içgüdülerinin kölesi olan aptal canlılar olduğu yolundaki kibirli düşüncelerine kafa tutuyor. Balıkların üç saniyelik hafızaları olduğuna dair kötü şöhretleri, basit laboratuvar araştırmaları sayesinde çoktan çürütüldü. Balıkların sadece hissetmekle kalmayıp aynı zamanda çevrelerinin farkında olan, iletişim kuran, sosyalleşen, alet kullanan, erdemli, hatta entrikacı canlılar olduklarını ilerleyen sayfalarda keşfedeceğiz.

Hor Görülenler

Omurgalı hayvanlar arasında –memeliler, kuşlar, sürüngenler, amfibiler ve balıklar– en az hassasiyet gösterdiklerimiz, balıklardır. Algılanabilir yüz ifadelerinin olmayışı ve dilsiz gibi görünmeleri, balıkları, havada nefes alabilen dostlarımıza kıyasla bizim için kolayca vazgeçilebilir kılar. İnsanların kurduğu neredeyse her medeniyette balıklar yakalanacak ve yenecek canlılar olarak görülmüştür. Kancaya takılmış olanları birden çekip sudan çıkarmak sadece tasvip edilmekle kalmaz, aynı zamanda hayatın güzel taraflarının bir simgesi addedilir. Balık tutmak reklamcılıkta da bolca kullanılır ve ABD'nin en çok sevilen film yapım şirketlerinden biri olan DreamWorks'ün logosu, Tom Sawyer'ı andıran bir oğlan çocuğunu huzur içinde balık tutarken gösterir. Kendine vejetaryen diyen ama balık yiyen kişilerle belki siz de karşılaşmışsınızdır, sanki morinayla hıyar arasında ahlaki açıdan hiçbir ayrım yokmuş gibi.

Neden balıkları ahlaki kaygı çemberimizin dışına sürme eğilimindeyiz? Bir kere, alandan olmayanların kullandığı, bilimde pek rağbet görmeyen bir tabirle balıklar "soğukkanlı" canlılardır. Bir organizmanın içinde bir termostat olup olmamasının o canlının ah-

laki statüsüyle ne alakası olduğunu şahsen anlayamıyorum,[27] ama her halükârda balıkların birçoğunun kanı "soğuk" değildir. Bu ektotermik canlıların vücut sıcaklığını dış etkenler, bilhassa da içinde yaşadıkları su belirler. Sıcak ve tropik sularda yaşayan balıklar sıcakkanlıdır; okyanusun dondurucu soğukluktaki derinliklerinde veya kutup bölgelerinde yaşayan balıklarınsa (ki birçoğu buralarda yaşar) vücut sıcaklığı donma seviyesinin biraz üzerinde seyreder.

Fakat bu tarif bile yetersiz kalıyor. Tonbalıkları, kılıçbalıkları ve bazı köpekbalıkları kısmen endotermiktir, yani vücut sıcaklıkları çevrelerinden yüksektir.[28] Bunu hareket halindeki güçlü yüzme kaslarının ürettiği ısıyı depolayarak sağlarlar.[29] Maviyüzgeçli tonbalığı, sıcaklığı 7 ila 27 santigrat derece olan sularda kas sıcaklığını 27 ila 32 santigrat derecede tutabilir. Benzer şekilde, birçok köpekbalığında sıcak kanı içerideki yüzme kaslarından omuriliğe taşıyarak merkezi sinir sistemini ısıtan geniş bir damar bulunur.[30] Büyük ve yırtıcı balıkların oluşturduğu Istiophoridae familyasının bireyleri (merlinler, kılıçbalıkları, yelkenbalıkları ve zıpkınbalıkları bu familyada yer alır) bu ısıyı, daha derin ve soğuk sularda beyinlerini ve gözlerini ısıtıp, bu organların işlevini en iyi şekilde yerine getirmesini sağlamak için kullanırlar.[31] Biliminsanları Mart 2015'te, uzun göğüs yüzgeçlerini çırparak ürettiği ısı ve solungaçlarındaki ters akım ısı alışverişi sistemi sayesinde vücut sıcaklığını yüzlerce metre derinlerdeki soğuk suların sıcaklığının üzerinde tutabilen opahın ilk endotermik balık olduğunu açıkladılar.[32]

Balıklar hakkındaki bir diğer önyargımız onların "ilkel" oldukları yönündedir, ki bu bağlamda kötü çağrışımları olan bir sıfattır bu: Basit, gelişmemiş, aptal, esneklikten uzak ve hissiz canlılar olarak görülürler. D. H. Lawrence 1921 tarihli "Balık" adlı şiirinde, balıkların "henüz insan için gün doğmamışken" doğduklarını söyler.*

* D. H. Lawrence, *İnsanlar ve Öteki Yaratıklar: Seçme Şiirler* (e-kitap), çev. Aytek Sever, isaretatesi.com (metin boyunca alıntılar bu kitaptan yapılmıştır) – *ç.n.*

Kimse balıkların çok uzun zamandır bu dünyada olduğunu inkâr etmez, ama balıkların ilkel olduğu yaftasının kökenleri de tam olarak burada yatar. Bu önyargıya göre, balıklardan bazıları karaya çıktıktan sonra suda kalanların evrim geçirmeyi bıraktığı varsayılır, ki evrimin kesintisiz devam ettiği olgusuyla çelişen bir düşüncedir bu. Halihazırda var olan bütün omurgalıların beyinleri ve vücutları, ilkel ve gelişmiş özelliklerden oluşan bir mozaiktir. Doğal seçilim, yeterli zaman verildiği takdirde (ki verilmiştir) kademeli bir rötuşlama süreci aracılığıyla, işe yarayan özellikleri muhafaza ederken istenmeyen özellikleri ayıklar.

Bacaklar ve akciğerler evrimleşirken hayatta olan balık türlerinin hepsi artık tarih oldu. Bugün gezegende gördüğümüz balıkların yaklaşık yarısı, Percomorpha olarak adlandırılan bir gruba mensuptur.[33] Bu grup daha 50 milyon yıl önce yoğun bir türleşme geçirdi ve 15 milyon yıl önce –yani bizim de mensubu olduğumuz kuyruksuz maymun familyası Hominoidea'nın da evrimleştiği dönemde– çeşitlilikte zirveye ulaştı.

Yani balık türlerinin yaklaşık yarısı bizden daha "ilkel" değildir. Ne var ki ilk balıkların neslinden gelenler, karada yaşayan muadillerinden milyarlarca yıl fazla süredir evrimleşiyorlar, bu açıdan tüm omurgalılar içinde en çok evrim geçirmiş olanlar balıklardır. Balıkların parmak gelişimi için gereken genetik düzeneğe sahip olduğunu duyduğunuzda şaşırabilirsiniz – günümüz memelileriyle ne kadar benzer yapıda olduklarını gösteren bir detaydır bu. Fakat onlar parmak yerine yüzgeç geliştirmiştir çünkü yüzgeçler yüzmek için daha elverişlidir. Parçalı kas sisteminizi de unutmayın. En fit sporcularımızın karnını süsleyen baklavalar yani *rectus abdominis* (aslında hepimizde bunlardan vardır, sadece biraz fazlaca yağ dokusu altında gizlenmişlerdir) ilk kez balıklarda ortaya çıkmış olan, bir eksen boyunca uzanan kas yapısından gelir. Neil Shubin'in *İçimizdeki Balık* adlı popüler kitabının başlığının hatırlattığı gibi, hem bizim hem de günümüzdeki balıkların ataları ilk balıklardan başkası değildi. Vücutlarımız, dönüşüm geçirmiş fakat suda yaşayan bu ortak atalara kadar izi sürülebilen

kas yapılarıyla dolu.

Bir organizmanın daha yaşlı olması, daha basit olduğu anlamına gelmez. Evrim gelişmişlik düzeyini ve boyutu durmaksızın artıracak şekilde ilerlemez. En büyük dinozorlar modern sürüngenlerden yalnızca çok daha büyük değillerdi; paleontologlar yakın dönemde dinozorların yavrularıyla ilgilenen ve en az günümüz sürüngenleri kadar gelişmiş iletişim becerilerine sahip olan sosyal canlılar olduklarına dair kanıtlar ortaya çıkardı. Benzer şekilde, binlerce ya da milyonlarca yıl önce memeliler arasında çeşitlilik zirveye çıktığı sırada karada yaşayan en büyük memelilerin soyu tükendi. Gerçek Memeliler Çağı sona ermiş durumda. Son 65 milyon yılın Memeliler Çağı olduğunu sanıyoruz ama bu dönem boyunca kemikli balıklar çok daha fazla çeşitlendiler. Kemikli Balıklar Çağı kulağa diğeri kadar çekici gelmeyebilir ama daha doğru olacağı kesin.[34]

Evrim, gelişmişlik düzeyini kaçınılmaz olarak yükseltmediği gibi, bir mükemmelleştirme süreci de değildir. Adaptasyon hayvanların işlevlerini en iyi şekilde yerine getirmesini sağlayan zarif bir mekanizmadır, ama hayvanların yaşadıkları ortama mükemmelen uyum sağladıkları inancı yanlıştır. Bu mümkün değildir çünkü yaşadıkları ortamlar durağan değildir. Hava durumu, deprem ve volkan patlaması gibi coğrafi değişimler ile hiç durmayan erozyon sonucu, koşullar sürekli değişir. Bu değişkenlikler bir yana, doğada da tam bir verimlilik yoktur; kaçınılmaz olarak tavizler verilir. İnsandaki apandis, yirmi yaş dişleri ve görme sinirinin retinayla çakıştığı kör nokta buna örnek olarak verilebilir. Balıklarda ise solunum esnasında solungaç kapaklarının kapanması gerekir, bu da balıkların ileriye doğru itilmesine yol açar. Bir balık sabit durmak istediğinde, dinlenen bir balığın çoğu zaman yaptığı gibi, kapakçığın itiş gücünü dengelemesi gerekir. Sabit duran bir balığın göğüs yüzgeçlerinin sürekli hareket ettiğini görmenizin sebebi budur.[35]

Balıkların evrimine veya davranışlarına dair daha çok şey öğrendikçe, varlıklarını kendi varlığımızla ilişkilendirmenin yanı sı-

ra, kendimizi onların yerine koyma becerimiz kuvvetleniyor. Empati yani kendini başkasının yerine koyma becerisi için esas olan, ötekinin neler yaşadığını anlamaktır. Bunun için ise onun duyu dünyasını anlamak gerekir.

İKİNCİ BÖLÜM

Balıkların Algıladıkları

Hakikat yoktur. Sadece algı vardır.

Gustave Flaubert[1]

Balıkların Gördükleri

O altın renkli ve kızıl, suda paha biçilmez,
ayna gibi dümdüz gözü.

D. H. Lawrence'ın "Balık" şiirinden[2]

BİZE BEŞ DUYUMUZ olduğu öğretildi: görme, koklama, işitme, dokunma ve tat alma. İşin aslı, bu sınırlı bir listedir. Zevk alma duyunuz olmasaydı hayat nasıl da sıkıcı olurdu, bir düşünün! Ve acısız bir hayat fikri kulağa ne kadar çekici gelirse gelsin, elinizi yakıcı sıcaklıktaki bir ocağın üzerine koyduğunuzu fark etmemek ne kadar tehlikeli olurdu! Denge duyumuz olmasaydı bırakın bisiklete binmeyi yürüyemezdik bile. Basıncı hissetmeseydik, çatal ile bıçağı elimizde ustalıkla tutmak büyük bir gayretle konsantre olmamızı gerektiren işlere dönüşürdü. Evrim geçirmek için bolca vakti olmuş her canlıdan bekleyebileceğimiz gibi, balıkların da çok çeşitli ve gelişmiş duyusal algı biçimleri vardır.

Bir hayvan davranışı öğrencisi olarak öğrendiğim kavramlar arasında favorilerimden biri *umwelt*'tir – yirminci yüzyılın başlarında Alman biyolog Jakob von Uexküll'ün ortaya attığı bir terim. Bir hayvanın duyusal dünyasını onun *umwelt*'i olarak düşünebilirsiniz. Farklı türler, duyu mekanizmaları değişiklik gösterdiği için, aynı ortamda yaşasalar dahi dünyayı farklı şekillerde algılayabilirler.

Örneğin baykuşların, yarasaların ve güvelerin tümü geceleri uçsa da, biyolojilerindeki farklılıklar, her birinin *umwelt*'inin birbirinden farklı olduğuna işaret eder. Baykuşlar avlarını yakalar-

ken görme ve işitme duyularından faydalanırlar. Yarasalar da öyle ama baykuştan apayrı bir şekilde: Yarasalar kendi tiz seslerinin yankısını yorumlarlar ve ekolokasyon sayesinde avlanıp yollarını bulurlar. Omurgasızlar sınıfına dahil oldukları için güveler bu üçü arasında *umwelt* açısından bizimle en az ilişkilendirilebilecek tür olabilir, ama iyi bir görüşe sahip olduklarını ve harikulade koku dedektörleri sayesinde çok uzaklardan kendilerine eş bulabildiklerini biliyoruz. Bir türün duyularının nasıl işlediğini anlamak, o türün fiziksel deneyimlerinin gizemlerini anlamamızı sağlayabilir.

Havada değil suda evrimleştikleri için balıkların bizimkinden farklı bir *umwelt*'e sahip olduğunu düşünebiliriz. Fakat evrim muhafazakâr bir tasarımcıdır; iyi bir fikir yakaladığında ona sıkıca tutunma eğilimi gösterir. Tipik bir örnek: balık gözleri. Gözkapaklarının olmamasını bir kenara bırakırsak, balıkların gözleri bizim gözlerimize benzer. İnsanlarınki de dahil olmak üzere birçok omurgalının gözyuvarında olduğu gibi, bir balığın gözyuvarlarında gözü tüm eksenler etrafında döndüren üç çift kasın yanı sıra bir asıcı bağ ve akvaryumdaki hava motorundan salına salına çıkan kabarcıklara veya camın öte yanından dikkatle kendisine bakan yaratığa odaklanmasını sağlayan retraktör kaslar bulunur.[3] Bu görme sisteminin kökenleri, karada yaşayan hayvanların evrimsel ataları olan ilk balıklara kadar uzanır. Küçük balıkların birçoğunun gözlerinin döndüğünü fark etmek kolay değildir ama bir sonraki akvaryum ziyaretinizde daha yakından bakın; daha büyük bireylerin, çevrelerini izlerken bakış yönleri değiştikçe gözlerinin hareket ettiğini fark edeceksiniz.

Bir balık, *kırılma indisi* yüksek olan küre şeklindeki merceği sayesinde, suyun altında bizim havada gördüğümüz kadar iyi görür[4] (kırılma indisi, bir maddede yol alan ışığın, boşlukta yol alan ışığa göre ne kadar yavaş ilerlediğini gösteren bir katsayıdır). Tabii balıkların ne gözyaşı bezleri, ne gözyaşı kanalları ne de gözlerinin hassas yüzeyini nemlendirmeye yarayacak gözkapakları vardır; gözyuvarı yüzdükleri su içinde sürekli temiz ve nemli kaldığı için bunlara ihtiyaç duymazlar.

Denizatları, horozbinalar, kayabalıkları ve bazı yassıbalık türleri, tıpkı bukalemunlar gibi, gözlerini birbirinden bağımsız hareket ettirecek şekilde gözlerindeki kas sistemini daha da geliştirmişlerdir.[5] Bu özelliğin bahşedildiği bir canlı, iki görsel alanı eşzamanlı olarak işleyebiliyor olmalı. Bu, insan beyninin yaptığından son derece farklı görünür. Ve her biri benim bilinçli kontrolüm altında olan birbirinden bağımsız iki görsel alanı görmenin nasıl bir zihinsel deneyim olduğunu tahayyül etmek –tıpkı evrenin sınırlarını hayal etmek gibi– benim *umwelt*'imi aşar. İsrail ve İtalya'dan biliminsanlarından oluşan bir ekip, bukalemunların görme sistemlerinin bir benzerini oluşturmak için birbirinden bağımsız hareket eden iki kameranın takıldığı bir "robotik başlık" geliştirdi, ama bildiğim kadarıyla tek bir beynin bunları nasıl işlediğini anlamaya yönelik bir girişim yok.[6] Bir gözüyle yakınlardaki ince bir dalın üzerinde duran lezzetli bir çekirgeyi izlerken, diğer gözüyle yukarılardaki dallarda avına yaklaşabileceği daha iyi rotalar olup olmadığını araştıran bir bukalemun, aynı anda iki şey birden mi düşünür? Bir denizatı bir gözüyle potansiyel bir eşi süzerken diğeriyle pusuya yatmış bir yırtıcının hareketlerini takip edebilir mi? Benim tek yönlü beynim bunu yapamaz. Radyoda bir program açıkken gazete okuduğumda, iki hikâyeyi aynı anda takip edemediğim için zihnim, bir ona bir diğerine sıçramaktan fazlasını yapamaz.

Yassıbalıkların, özellikle hayatlarının erken dönemlerinde nasıl bir görsel deneyim yaşadıklarını kavramakta da güçlük çekiyorum. Bebek yassıbalıklar diğer normal balıklara benzer; iki taraflarında birer göz vardır ve dikine yüzerler. Sonra, yetişkin hayatına hazırlandıkları sırada tuhaf bir dönüşüm geçirirler: Gözlerden biri yüzün diğer tarafına geçer. Yüze yapılan bir estetik ameliyatı gibidir bu, tek fark ağır çekim gerçekleşmesi ve sürece neşterle dikişlerin dahil olmamasıdır. Hatta bazen ağır çekim bile değildir. *Platichthys stellatus* türünde geçişin tamamı sadece beş gün alır, bu süre bazı türlerde bir günden de kısadır.[7] Bu durum balıkların da zor bir ergenlik geçirebildiğinin kanıtıdır.

İki gözün tek bir tarafta yan yana durması biraz küçük düşürücü olmakla birlikte, yassıbalıklar olağanüstü bir binoküler görüşe sahiptir. Her iki göz de vücuttan dışarı pörtlemiştir ve kendi yuvasında diğerinden bağımsız olarak dönebilir. (Yassıbalıklar kendi gözlerinin içine bakarak kendilerini ürkütebilen yegâne balıklar olabilir mi?) Kumul veya taş zemin üzerine tamamen kamufle olacak şekilde uzanarak pusuya yatıp, başına geleceklerden habersiz bir karidesin veya oradan geçmekte olan diğer talihsizlerin üstüne yıldırım hızıyla atılmak için uygun bir fırsat kollayarak geçen bir ömür için, binoküler görüş faydalı bir adaptasyondur. Gelişmiş derinlik algısı sayesinde yassıbalıklar, pusuya düşürecekleri avın zamanlamasını ve ne planladığını daha iyi hesaplayabilirler.

Dilbalığı, pisibalığı ve kalkan gibi türleri de içeren 650'den fazla türü olan yassıbalıklar için, göz göçünün kesinlikle faydalı bir hayatta kalma stratejisi olduğu apaçık ortadadır. Bazı türler sol taraftaki gözleri vücutlarının sağ tarafına göç ettikten sonra daima sol taraflarına yattıkları için "sağ gözlü yassıbalıklar" olarak adlandırılır. Sol gözlü yassıbalıklar da vardır. Doğaya incelikle uyum sağlamış olmalarına karşın, Atlantik'te yaşayan birçok yassıbalık türü bugün aşırı avlanma nedeniyle neslinin tükenmesi tehdidiyle karşı karşıyadır.

Orta ve Güney Amerika'nın Atlantik kıyılarındaki tatlı ve az tuzlu sularda yaşayan bir tür olan dörtgöz (*Anableps anableps*) görsel alanını farklı şekilde zenginleştirir. Lepistesin akrabası olan bu balıklar iki odaklı merceğin doğadaki mucitleridir; retinalarının üst ve alt kısımları birbirinden keskin bir hatla ayrılmıştır. Gözlerindeki bu hattı tam olarak su yüzeyiyle hizalayacak şekilde yüzerler; suyun dışında kalan kısım ideal hava görüşü sağlarken altında kalan kısım da suyun içinde görmelerini mümkün kılar. Genetik kodlamanın esnekliği sayesinde üst taraftaki gözler havada çoğunlukta olan yeşil ışığın dalga boyuna duyarlı hale gelmiştir, alt taraftaki gözler ise bulanık sularda rastlanan sarı ışığın dalga boyuna daha duyarlıdır.[8] Aşağılardaki lezzetli bir lokmanın peşindeyken yukarıdan gelen aç bir kuşun ani saldırısına uğramak-

tan kaçınmak istiyorsanız bu son derece kıymetli bir görsel araçtır.

Aralarında kılıçbalıklarının, tonbalıklarının ve bazı köpekbalığı türlerinin bulunduğu, açık denizlerde yaşayan daha büyük ve daha hızlı yırtıcı balıklar, avlarını yakalarken hız ve keskin görüş avantajlarından faydalanırlar. 3,5 metre boyundaki bir kılıçbalığının yaklaşık 10 santimetre çapında gözleri vardır. Ama sualtında avlanmanın beraberinde getirdiği bir dizi kendine özgü görsel zorluk da mevcuttur. Daha önce elinizde fener olmadan bir mağaraya girdiyseniz, balıkların, su yüzeyinde görüşü mümkün kılan ışığın daha az olduğu derinliklere dalarken ne deneyimlediklerine dair bir fikriniz olabilir. Sorunlar bununla da bitmez: Suyun sıcaklığı derinlik arttıkça düşer ve soğuk, beyin ile kasların işlevini yavaşlatarak tepki süresinin artmasına neden olur.

Soğuğun vücudu uyuşturan etkilerinin üstesinden gelmek adına bazı balıklar, beyinlerinin ve gözlerinin daha iyi çalışmasını sağlamak için yaratıcı bir çözüm geliştirmişlerdir: Kaslarının ürettiği ısıyı duyu organlarına aktararak bu organların daha yüksek kapasitede çalışmasını sağlarlar. Kılıçbalıkları gözlerini sudan 11 ila 16 santigrat derece daha sıcak olacak şekilde ısıtabilirler.[9] Isı, göz kaslarına gelen ve göz kaslarından çıkan damarlar arasında bir karşıakım yaratılarak üretilir.[10] Atardamarların kalpten ve damarlardan getirdiği soğuk kan, göz kaslarının birinde bulunan ısı üretici özel bir organ sayesinde ısınır. Bu atardamarlar ısıyı daha iyi iletmek için kendi aralarında sıkı örülmüş, kafes benzeri bir ağ oluşturmuşlardır. Yeni yakalanmış kılıçbalıklarından alınmış gözler üzerinde gerçekleştirilen çalışmalar, balığın avının hareketlerindeki ani değişiklikleri takip etme yeteneğinin bu ısıtma stratejisi sayesinde on katına çıktığını gösteriyor.

Kılıçbalıklarının aksine köpekbalıklarının çoğu, ışığın son derece az olduğu gece vakti avlanmayı tercih eder. Köpekbalıkları yaşadıkları çevreye fevkalade iyi uyum sağlamışlardır; gözlerinde, retinanın yanında *tapetum lucidum* (Latince "aydınlık kilim") adı verilen yansıtıcı hücrelerden oluşan bir doku tabakası bulunur. Bu tabakaya vuran ışık, köpekbalığının gözünden yansıyarak re-

tinaya iki kez düşer ve köpekbalığının gece görüşünü iki misline çıkarır. Kedilerden ve karada yaşayan diğer gece avcılarından aşina olduğumuz "göz parlamasını" yaratan da bu etkidir. Köpekbalıkları karada yaşasalardı, geceleri farlarınızın ışığına takıldıklarında gözlerinin ürkütücü bir şekilde parladığını görürdünüz.*

Yırtıcılardan kaçınmak, en az av yakalamak kadar önemlidir. İster okyanusta, isterse göl veya derede yaşasınlar, balıklar birbirlerine üstünlük sağlamak için çok çeşitli görsel yöntemlerden faydalanırlar. Sözgelimi, su yüzeyinin alt tarafı, sığ sularda yaşayanlar için ayna işlevi görür. Bu da balığın, doğrudan görüş alanında olmayan nesnelerin yansımasını görmesini mümkün kılar.[11] Kuzey Amerika'daki göllerin, göletlerin ve yavaş akan derelerin sığ taraflarında yaşayan, çay tabağı büyüklüğünde bir balık olan mavisolungaç (*Lepomis macrochirus*) yüzey yansımasına bakarak, bir kayanın ya da su otu kümelerinin uzak tarafında gizlenen yırtıcı bir turnabalığının hareketlerini izleyebilir. Ama tabii bir tarafa fayda sağlayan diğer tarafa da sağlar; dolayısıyla yırtıcılar da muhtemelen bu teknik sayesinde avlarını gözetleyebilirler. Bana kalırsa bu konu, balıkların yakalanıp geçici olarak esaret altında tutulduğu bir ortamda kolayca araştırılabilir.

Mavisolungacın faydalandığı ayna tekniği yalnızca durgun sularda işe yarar ve koşullar böyle olduğunda balıklar su yüzeyinin üzerinde ne olup bittiğini de rahatlıkla görebilirler. Hatta dalışa geçmiş, hızla yaklaşan bir kuştan kaçmak için manevra bile yapabilirler. Deniz kuşlarının durgun sulara kıyasla dalgalı sularda daha sık avlanmasının ve daha çok balık yakalamasının açıklaması, dalgalı suyun balıklar için suyun dışındaki nesneleri çözümleme becerisini azaltması olabilir. Durgun suyun ışığı kırması sayesinde balıklar ayrıca kıyıdaki nesneleri de daha iyi görürler.[12] Bunu bilen balıkçılar bu yüzden, avları tarafından fark edilme riskini azaltmak için bazen kıyının gerisinde dururlar.

* Bazı köpekbalıkları "yürüyebilir" ama bunu kuru topraktansa okyanus tabanında yapmayı tercih ederler.

Renkli Desenler ve Işıldaklar

Elbette fark edilmenin amaçlandığı durumlar da vardır. Mercan resifleri görsel yenilikler için muhtelif imkânlar barındırır. Mercanlar, sıcaklığın ve ışık seviyelerinin yüksek olduğu sığ tropik denizlerde yaşarlar. Işık, renkle mucizeler yaratır; resiflerde yaşayan balıkların vücutlarındaki büyüleyici kaleydoskobik renklerin sebebi budur. Nitekim biliminsanları 2014 yılında, 300 milyon yıl önce yaşamış köpekbalığı benzeri bir canlının fosilinde çubuk ve koni hücreler bulunduğunu keşfettiklerinde, renkli görmenin sualtında başladığı çıkarımında bulunmuşlardır.[13]

Balıkların görsel becerileri o çağlardan bu yana bizimkinden çok daha fazla evrim geçirdi. Örneğin günümüzde yaşayan kemikli balıklardan çoğu tetrakromatiktir, yani renkleri bizden daha canlı görürler.[14] Biz trikromatik canlılarız, bu da gözlerimizde sadece üç çeşit koni hücrenin bulunduğu ve renk spektrumumuzun daha dar olduğu anlamına geliyor. Dört tür koni hücrenin bulunduğu gözleri sayesinde balıklar, renge dair bilgileri dört farklı kanaldan toplayabilirler. Bazı balıklar spektrumun morötesi (UV) ucuna yakın ışıkları bile görebilirler; bu uçta ışığın elektromanyetik dalga boyları, bizim görebildiğimiz adı üstünde "görünür spektrum" içindekilerden daha kısadır. Bu, resif balıklarının yirmi iki familyasından bilinen yüz kadar türün neden derilerinden yüksek oranda UV ışık yansıttığını açıklamaya yardımcı olur.[15] Bütün bunları düşününce, bir balık düz siyah tulumlu bir dalgıçtansa mavi-sarı çizgili tulum giymiş bir dalgıç gördüğünde daha mı çok heyecanlanır acaba diye merak ediyorum.

2010'da biliminsanları başkalarınınkinden daha geniş bir görsel spektruma sahip olmanın faydasını gözler önüne seren bir keşfe imza attılar.[16] Çalışmalarının odak noktası, papazbalıkları –Pomacentridae familyasına mensup, resiflerde yaşayan renkli ve çok çeşitli balıklar– arasındaki görsel iletişimdi. Pasifik'in batısında aynı resif bölgelerinde yaşayan ve insanlara özdeş görünen iki tü-

rü incelediler: ambon papazbalığı (*Pomacentrus amboinensis*) ile limon papazbalığı (*Pomacentrus moluccensis*). Ambon papazbalıkları türdeşlerine karşı bölgelerini hararetli bir biçimde savunurlar. Peki davetsiz bir misafirin yalnızca bir limon papazbalığı olmadığını nasıl anlarlar? Araştırmacıların tahmini, bu noktada görüşün bir şekilde rol oynadığı yönündeydi. Araştırma sonucunda her türün yüzünde yalnızca UV ışık spektrumunda görünür olan farklı desenler olduğu ortaya çıktı. Balıklara UV ışık yansıttıklarında, papazbalıklarının yüzlerinde, nokta ve kıvrımlardan oluşan parmak izine benzer dikkat çekici desenler olduğunu gördüler. Bunlar iki tür arasında hemen göze çarpmayan (en azından insanların göremediği) ama tutarlı bir fark ortaya koyuyordu. Nitekim yiyecek ödülü karşılığında esaret altında tanıma becerileri ölçülen balıklar, her seferinde doğru seçimi yaparak ağızlarıyla kendi türlerinden olan balığın fotoğrafına dokunmuştu. Araştırmacılar görsel ipuçlarını ortadan kaldırmak için UV filtreleri kullandıklarındaysa balıklar testleri geçememeye başlamıştı. Dahası, papazbalıklarını avlayan yırtıcılar UV ışıklarına duyarlı olmadığı için, papazbalıklarındaki bu yüz tanıma sistemi gizliden gizliye, onları yüzgeçli düşmanlarından saklayan kamuflajdan taviz vermeden işler.[17] Maskeli baloda o süslü maskenin arkasında kim olduğunu bilen tek kişi olmaya benzer bu.

Balıklar kendilerini renkler aracılığıyla çeşitli biçimlerde ifade ederler. Türlerin tanınmasına ek olarak birçok balığın taşıdığı renkler, aynı türden eşlere cinsiyetleri, yaşları, üremeye uygunlukları ve ruh halleri hakkında bilgi verir. Derilerindeki pigmentli hücrelerde sarı, turuncu ve kırmızı gibi sıcak renkleri yansıtan karotenoid ve benzeri diğer bileşenler bulunur. Beyaz renk pasif bir biçimde, yani pigment eksikliğinden dolayı değil, aktif olarak, *lökofor*'ların (Antik Yunancada *leukos* = beyaz) içinde bulunan ürik asit kristallerinden ve *iridofor*'ların (pigment içeren ve ışığı yansıtan hücrelerin) içindeki guaninden ışığın yansıması yoluyla oluşur. Yeşilleri, mavileri ve morları çoğunlukla balığın derisindeki ve pullarındaki yapısal desenler üretir ve bu dokuların kalınlığına

göre renkler daha da çeşitlenir. Amphiprioninae familyasından rengârenk bir anemonbalığı düşünün (Disney karakteri Nemo gibi); taşıdığı renkler onun belli bir tür anemonbalığı olduğunu gösterir ve diğer balıklara, mesken edindiği (denizşakayığı adıyla da bilinen) anemonun sivri dokunaçlarına doğru kendisini takip etmenin iyi bir fikir olmayacağına dair açıkça uyarıda bulunur.

Parlak renkler giymek faydalıysa, bu renkleri değiştirebilmenin daha da çok faydası vardır. Çiklitgiller (Cichlidae) ve sandıkbalığıgiller (Ostraciidae) familyalarındaki balıklar, melanoforlarını –yani içinde siyah granüller barındıran hücre kümelerini– genişleterek veya daraltarak renklerini hızla daha koyu veya daha açık olacak şekilde değiştirebilirler. Yassıbalıklar ve külahbalıkları (Fistulariidae) familyalarından bazı balıklar hangi hücreleri genişletip daraltacaklarını çok iyi kontrol edebilirler; mercan resiflerinde yaşayan renkli balıklar, canlı renklerinin yoğunluğunu ayarlayabilirler. Bir eş adayını cezbetmek veya rakibin gözünü korkutmak için renklerini daha da parlak hale getirebilir ya da agresif bir rakibi yatıştırmak veya bir avcı tarafından fark edilmemek için renklerini soluklaştırabilirler.

Pigment manipülasyonu konusunda şampiyonun yassıbalıklar (daha önce bahsettiğimiz şu gözleri göç eden balıklar) olduğunu düşünüyorum. Bu balıklar bir bukalemun gibi fona karışmak için derilerini kullanırlar. Lisede bir biyoloji ders kitabının sayfalarını karıştırırken, karşıma akvaryumuyla beraber satranç tahtasının üzerine yerleştirilmiş bir pisibalığının ağzını açık bırakan fotoğrafının çıktığını hatırlıyorum.[18] Bu yassıbalığın sırtı dakikalar içinde satranç tahtasının desenlerine bürünmüştü. Biraz uzaktan bakınca yassıbalık hiç belli olmuyordu. Yassıbalıkların derilerindeki pigmentlerin dağılımını değiştirerek üzerinde durdukları fonu taklit etme becerisi, hormonların ve görme yetisinin de rol oynadığı karmaşık ve yeterince anlaşılmamış bir süreçtir. Gözlerinden biri zarar gördüğünde veya kumla kaplandığında yassıbalıklar renklerini çevreyle uyumlamada güçlük çekerler; bu da hücre düzeyinde işleyen bir tür mekanizmadan çok, balığın süreci bilinçli

olarak kontrol ettiğine işaret eder.

Dost ve düşmanlarla çevrelenmiş oldukları için balıklar, fark edilmekle fark edilmemek arasında bir seçim yapma zorunluluğuyla karşı karşıya kalırlar. Yüzeye yakın Gün Işığı Bölgesi'ndeki sularda hemen hemen her şey görünür. Fakat derinlik arttıkça ışığın suya nüfuzu üstel biçimde azalır. Görülmek bir balığın öncelikleri arasındadır, bu yüzden deniz seviyesinin 100 ila 1000 metre altındaki Alacakaranlık Bölgesi'nde yaşayan canlıların yüzde 90'ında, karanlıkta işaret feneri işlevi gören ışık yayan organlar (fotoforlar) bulunur.[19] Bu oran, deniz seviyesinin 2000 metre derininde başlayan engin sonsuzluğu oluşturan ve ışığın hiç ulaşmadığı Karanlık Bölge'de yaşayan balıklar için daha da yüksektir. Kılağızgiller (Gonostomatidae), ışıldakgiller (Myctophidae) ve meşhur fenersiler (Lophiiformes) de burada yaşarlar.

Bu derinlikte, ışığın büyük bir kısmı, çok eski zamanlardan kalma bir ortakyaşam (simbiyoz) çerçevesinde balıklarla bir arada yaşayan parlak bakteriler tarafından üretilir. Işık üreten bu bakteriler, yemek ve yatak karşılığında evsahiplerine bir dizi fayda sağlarlar. Derin denizde yaşayan fenersiler ışık gösterilerinde ustadırlar. Başlarının üzerinden çıkan antenden ve bazı türlerde buna ek olarak altçenelerinden sarkan ağaç benzeri bir uzuvdan ışık yayarlar. Bu parlak süsler fenersileri daha çekici kılar ve potansiyel avlar, ışığa doğru uçan pervaneler gibi, pusuya yatmış bekleyen bu yırtıcıların çeneleri arasına, ölümlerine doğru yüzerler.[20] Diğer yandan, aynı uzuvlardan aniden parlayan ışık, fenersilerin potansiyel avcılarını irkiltmek amacıyla da kullanılabilir. Bu ışıklar balığın vücudunun alt tarafı boyunca belli belirsiz bir parlaklık yaratıp, yukarıdan gelen ışığın yarattığı fonda balığın görünürlüğünü azaltarak kamufle olmasını da sağlar. Ve bu organlar tarafından üretilen belirgin ışık desenleri, eş ve dostlarıyla biraz vakit geçirmek isteyen balıkların diğer türdeşlerini tanımalarına yardımcı olur.

Leiognathidae familyasına mensup olan balıkların kendilerine özgü bir ışıldama yöntemi vardır.[21] Erkeklerin boğazlarının etrafında taşıdıkları fotofordan yani ışık üreten bakteriler grubundan

yayılan ışık, yansıtıcı bir tabakayla kaplı olan yüzme kesesine (sudaki konumu ayarlamaya yarayan havayla dolu bir organ) gelir. Işık bu tabakadan yansır ve şeffaf bir deri parçası sayesinde dışarı yayılır. Balık, vücut duvarında bulunan, kaslardan oluşan bir kepengi andıran yapıyı yöneterek yanıp sönüyormuş gibi görünür. Düzenli sürüler halinde yüzen bu erkek balıklar bazen göz kamaştırıcı bir gösteri sergilemek için eşzamanlı olarak yanıp sönerler. Biliminsanları bunun dişileri çiftleşme havasına sokmak için geliştirilmiş bir strateji olduğuna inanıyorlar.

Biyolüminesans yöntemini kullanan fakat derin sularda yaşamayan birkaç balık türünden biri olan ışıldakbalıkları, aydınlatmaya dair daha dolaysız bir yaklaşım sergiler: Her bir gözün altında yer alan yarım daire şeklindeki çokişlevli lambadan faydalanırlar. Bu organ çiftinin içinde ışık yayan bakteriler bulunur ve balık, kaslardan oluşan bir kapak yardımıyla bakterilerin durmadan ürettiği ışığı açıp kapatabilir. Tıpkı Leiognathidae familyasındaki balıklar gibi, bu balıklar da geceleri sürüler halinde bir araya gelirler, böylece avlayacakları zooplanktonu hem daha iyi görür hem de cezbederler. Bu balıklar avcılardan paçayı kurtarmak için de ışıktan faydalanırlar. Hedef tahtasındaki balık, tehlike yaklaşırken son âna kadar ışığı açık bir şekilde bekler, son anda ise ışığını söndürüp yön değiştirir. (Yürek isteyen bir davranış.) Çiftleşen balıklar bir resifteki bölgelerini sahiplenirler ve işgalci bir ışıldakbalığı yaklaşacak olursa, çiftin dişisi yüzerek öne doğru atılıp ışığını yakar ve başkalarının işine burnunu sokan bu canlıya adeta şöyle der: "Kaybol!"[22]

Derin denizlerdeki bu ışık gösterileri mavi-yeşil spektrumunda gerçekleşir; nitekim biyolüminesansın büyük kısmının gerçekleştiği spektrum da budur (mavi-yeşil tonlarındaki ışık suyun içinde en uzağa gidebildiği için muhtemelen). Yine de bu renk kuralını çiğneyen bir grup vardır: gevşekçeneli balıklar. Adını esnek eklemi sayesinde kocaman açılabilen altçene kemiğinden alan bu balıklar, her bir gözün altında kümelenmiş kırmızı renkli fotoforlardan gelen güçlü bir kırmızı ışık yayarlar.[23] Rengin elde edilmesini

sağlayan, bazı türlerde türe özgü ışık yayan bir proteinken, diğerlerinde fotoforların üzerini kaplayan jel benzeri bir filtredir. Elbette, evrim üzerine düşeni yapmış ve gözün pigment yapısından sorumlu olan gende ufak bir rötuşa giderek gevşekçeneli balıkların kırmızı rengi görmesini sağlamıştır.

Burada çok büyük bir avantaj söz konusudur: sadece ışığı yayan tarafın görebildiği bir ışık demeti. Uçsuz bucaksız bir karanlığın içinde yaşayan bu canlılar, bu özellikle donatılmış olmaları sayesinde diğerlerini gizlice, kimseye görünmeden gözetleyebilirler. Diğer derin deniz balıkları fark edilip yem olmasınlar diye ışıklarını bir açıp bir kapatarak, açtıklarında da titrek bir şekilde ve aralıklı olarak kullanırken, gevşekçeneli balıkların ışıkları korkusuzca hep yanar, buna rağmen ne avcılarına ne de çekinmeden gözetledikleri avlarına görünürler. Gece görüş gözlüklerinin derin deniz versiyonu bu olsa gerek.

Kandırdım!

Açıkça görüldüğü üzere balıklar çok çeşitli ve yenilikçi bir görsel repertuvara sahiptir. Görme yetilerini ilerletmek, kendilerini daha çok veya daha görünür kılmak, kim olduklarını beyan etmek, diğerlerini kendilerine çekmek veya kendilerinden uzaklaştırmak ve onları manipüle etmek için birtakım araçlardan faydalanırlar.

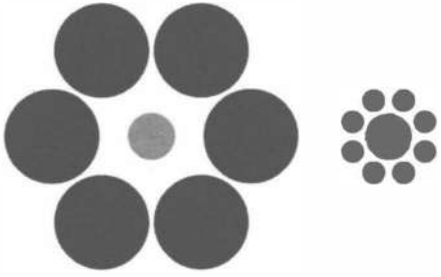
Ama balıklar kendi gördüklerini nasıl algılarlar? Bir balığın zihinsel deneyimi ne menem bir şeydir ve bu deneyim bizimkiyle karşılaştırıldığında nasıldır?

Bu sorunun cevabını araştırmanın bir yolu optik illüzyonlardan geçer. Bir hayvanın bizi kandıran bir görsel imgeden etkilenmemesi, görüş alanlarını mekanik şekilde, tıpkı bir robotun "algılayacağı" gibi gördüğü anlamına gelecektir. Öte yandan onların da bizler gibi illüzyona kanması, gördüklerine dair bizimkine benzer bir zihinsel deneyim yaşadıklarını ortaya koyacaktır.

Irene Pepperberg'ün bir gri papağanla geçirdiği otuz yılın ardından kaleme aldığı dokunaklı hatıratı *Alex & Me*'de (Alex ve

Ben) yer alan çok sayıda büyüleyici bulgudan biri, bu zeki kuşların optik illüzyonları bizler gibi algıladığı yönündedir: Yani papağanlar da illüzyonlara kanarlar.[24] Buradaki ima, Pepperberg'ün de belirttiği gibi, papağanların *dünyayı tam olarak bizim gibi gördüğüdür.*

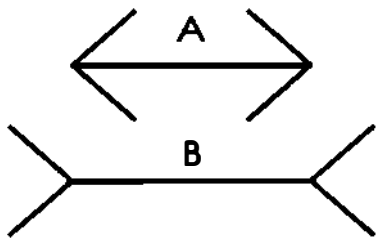
Balıklar da optik illüzyonlara kanarlar mı? Esaret altındaki kırmızıkuyruklu ayrıkyüzgeçlerin –Meksika'nın yüksek bölgelerinden çıkan nehirlerde yetişen küçük bir balık türü (*Xenotoca eiseni*)– araştırıldığı bir çalışmada, yiyecek ödülünü kapmak için balıklar, iki yuvarlak levhadan büyük olanını seçmeyi öğrendiler.[25] Bu görevde uzmanlaşmalarının ardından biliminsanları balıklara Ebbinghaus illüzyonunu gösterdiler. Bu illüzyon aynı boyda iki daire içerir, dairelerden biri daha büyük dairelerle çevrelendiği için, (en azından insan gözüne) etrafında küçük daireler olandan daha küçük görünür (bkz. Şekil 1). Ayrıkyüzgeçler ikinci daireyi tercih ettiler.



Şekil 1: Ebbinghaus illüzyonu

Bu sonuç biliminsanlarına, kırmızıkuyruklu ayrıkyüzgeçlerin nesneleri düşünmeden, uyaran-tepki yoluyla algılamadıklarını gösterdi. Aksine, algıları temelinde –bazen hatalı da olsa– zihinsel kavramlar oluşturuyorlardı. Daha eski bir araştırmada, kırmızıkuyruklu ayrıkyüzgeçlerin, birbiriyle özdeş iki yatay çizginin birbirinden farklı boyda göründüğü, Ebbinghaus illüzyonuna kıyasla daha çok bilinen Müller-Lyer illüzyonuna da (bkz. Şekil 2) benzer

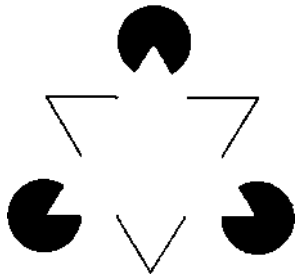
biçimde kandıkları bulunmuştu.[26] Çizgilerden daha uzun olanı seçmek üzere eğitilen balıklar, B ile işaretlenmiş çizgiyi seçmişti.



Şekil 2: Müller-Lyer illüzyonu

Japonbalıkları ve bambu köpekbalıklarına yönelik araştırmalar bu türlerin de görsel illüzyonları algıladığını gösteriyor.[27] Japonbalıklarını beyaz bir zemin üzerindeki siyah üçgenleri siyah karelerden ayırmaları için eğitebilirsiniz. Sonra bu balıklara bir Kanizsa üçgeni veya Kanizsa karesi gösterecek olursanız, sırasıyla bir üçgen ve bir kare görürler. Kanizsa illüzyonları 1950'lerde İtalyan psikolog Gaetano Kanizsa tarafından geliştirildi. Biz insanlar bu figürlere baktığımızda, aslında herhangi bir üçgen çizilmemiş olsa da, fondan biraz daha aydınlık beyaz bir üçgen (veya beyaz bir kare) görürüz (bkz. Şekil 3). Dolayısıyla japonbalıklarının beyinleri de bizim beyinlerimizin yaptığının aynısını yapar yani eksik bir resmi tamamlar.

Ayrıkyüzgeçlerin, japonbalıklarının ve bambu köpekbalıklarının eksik bir resmi tamamlayabilmesi, balıklar arasında optik illüzyonlara kanan yegâne türlerin onlar olduğu anlamına gelmez. Tek özellikleri bu araştırmalarda kullanılmak üzere seçilmiş türler olmalarıdır. Ayrıkyüzgeçler ve japonbalıkları uzak akrabalardır, bu da diğer birçok balık türünün de optik illüzyonlara kanmasının mümkün olduğunu gösterir. Araştırmanın bu türlerle yürütülmesinin basit bir sebebi vardır, o da bu balıkların esaret altında bakımı-



Şekil 3: Bir Kanizsa üçgeni

nın kolay oluşudur. Yani mevzu, en uygun balığı seçmekten ibarettir. Hayvanlar üzerinde detaylı araştırmalar yürütmek hem zaman hem de çaba (ve para) gerektirir. Dolayısıyla bizim balıklar hakkında bildiklerimiz, *onların* bildiklerinin çok küçük bir kısmıdır.

Hayatta kalma oyununda balıklar, diğer balıkların görsel algılarını manipüle etmek için kendileri de illüzyonlar yaratabilirler. Bunun için kullanılabilecek yöntemlerden biri, yırtıcıların saldırısını vücudun önemli kısımlarından uzaklaştırıp başka tarafa yönlendirmektir. Yırtıcılar daha ölümcül bir darbe indirebilmek için genelde avlarının kafasına saldırırlar. Birçok balığın yalancı gözlere sahip olacak şekilde evrimleşmesi, suda yaşayan yırtıcı hayvanların çoğunun gözleri hedef aldığının kanıtıdır. Bu hileden faydalanan balıklar arasında çiklitgiller, kelebekbalığıgiller, melekbalıkları, balonbalıkları ve kelbalıklar vardır. Hilenin gücü çeşitli yollarla artırılabilir. Tıpkı bizler gibi balıklar da parlak renkleri daha kolay fark ederler, dolayısıyla o yalancı gözler dikkat çeken parlak bölgelere yerleşirken diğer taraftaki sahici göz, görece karanlıkta kalabilir. Genç bir imparator melekbalığının (*Pomacanthus imperator*) desenleri arasında yalancı göz yoktur, ama iç içe sıralanmış beyaz ve neon mavisi renkte halkaların ortasındaki nokta da aynı ölçüde etkilidir; sahici göz ise kıvrımlı çizgilerden oluşan bir labirentin içine gizlenmiştir. Öldürücü darbeyi vurmak için acele eden bir yırtıcının ince hesap yapacak vakti yoktur ve

bu renk hileleri durumu avın lehine çevirebilir.

Bir diğer yol da balık kafasına benzeyen bir kuyruğa sahip olmaktır.[28] Deniz betasının (*Calloplesiops altivelis*) kuyruk tarafı papağanbalıklarının yüzüne benzeyecek şekilde gelişmiştir ve sahici göz, bütün vücudu kaplayan beyaz nokta öbekleri arasında neredeyse görünmez olmuştur. Davranış yoluyla manipülasyon bu etkileri daha da ileri götürebilir. Biliminsanları, kelebekbalıkları grubundan iki türün tehlikeyi sezdiği anda yavaşça geri geri yüzmeye başladığını, bir yırtıcının üzerine atılması durumunda ise tekrar hızla ileri doğru fırladığını gözlemlediler. Yeterince hızlı hareket eden bir kelebekbalığının karşısında yırtıcının ağzını doldurabilecek tek şey sudur. Aksi halde, kuyruğundan bir parça kaybeden bir kelebekbalığının hayatta kalma şansı kafasından ısırılana göre daha yüksektir.

Balıkların optik illüzyonları bizim gibi algılaması ve avlamaya niyetlendikleri balıkların görsel hilelerine kanmaları benim gözümde onları sevimli kılıyor. Bir canlının zihninin gerçekte olmayan bir şeyi inşa etmesi, bize onun algı dünyası –*umwelt*'i– hakkında özel bir şey söylüyor. O canlının inanç kabiliyetinin de olabileceğini ima ediyor. İnançlar ile algılar suistimal edilebilir ve balıklar, buraya kadar gördüğümüz (önümüzdeki sayfalarda da görmeye devam edeceğimiz) gibi, hayatta kalma şanslarını artırmak için görsel ve görsel olmayan bir dizi hileden faydalanırlar.

İnsanlar olarak son derece görsel canlılar olduğumuz için balıkların birçoğunda bulunan keskin görüşün ne kadar önemli olduğunu takdir edebiliriz. Çocukken oynadığımız oyunlardan gözlerimiz bağlıyken yolumuzu nasıl şaşırdığımızı biliyoruz ve zorluklarla başa çıkmayı gayet iyi öğrenen görme engelli insanlara hayranlıkla bakıyoruz. Denizin karanlık bölgelerinde bile olsa kör bir balığın uzun bir hayat süreceği şüphelidir, zira burada da ışıldak sisteminin borusu öter. Fakat balıklar hayatta kalmak için sadece görüş becerilerine bel bağlamazlar. Tıpkı bizler gibi onlar da yaşamsal ihtiyaçlarını gidermek için başka duyular geliştirmişlerdir.

Balıkların İşittikleri, Kokladıkları ve Tattıkları

Evren, duyularımızın keskinleşmesini
sabırla bekleyen büyülü şeylerle dolu.[1]

Eden Phillpotts

SU, GÖRMENİN olduğu kadar işitme, koklama ve tat alınanın da dinamiklerini etkiler. Ses dalgaları suda çok iyi iletilir; burada havada olduklarından neredeyse beş kat daha uzundurlar, zira ses suda havaya kıyasla beş kat hızlı yol alır. Balıklar kemiklerle yüzgeçler evrildiğinden beri sesi hem yön bulmak hem de iletişim kurmak için kullanarak bu durumdan faydalanıyorlar. Su ayrıca suda çözünebilen kimyasal bileşenlerin dağılması açısından da elverişli bir ortam olduğundan, koku ve tatların algılanması için de çok uygundur. Balıkların koku alma organlarıyla tat alma organları farklı olsa da aralarındaki ayrım pek net değildir, çünkü sulu bir çözeltinin içindeki bütün kimyasal maddeler birbirine karışır.[2]

Balıklar renkli görmeyi icat ettikleri gibi muhtemelen işitmeyi de icat etmişlerdir. Balıkların sessiz olduğuna yönelik yaygın varsayıma rağmen, aslında diğer omurgalı hayvan gruplarına kıyasla daha çok ses üretme yöntemine sahiptirler.[3] Bu yöntemlerden hiçbiri, diğer omurgalılar arasında rastlanan temel yöntemi, yani havanın zarlar üzerinde titreşim yaratmasını içermez. Balıklar ani bir hareketle bir çift ses kasını kasarak, aynı zamanda ses yükseltici işlevi de gören yüzme keselerini titreştirirler. Çenelerindeki dişleri ve boğazları boyunca sıralanan diğer diş gruplarını gıcırdatmak, kemiklerini birbirine sürtmek, solungaç kapaklarıyla tiz

sesler çıkarmak, hatta ve hatta –göreceğimiz üzere– anüslerinden baloncuklar çıkarmak gibi seçenekleri mevcuttur.[4] Ağaçkakanların ağaç gagalama ve gorillerin göğse vurma hareketinde görüldüğü gibi, karada yaşayan omurgalıların bazıları, kendi sesleri olmayan sesler üretme konusunda son derece yaratıcıdır. Fakat balıkların karada yaşayan kuzenleri sadece iki tür ses aygıtına sahiptir: kuşlardaki göğüs gırtlağı (*syrinx*) ve geri kalanların tamamındaki gırtlak (*larynx*).

Çokyönlü akustik portföyleri sayesinde balıklar, bilhassa perküsyon dalında gerçek bir senfoni üretirler. Uğultular, ıslıklar, gıcırtılar, homurtular, patırtılar, hırıltılar, mırıltılar, tıkırtılar, iniltiler, cıvıltılar, vızıltılar, gurultular ve çıtırtılar bu senfoninin öğeleri arasındadır.[5] Biz insanlar sudaki değil de havadaki titreşimleri işlemek üzere evrimleşmiş kulaklara sahip olduğumuzdan, balıkların çıkardığı seslerin çoğunu yakın zamana kadar işitmiyorduk. Akustik balıklar listesi ancak geçtiğimiz yüzyılda, sualtında ses tespit etme teknolojisinin gelişmesiyle birlikte genişlemeye başladı.[6]

Biliminsanları işte bu yüzden 1930'lar gibi yakın bir tarihe kadar balıkların sağır olduğuna inanıyordu. Bu önyargının muhtemel kaynağı, balıkların harici bir işitme organına sahip olmayışıydı. İnsan merkezli dünya görüşümüzle değerlendirdiğimizde böyle bir eksiklik ancak tek bir anlama gelebilir, o da balıkların işitmediğidir. Ama artık işin aslını biliyoruz: Balıklar kulağa ihtiyaç duymazlar çünkü su sıkıştırılamaz ve bu yüzden sesi mükemmel şekilde iletir. Bir balığın içine bakıncaya kadar, sesleri üretmek ve işlemek için özelleşmiş yapıları göremeyiz.

Balarılarının dans dilini keşfetmesiyle ün kazanmış Avusturyalı biyolog Karl von Frisch (1886-1982), aynı zamanda balıkların davranışlarını ve algılarını da büyük bir ilgiyle araştırıyordu.[7] Von Frisch, etolojinin (hayvan davranışlarını inceleyen bilim dalı) ortaya çıkışına katkılarından dolayı 1973 yılında Nobel Ödülü'ne ortak olmasından onyıllar önce, balıkların işittiğini kanıtlayan ilk kişi olmuştu. 1930'ların ortalarında von Frisch, Xaverl adlı kör bir

yayınbalığı ile laboratuvarında basit ama zekice bir deney tasarladı. Deneyde bir çubuğun ucuna bağladığı bir et parçasını Xaverl'in günlerinin çoğunu geçirdiği kilden yapılmış barınağın yakınında suya daldırıyordu. Müthiş koku alma duyusu sayesinde Xaverl, yiyeceğin peşine düşmek için çok geçmeden saklandığı yerden çıkıyordu. Von Frisch, bu rutini yalnızca birkaç gün devam ettirdikten sonra, yiyeceği yerine ulaştırmadan hemen önce ıslık çalmaya başladı. Altı gün sonra Xaverl'i ininden sadece ıslık çalarak çıkarabiliyordu, böylece balığın onu işitebildiğini kanıtlamıştı. Bu deney ve sonrakiler, balıkların *umwelt*'lerine yönelik anlayışımızı ilerletmemizde kritik bir rol oynamıştır.*

Xaverl, evrimsel anlamda başarılı, içinde (sazangiller, golyanlar, tetragiller, elektrikli yılanbalıkları ve bıçakbalıkları da dahil olmak üzere) yaklaşık 8000 türün bulunduğu Otophysi adlı bir gruba mensuptur. Bu balıklar "Weber aygıtı" adlı özel bir işitme organına sahiptir; bu organ, adını kâşifinden –on dokuzuncu yüzyılda yaşamış Alman hekim Ernst Heinrich Weber'den– alır. "Aygıt" balığın kafatasının arkasındaki omurların ilk dördünden türemiş bir dizi küçük kemikten oluşur. Bağlı oldukları kemiklerden ayrılan bu kemikler, içkulağı çevreleyen sıvı dolu boşluklar ile gazla dolu yüzme kesesini birbirine bağlayan bir zincir oluşturur.[8] Bu düzenek, memelilerdeki ortakulak kemikçiklerine benzer şekilde ses dalgalarını iletme ve yükseltme işlevi görerek işitmeye yardımcı olur.[9]

Bazı balıkların işitme duyusu bizimkinden üstündür. Çoğu balık 50 ile 3000 hertz (Hz) aralığındaki sesleri işitir, ki bu da bizdeki 20 ile 20.000 Hz aralığının içinde kalır. Fakat esaret altında ve vahşi doğa koşullarında gerçekleştirilen titiz çalışmalar saye-

* Von Frisch'in deneyiyle ilgili okuduğum ilk açıklama, yayınbalığının doğal nedenlerden ötürü kör olmuş olduğunu ima ediyordu, fakat daha sonra von Frisch'in, cerrahi müdahale yoluyla gözlerini çıkararak Xaverl'i kör ettiğini öğrendim. Balığa isim vermesine ve otobiyografisinde "akvaryumu küçük kör dostu için konforlu hale getirme" çabalarına atıfta bulunmasına bakılırsa, von Frisch bu yaptığından dolayı biraz suçluluk duymuşa benziyor.

sinde artık, bazı balıkların yarasalardaki işitme aralığının üst sınırına yaklaşan ultrasonik seslere duyarlı olduklarını biliyoruz. Örneğin Amerikan tirsisi (*Alosa sapidissima*) ve Körfez menhadeni (*Brevoortia patronus*)180.000 Hz seviyesine kadar olan sesleri duyabilir. Bu, insanın işitme aralığının üst sınırının oldukça üzerindedir.[10] Bunun, bu balıklarla beslenen yunusların çıkardığı ultrasonik seslere kulak misafiri oldukları için geliştirdikleri bir adaptasyon olduğuna inanılıyor.

İşitme aralığının diğer ucunda yer alan morina, levrek ve pisibalığı gibi bazı türler, bizim duyamadığımız 1 Hz düşüklüğündeki infraseslere duyarlıdır. Bu balıkların aşırı düşük seviyedeki bu sesleri duyma becerisini neden geliştirdiğini kimse kesin olarak bilmiyor, fakat içinde yaşadıkları uçsuz bucaksız su dünyası bu konuda ipuçları sunuyor. Su, okyanuslarda ve büyük göllerde gelişigüzel hareket etmez. Küresel çapta yaşanan iklim olayları akıntıların oluşmasına sebep olur, yerel hava koşulları dalgalar üretir ve Ay'ın çekim kuvveti, okyanus dalgalarının bir çekilip bir itilmesine neden olur. Hareket halindeki su aynı zamanda uçurumlara, sahillere, adalara, resiflere, kıyı bölgesindeki sığlıklara ve sualtındaki diğer engellere çarpar. Bütün bu kuvvetler, ortamdaki infrasesleri meydana getirir. Norveç'teki Oslo Üniversitesi'nden biyologlar, balıkların bu akustik bilgiden göç sırasında yollarını bulmak için faydalandıklarını düşünüyorlar, tıpkı kuşların gökyüzünde uçarken çeşitli ipuçlarından faydalanması gibi. Pelajik (açık okyanusta yaşayan) balıklar, uzakta gerçekleşen kara oluşumlarının ve farklı su derinliklerinin neden olduğu, yüzeydeki dalga akıntılarında meydana gelen değişiklikleri de tespit edebilirler. Bazı kafadanbacaklılar (ahtapot, mürekkepbalığı vs.) ve kabuklular da infraseslere duyarlıdır,[11] ki bu da söz konusu duyarlılığın işe yarar bir özellik olduğunu gösteren bir başka kanıttır.

Balıkların işitme hassasiyeti, onları insanların sualtında çıkardıkları gürültülere karşı savunmasız hale getirir. Örneğin, denizde petrol ararken kullanılan hava püskürtme aygıtlarının ürettiği yüksek yoğunluklu ve düşük frekanslı sesler yüzünden, iç kısım-

daki işitme organını kaplayan hassas tüy hücreleri ciddi şekilde hasar görür.[12] Nitekim Norveç kıyılarındaki aramalarda sismik hava tabancalarının sebep olduğu yoğun gürültünün, civar bölgedeki morina ve mezgitlerin bolluğunu ve yakalanma oranlarını düşürdüğü tespit edildi.[13]

Bazı balıklar bizim yalnızca düz bir ıslık gibi duyduğumuz sesleri oluşturan tekil ritimleri ayırt ederek, hızlı ses vuruşlarını da algılayabilirler. Ve sesin hangi yönden geldiğini anlamakta da ustadırlar;[14] tam arkadan veya tam önden, tam üstten veya tam alttan gelen sesleri ayırt edebilirler – bizim beyinlerimizin daha az başarılı olduğu algısal ödevlerdir bunlar.

Öte yandan, havadaki ses enerjisinin yüzde 99'u su yüzeyinden yansır, bu yüzden balıklar –kıyıya yakın bir yerde toplanmış olsalar bile– kumsalda konuşan bir grup insanı işitmezler. Bununla birlikte, katı bir cisimden geçerek yayılan sesler, örneğin bir teknenin yan tarafına çarpan küreğin sesi, balıklar tarafından kolaylıkla algılanır. Bu nedenle teknede oturan balıkçılar sessiz olmayı öğrenirler ve deneyimli kıyı balıkçıları başka bir yere geçmek istediklerinde kıyının birkaç metre içerisinden dolaşırlar; peşinde oldukları balıkların zeminden iletilecek titreşimleri algılayabileceğini bilirler.[15]

Biraz yaratıcılıkla biz de *onları* duyabiliriz. Gana'nın Atlantik kıyısındaki balıkçılar, bir tür diyapozon işlevi gören özel bir kürekten faydalanırlar. Bu konuda deneyimli biri, kulağını suya batırılmış bu küreğe dayayarak, yakınlardaki balıkların homurtularını ve sızlanmalarını duyabilir; küreğin düz tarafını döndürerek balıkların aşağı yukarı ne tarafta olduğunu anlayabilir.[16] Bir balığın keskin işitme duyusu balıkçının işine de yarayabilir, çünkü birçok balık ileriden gelen solucan sesinin kanca ucunda kıvrılan bir solucandan geldiğini fark etmez, ki bu da onları talihsiz bir sona götürür.

İşitme duyuları, göç ederken ve avcılardan kaçınırken balıklara yardımcı olur, fakat ses üretiminin sosyal bir işlevi de vardır. Buna piranalardan bir örnek verebiliriz. Belçika'daki Liège Üni-

versitesi'nden biyolog Eric Parmentier ve Portekiz'deki Algarve Üniversitesi'nden biyolog Sandie Millot, içinde tutsak kırmızıkarınlı piranaların (*Pygocentrus nattereri*) bulunduğu bir havuza hidrofonlar yerleştirdiklerinde, en az üçü olası işlevler atfedilebilecek yaygınlıkta duyulan muhtelif sesler kaydettiler. Biri –tekrar eden bir homurtu ya da havlama– diğerlerine meydan okuma sinyali veriyor gibi görünüyordu. Kısık bir gurultu olan diğer ses, agresif bir davranış ve kavga sırasında genellikte gruptaki en büyük balık tarafından çıkarılıyordu. Bu iki ses, yüzme kesesinin yanında bulunan ve saniyede 100 ila 200 kez kasılarak seğiren bir kas tarafından üretiliyordu. Üçüncü bir ses, pirananın başka bir balığı kovalarken dişlerini gıcırdattığı veya hızla birbirine çarptığı esnada ortaya çıkıyordu.[17] Bu betimlemeler, pirananın kurbanlarını canlı canlı yutan vahşi bir avcı olduğuna dair korkunç şöhretine yaraşır biçimde, kötü ruhlu bir hayvanla karşı karşıya olduğumuzu ima ediyor. Fakat aslında piranalar çoğunlukla leşçil beslenirler ve insanlar için çok az tehlike oluştururlar.

Balıklar birbirleriyle iletişim kurmak için sesten faydalandıklarına göre, bizimle iletişim kurmak için de seslerini kullanabilirler mi? Bunu araştıran herhangi bir bilimsel çalışmadan haberdar değilim fakat birçok anekdot mevcut. Washington D.C. bölgesinde bir bilgisayar bilimcisi olan Karen Cheng, yaklaşık seksen litre hacmindeki bir akvaryumda bulunan dört japonbalığının yemek zamanlarında kendisiyle iletişim kurduğunu iddia ediyor. Beslenme zamanı yaklaştığında, Karen veya kocası odada olup dikkatlerini balıklara vermediklerinde, japonbalıkları yüzeye çıkıp ağızlarıyla şıpırtılı yüksek sesler çıkarıyorlarmış. Bununla da kalmıyor ve insanların dikkatini çekmek için vücutlarını oradan oraya atıp kuyruklarını akvaryumun camına vuruyorlarmış. Çıkardıkları sesler odanın diğer ucundan duyulabiliyormuş. Biri akvaryuma yaklaştığında ise bunu yapmayı bırakıyorlarmış. "Bizden haberleri varmış gibi görünüyor," diyor Karen. "Ne zaman akvaryuma yaklaşsak, ne yapıyorlarsa bırakıp cama doğru yüzüyorlar. Doktor muayenehanesinde bekleme odasına konmuş akvaryumdaki ba-

lıklar gibi insanı görmezden gelmiyorlar."

Ulusal Sağlık Enstitüleri'nde klinik sağlık protokol yöneticisi olarak çalışan Sarah Kindrick, yaklaşık üç yıldır kendisiyle yaşayan yirmi santimetre boyundaki bir pembekuyruklu tetikbalığının (*Melichthys vidua*) benzer davranışlar sergilediğini gözlemlemiş. Furchbar (Sarah balığa bu adı vermiş) ağzına bir çakıltaşı alıyor ve Sarah'nın normalde kendisini besleyeceği saatlerde akvaryumunun cam duvarına vuruyormuş. Bu, bir balığın sadece türlerarası iletişim kurmakla kalmayıp aynı zamanda alet kullandığını da gösteren bir örnektir (alet kullanımı hakkında yakında daha fazlasını öğreneceğiz).

Balık İçin Re Majör Konçerto

Balıkların keskin işitme duyusuna yönelik bir diğer kanıt da sesin tonal örüntülerini, bilhassa müziği ayırt etme yetileridir. Harvard Üniversitesi'nden araştırmacı Ava Chase, balıkların müzik gibi karmaşık sesleri sınıflandırmayı öğrenip öğrenemeyeceğini merak ediyordu.[18] Beauty, Oro ve Pepi adında, evcil hayvan dükkânından satın alınmış üç koi üzerinde bir deney gerçekleştirdi. Öncelikle balıkların bulunduğu akvaryuma bir düzenek kurdu; bu karmaşık düzenek, yan tarafta sesleri yayması için bir hoparlör, altta balıkların vücutlarıyla basabildikleri bir yanıt butonu, balığa tepkisinin kaydedildiğini bildiren bir ışık ve yüzeyin yakınındaki bir emzik ucundan oluşuyordu (balık "doğru" yanıt verdikten sonra bu emziği emdiğinde bir parça yem elde ediyordu). Daha sonra balıkları, belirli bir müzik türüne yanıt verdiklerinde yemle ödüllendirerek ve hoparlörden başka tür bir müzik yayıldığında yanıt verdiklerinde ise ödüllendirmeyerek eğitti. Koilerin sadece blues kayıtlarını (John Lee Hooker gitar ve vokalleri) klasik müzik kayıtlarından (Bach obua konçertoları) ayırt edebilmekle kalmayıp, aynı zamanda her müzik türü içinde yeni sanatçılar ve besteciler dinletildiğinde de benzer ayrımları genelleştirebildiklerini keşfetti. Örneğin, Muddy Waters'ın blues müziğine aşina olan koi, Beet-

hoven'ın klasik müziğinin Schubert'inkiyle benzerliklerini ayırt edebildiği gibi, Waters'ın müziğinin blues sanatçısı Koko Taylor'ın müziğiyle benzerliklerini de fark etmişti. Üç balıktan biri olan Oro'nun kulağı bilhassa iyiydi, ses tınılarına yönelik ipuçlarının ortadan kaldırıldığı melodileri ayırt edebiliyordu; bu, bütün notaların, perdeleri ve süreleri haricinde özdeş özelliklere sahip olması anlamına gelir.* Chase buradan şu sonuca varıyor: "Görünüşe göre [koiler] çoksesli müziği [birden fazla notanın aynı anda çalındığı müzik], melodik kalıpları ve hatta sanatsal türleri bile ayırt edebiliyorlar."[19]

Müzik konusundaki yeteneklerine rağmen, ne koilerin ne de japonbalıklarının sesten faydalanarak iletişim kuran canlılar olduğu biliminsanlarınca bilinmiyordu.[20] (Karen Cheng'in yaptığı gözlemler, bunun aksi yönündeki ön kanıtlar olarak kayda geçer umarım.) Dolayısıyla, sessiz bir balığın neden böylesine gelişmiş akustik becerilere sahip olduğu hâlâ bir muammadır, fakat daha önce de gördüğümüz gibi, ortamdaki sesleri ayırt edebilmenin bireye sağladığı birtakım avantajlar vardır.

Müziğin incelikli (ve bariz) niteliklerini ayırt edebilmek önemli bir şeydir, fakat merak etmeden duramıyorum: Bunun balıklar üzerinde psikolojik etkisi de olabilir mi? Balıklar müzikten hoşlanırlar mı, yoksa müzik onlar için nötr bir uyarandan mı ibarettir?

Atina Ziraat Üniversitesi'nden bir araştırma ekibi, bu konuyu incelemeye karar vermiş.[21] 240 tane sazanı dikdörtgen biçiminde on iki havuz arasında bölüştürmüş ve onları rasgele üç muameleye maruz bırakmışlar. Bir kısmına hiç müzik dinletmemişler (müzik dinletilen gruplarla karşılaştırma yapmayı mümkün kılacak kontrol grubu); bir kısmına Mozart'ın *Küçük Bir Gece Müziği*'nden "Romanze: Andante"sini, kalanlara da meşhur (anonim) on dokuzuncu yüzyıl bestesi "Romanza: Jeux Interdits"yi dinletmişler

* Müziği ayırt edebilme becerisi sergileyen başka omurgalılar da vardır: örneğin güvercinler, Cava serçeleri –ve daha kısıtlı bir ölçüde– sıçanlar (Chase 2001'de detaylı olarak anlatılıyor).

(sonuncusu adını 1952 tarihli Fransız filmi *Jeux Interdits* / *Yasak Oyunlar*'daki kullanımından almıştır). Balıklar 106 gün boyunca günde dört saat, uzunlukları sırasıyla 6:43 ve 2:50 olan bu parçalara maruz bırakılmış. Müzik yayını balıklar ofis çalışanıymışçasına sadece hafta içi yapılmış, balıklar hafta sonlarında izinliymiş (herhalde biliminsanları da hafta sonu izinli olduğu için).

Neticede her iki müzik grubundaki balıkların, kontrol grubundakilere kıyasla daha hızlı büyüdükleri gözlenmiş. Beslenme verimliliği (besin birimi başına büyüme oranı), büyüme oranları ve kilo artışları, romantik müzik kayıtlarının dinletildiği grupların her ikisinde de müzik dinletilmeyen gruba göre daha yüksekmiş ve bu gruplarda bağırsak işlevleri de iyileşmiş gibi görünüyormuş. Bu balıklara gürültü veya müzikal nitelikte olmayan insan sesleri dinletildiğinde, araştırma ekibi benzer bir değişiklik bulgulamamış.

Deneklerin size nasıl hissettiklerini (insanların anlayacağı şekilde) açıkça bildirememesi, hayvan araştırmalarının temel sorunudur. Elimizdeki bulgulardan yola çıkarak sazanların olumlu ya da olumsuz tepki verdiklerine dair ancak tahminde bulunabiliriz. Sözgelimi, bir şüpheci, balıkların dur durak bilmeyen keman ve obua seslerinden kaçmaya çalıştıkları için güçlendiklerini öne sürebilir. Klasik müzikten her ne kadar zevk alsam da aynı şarkıyı defalarca dinlemek benim için de akustik bir cennet fikrinden biraz uzak.

Balıkların büyümesinin herhangi bir öznel deneyimin yansıması değil, fiziksel bir uyarana verilen mekanik bir tepki olduğu ihtimalini de göz önünde bulundurmalıyız. Aynı Yunan biliminsanları tarafından daha önceki bir tarihte gerçekleştirilen bir çalışmada, işitme yeteneği çok kısıtlı, standardın çok altında olan çipuralara Mozart'ın besteleri dinletildiğinde, (artan iştah ve sindirim işlevleri gibi) olumlu tepkiler gösterdikleri kaydedilmiş. Fakat antropomorfizme karşı dikkatli olmalıyız, çünkü bize hoş bir müzik olarak gelen şeyin bir balık tarafından da bu şekilde algılandığını varsaymak için elimizde sağlam bir neden yok. Belki de herhangi bir sesin olmasını, hiç olmamasına tercih ediyorlardır.

Bunu anlamak için, müzikal olmayan seslerin kaydının dinletildiği bir grup balık daha iyi bir kontrol grubu olabilir.

İnsanların, keyif aldıkları bir müziğe maruz kaldıklarında daha iyi gevşediklerini ve ağrılarının azaldığını beyan ettiklerini bulgulayan çalışmaların geçmişi yüz yıl öncesine kadar gidiyor. 7000' den fazla hastanın dahil edildiği 70 klinik denemenin incelendiği 2015 tarihli bir makalede varılan sonuç, müziğin ameliyattan önce, sonra ve hatta ameliyat sırasında etkili bir terapi yöntemi olduğu, hastanın hissettiği kaygıyı ve ağrı kesici ihtiyacını azalttığı yönünde.[22] Burada söylemek istediğim şu: Müzik veya daha genel anlamıyla belirli bir örüntü dahilindeki tonal sesler, biyolojimizin derinlerine nüfuz ederek sağaltıcı sonuçlar doğuruyor olabilir. Yani müziği takdir etme yetisine doğada yaygın olarak rastlanıyor olabilir.

Yunanistan'da yapılan araştırmaları yürüten biliminsanlarından biyolog Nafsika Karakatsouli'ye sorduğumda, sazanların müzikten hoşlanıp hoşlanmadığı konusunda bir belirsizlik olduğunu dile getirdi: "Müziğin balıklar üzerinde kayda değer olumlu etkileri olabileceğine hiç ikna olmuş değilim. Suyun altında müzik yok sonuçta! Bununla beraber, sualtında yaşayan balıkları alakadar eden, onlar için anlam taşıyabilecek ve daha iyi sonuçlar verebilecek birçok başka doğal ses var. Yine de incelediğimiz bazı balık türleri, özellikle sazanlar (ki mükemmel işitme yeteneğine sahip bir türdür) müzik yayını yapıldığında daha iyi performans gösterdiler."[23] Karakatsouli, sazanların kendi arzularıyla müzikli bir ortamda bulunmayı tercih edip etmeyeceğine bakmanın, daha iyi bir araştırma yaklaşımı olacağını kabul ediyor.

Ringaların çıkardığı seslerin hiçbir müzikal tarafı yoktur, fakat bu konudaki yenilikçi yöntemleriyle balıklar için Grammy Ödülü'ne layık görülebilirler. Bir makale, gevşek bir ifadeyle "osuruktan iletişim" olarak adlandırılabilecek bir iletişim şeklinin ilk örneğini tarif ediyor.[24] Hem Pasifik hem de Atlantik ringaları, anal kanallarından gaz kabarcıkları çıkararak kendilerine özgü patlamalar ve titreşimler –ya da araştırma ekibinin şakacı adlandırma-

sıyla *FRT*'ler* (*Fast Repetitive Ticks*: Hızlı Tekrarlayan Tıkırtılar)– üreterek belirgin sesler çıkarırlar. Ortalama bir FRT yedi saniye kadar sürebilir. Bunu evde deneyin! Gaz muhtemelen bağırsaktan veya yüzme kesesinden gelir. Bu seslerin ringa toplumunda ne işe yaradığı açık değil, fakat daha kalabalık olan ringa sürülerinde birey başına düşen ses üretimi daha yüksek olduğu için sosyal bir işleve sahip olduklarından şüpheleniliyor. Bu arada ringaların davranışlarından dolayı af dilediklerine dair bir kanıt şimdilik yok.

Balıkların işitme duyusundan koku alma duyusuna geçiş yapmak için ringaların gazından daha iyi bir konu olamazdı herhalde. O halde, gelin şimdi de koku ve tat alma duyularına bir bakalım.

Keskin Bir Koku (Alma Duyusu)

Ölü bir balığın kötü koktuğunu düşünebilirsiniz, ama yaşayan balıklar iyi bir koku alma duyusuna sahiptir. Yiyecek ve eş bulmak, tehlikeyi tespit etmek ve evlerine dönmek için kimyasal ipuçlarından (biz bunlara kısaca "koku" diyoruz) faydalanırlar.[25] Kokular, bulanıklık sebebiyle görüşün kısıtlı olduğu ortamlarda bilhassa işe yarar. Bazı balıklar kendi türlerinin diğer üyelerini yalnızca kokularından tanıyabilirler. Örneğin dikenlibalıkgiller familyasına mensup olan türler, eşlerini tespit etmek için kokuyu kullanırlar, aksi halde aynı familya içindeki başka bir türle çiftleşmeleri riski doğar.[26]

Balıkların koku alma organları gelişmişlik açısından büyük ölçüde farklılıklar gösterir, fakat temel tasarım bütün kemikli balıklarda (köpekbalıkları ve vatozlar grubu dışındaki 30.000 kadar balık türünde) özdeştir. Diğer omurgalıların aksine balıkların burun delikleri hem koku hem nefes almaya yarayacak şekilde iki işlevi aynı anda yerine getirmez; sadece koku almak için kullanılır.[27] Her bir burun deliği, yer kazanmak adına kendi üzerine katlanan

* *Fart* kelimesi İngilizcede "osurmak" ya da "osuruk" anlamına gelir. –*y.n.*

koku alma epitelini oluşturan özelleşmiş hücre katmanlarıyla doludur. Bazı balıklar suyu duyu organının içine çekmek veya dışına itmek için burun deliklerini genişletip daraltırlar, binlerce küçük tüycük de aynı amaçla eşzamanlı olarak çalışır.[28] Epitelden gelen sinyaller beynin ön tarafında bulunan koku soğancığına iletilir.[29]

Kokulara yönelik muazzam hassasiyetlerinin de gösterdiği gibi, koku alma duyusu bazı balıklar için son derece faydalıdır. Bir kızıl somon (*Oncorhynchus nerka*), karides özünü, suyun içindeki yoğunluğu yüz milyonda bir birim (yani olimpik bir yüzme havuzunda beş çay kaşığı) oranındayken bile algılayabilir.[30] Somonlar gibi yılanbalıkları da belli başlı yumurtlama bölgelerine dönmek için uzun mesafeler aşarak göç ederler, gitmek istedikleri yere ulaşmak için de belli belirsiz bir koku değişiminden faydalanırlar.

Balıkların işlerine en çok yarayan adaptasyonlarından biri de, yırtıcı bir balığın veya elinde mızrak tutan bir balıkçının yakınlarda olduğu tehlike durumlarında "alarm kimyasalı" salgılamalarıdır. Balıkların duyu dünyasındaki bu fenomenin keşfini yine Karl von Frisch'e borçluyuz.[31] Frisch, esaret altındaki golyanlardan birini istemsizce sakatladığında, akvaryumda bulunan diğer balıkların kendilerini ok gibi bir ileri bir geri atmak ve oldukları yerde donup kalmak gibi yırtıcılardan kaçmaya yönelik klasik davranışlar sergilediklerini gözlemledi. Frisch ve diğerleri tarafından gerçekleştirilen deneyler, sakatlanmış golyanların (ve diğer balık türlerinin) aynı tür içindeki balıkların sosyal tepkilerini tetikleyen bir feromon salgıladıklarını gösteriyordu. Golyanlar, bu özel feromonu algıladıklarında tedirgin oluyorlardı. Von Frisch bu feromonlar için *schreckstoff* (bire bir çeviriyle "korku maddesi") terimini ortaya attı.

Schreckstoff salgılayan hücreler deri üzerinde bulunur ve o kadar hassaslardır ki bir balık nemli kâğıdın üzerine konduğunda zarar görüp özlerini dışarı bırakırlar. Bu öz aynı zamanda güçlüdür de: yaklaşık 14 litre su alan bir akvaryumdaki başka bir balığın korkma tepkisi vermesini sağlamak için, bir miligramının binde biri ağırlıkta bir deri parçası yeterlidir.[32] Bu, bir marşmelovu yirmi

milyon parçaya bölmeye, parçalardan birini (hâlâ görebiliyorsanız tabii) suyla dolu bir lavaboya atmaya ve sonra suya tadı geçmiş mi diye bakmaya benzer. *Schreckstoff* uzun zaman önce evrimleşmiş olsa gerek, çünkü birçok kemikli balık familyası tarafından üretilir.[33]

Schreckstoff herkese açık bir sinyal olduğu için, onu tanıyan farklı türler de dahil olmak üzere civardaki diğer balıkların faydalanabildiği bir yangın alarmı işlevi görür. Tipik bir örnek, yassıkafalı golyanlardır. Bu balıklar, derisiyle *schreckstoff* üreten diğer yassıkafalı golyanlarla veya tatlı suda yaşayan dikenlibalıklarla beslenen kuzey turnalarının dışkı kokusunu aldıklarında, hemen saklanma yerlerine kaçarlar veya daha sıkı sürüler oluştururlar.[34] Ama turnalar sadece, *schreckstoff* üretemeyen kılıçkuyruklarla beslendiyse, golyanlar herhangi bir korku belirtisi göstermezler. Dolayısıyla golyanların tepki gösterdiği, turnabalığı kokusu değildir. Daha ziyade, turnabalığının kurbanlarından gelen *schreckstoff*'u algılar ve ona tepki verirler. Turnabalıklarının kendi avlanma bölgelerinde dışkılamaktan kaçınmaları, muhtemelen golyanlardaki koku alma duyusuyla ilintilidir.[35]

Schreckstoff'a gösterdikleri tepki, balıkların suyun içinde taşınan kimyasallardan nasıl ince ipuçlarına ulaşabildiklerini gösterir. Fakat *schreckstoff*, bir düşmanı tespit etmenin yegâne yolu değildir. Yırtıcının kokusunu tanımanın eski moda bir yolu da vardır. Yavru limon köpekbalıkları, bazen onları avlayan Amerikan timsahlarının kokusuna tepki gösterir.[36] Eğer bir Atlantik somonuysanız, önemli olan yırtıcınızın neyle beslendiğidir. Galler'deki Swansea Üniversitesi'nde yürütülen bir araştırmada, herhangi bir yırtıcı bilgisine sahip olmayan yavru somonların yaşadığı ortama, doğal düşmanlarından biri olan Avrasya susamurunun dışkısından parçalar içeren bir miktar su ilave edildi. Somonlar sadece susamurunun somonla beslenmesi durumunda korku tepkisi verdiler; örneğin kokudan kaçtılar, sonra hareketsiz kaldılar ve nefes alışları hızlandı. Ortama sade su veya somon içermeyen bir diyetle beslenen susamurlarının dışkısının bulunduğu su eklendiğindeyse

somonlar hiç istiflerini bozmadılar. Biliminsanları, Atlantik somonlarının susamurlarını doğuştan bir tehdit olarak tanımadıkları sonucuna vardılar; onları yalnızca hayvanın beslenme menüsünde somon olduğu takdirde tehlike olarak algılıyorlardı. Hayvanların yırtıcıları tespit etmesini sağlayan bu genel yöntem oldukça iyi işler çünkü farklı yırtıcıların kokularını öğrenmeyi gerektirmez. Onun yerine, hayvanın hangi yırtıcının kendi türünden hayvanlarla beslendiğini anlamayı öğrenmesi yeterlidir.[37]

Hayatta kalma mücadelesinde yırtıcılardan kaçmanın eğer tek bir rakibi varsa, o da seks arayışıdır. Nasıl ki kokular insanlar arasındaki cinsel çekimde önemli bir rol oynarsa, seks feromonları da balıkların arzularını uyarır. Bir kere, bu feromonlar balıkların başka kimlerin çiftleşme havasında olduğunu belirlemelerine yardımcı olur. Balıklar ince seks ipuçlarını algılama ve kendi lehlerine kullanma becerisine sahiptir. 1950'lerde gerçekleştirilen deneyler fırfırıyüzgeçli kayabalığı erkeklerinin, içinde cinsel ilişkiye hazır bir fırfırıyüzgeçli kayabalığı dişisinin bulunduğu bir havuzdan alınan su örneği kendi havuzlarına eklendiğinde, kur gösterileri yapmaya başladıklarını gösterdi.[38] Daha sonraki araştırmalar ise çiftleşme oyununda dişilerin de en az erkekler kadar idrakli ve aktif olduklarını ortaya koydu. Meksika'dan gelen koyunbaşlı kılıçkuyruk (*Xiphophorus birchmanni*) dişileri, kendi türlerine mensup olan iyi beslenmiş erkeklerin kokusunu aç erkeklerin –tropikal akıntıların yedi-sekiz santimetre boyundaki sakinlerinin– kokusundan ayırt edebilirler.[39] Hangisini tercih ettiklerini tahmin etmişsinizdir herhalde: Diğer bütün koşullar eşit olduğunda, daha iyi beslenmiş bir balık daha becerikli demektir ve bu da onu daha iyi bir sperm donörü yapar. Dişi kılıçkuyruklar, iyi beslenen dişilerin kokusunu aç dişilerin kokusundan ayırt etmezler, bu da onların sadece gıda kaynaklı dışkılara değil, aynı zamanda erkeklerin salgıladığı seks feromonlarına tepki verdiklerine işaret eder.

Buraya kadar balıkların duyu sistemlerini ayrı birimler olarak inceledik, fakat bu sistemler birbirlerinden bağımsız değildir. Derin denizlerde yaşayan erkek fenersiler (Lophiiformes takımına

mensup olan balıklar), duyuların karşılıklı olarak birbirleriyle nasıl etkileşebildiğini gözler önüne serer.[40] Fenersiler mevzubahis olduğunda kapısını çalmanız gereken ilk kişi olan Ted Pietsch'e göre, dünyanın kafa büyüklüğüne kıyasla en büyük burun deliklerine sahip canlıları onlardır. *Oceanic Anglerfishes* (Okyanusun Fenersileri) adlı kitabı, bu tuhaf balıklar hakkında bugün bilinen her şeyi kapsayan, şaşırtıcı derecede detaylı ve bol miktarda görsel öğe içeren bir kaynaktır.

Erkek fenersilerin burun delikleri onların iyi gelişmiş tek duyu organları değildir; gözleri de son derece iyi bir donanıma sahiptir ve Pietsch'e göre koku alma duyusuyla görme duyusu derin denizlerin uçsuz bucaksız karanlığında erkeklerin dişileri bulmalarına yardımcı olmak için işbirliği yapar.[41] Dişi, türe özgü bir feromon salgılar ve hassas koku alma duyusu sayesinde erkek, türdeşinin kullandığı bu parfüme doğru ilerler. Bu önemlidir çünkü dünyanın en büyük habitatında dolaştığı bilinen en az 162 fenersi türü vardır; yanlış biriyle eşleşmek istemezsiniz. Dişiye yeterince yaklaştığında, erkek fenersi, anteninin ucunda yaşayan parlak bakterilerin yaydığı ışık sayesinde, dişinin kendisine uygun olup olmadığını doğrulayabilir. İnsan neredeyse, derin denizde yaşayan fenersilerin tanrısının çok uzun zaman önce "Işık olsun!" diye buyurduğunu ve böylece bir eş bulmanın içerdiği tahmin öğesinin denklemden çıkarıldığını hayal edebiliyor.

Balıkların koku almaya dayalı davranışlarına dair son bir nokta daha: Muhafazakâr biliminsanları balıkların, dış koku bezlerinden mahrum olmaları ve kokuyla işaret bırakma davranışı göstermemeleri nedeniyle iletişim için kimyasallar salgılama konusunda pasif olduklarını ve bu süreci bilinçli olarak kontrol edemediklerini varsayıyor. Bu hiç de sağlam olmayan bir varsayımdır. Dostlarımız koyunbaşlı kılıçkuyrukları konu alan 2011 tarihli bir araştırmaya göre,[42] hızlı bir akıntının hâkim olduğu habitatlarında erkekler, salgıladıkları feromonların dişilerce fark edilmesini sağlamak için en az iki taktikten faydalanırlar: 1) Dişiler izlerken daha çok işerler; 2) kur yaparken dişilerin üzerinde pozisyon alırlar.

İyi midir kötü müdür bilinmez ama bu durum, koyunbaşlı kılıçkuyruk dişilerinin, bir erkeğin cinsel hazırlığının kokusunu almanın yanı sıra tadını da alabildikleri anlamına gelir. Peki balıklar daha başka nelerin tadını alıyor olabilirler?

Gurme Balıklar

Balıklar tat duyusundan esas olarak yiyecekleri tanımada faydalanırlar. Diğer tüm omurgalı gruplarında –amfibiler, sürüngenler, kuşlar ve memeliler– tat almanın temel organı tat alma cisimcikleridir.[43] Balıklar ayrıca ısırmak için kesicidişler, saplamak için köpekdişleri, öğütmek için azıdişleri, dilimlemek için düzleşmiş üçgen dişler ve mercanlardan algleri kazımak için gagalarla kaynaşmış dişler dahil olmak üzere toplam sekiz diş türüne sahiptir.

Bizim gibi, balıkların da dilleri vardır, ayrıca beyinlerine tat sinyallerini ileten, sinirlerine bağlı özel tat reseptörleri de bulunur. Bekleyeceğimiz üzere, bir balığın tat alma cisimciklerinin çoğu ağız içinde ve boğazda yer alır. Fakat balıklar, kokusunu ve tadını aldıkları ortamın içinde yüzerler, bu yüzden de birçoğunun vücutlarının diğer kısımlarında, çoğunlukla dudaklarında ve burunlarında da tat alma cisimcikleri vardır.[44] Bu cisimcikler ayrıca, diğer herhangi bir hayvanda olduğundan daha fazla sayıdadır. Örneğin, yaklaşık kırk santimetre boyundaki bir kanal yayınbalığının (*Ictalurus punctatus*) yüzgeçleri de dahil olmak üzere vücudunda yaklaşık 680.000 tat alma cisimciği olduğu tespit edilmiştir; bu sayı insanda bulunan cisimcik sayısının neredeyse 100 katına tekabül eder.[45] Bulanık sularda yaşayan bu ve diğer balıklar, yaşadıkları ortamın tadına bakarak yollarını bulurlar. (Tüm vücudumun bir dil işlevi görmesinin nasıl bir his olabileceğini ne kadar uğraşsam da hayal edemiyorum, ama eminim ki bir "kapatma düğmesi" olmasını çok isterdim.) Mağara balıklarında da, karanlıkta yiyecek bulmalarına yardımcı olacak yüksek çözünürlüklü bir tat sistemi teşkil eden bol miktarda tat alma cisimciği vardır.[46] Yayınbalıkları, mersinbalığıgiller (*Acipenseridae*) ve sazangiller de dahil olmak

üzere dipten beslenen birçok balık, genellikle ağız çevresinde bulunan ve tat sensörü işlevi gören bıyık benzeri duyargalarla donatılmıştır.[47]

Balıkların neden tat alma duyusuna ihtiyaç duyduklarını merak ediyorsanız, eh, biz neden ihtiyaç duyuyorsak onlar da benzer nedenlerle ihtiyaç duyarlar. Balıkların türler ve hatta bireyler özelinde yiyecek tercihleri vardır. Bir balığın bir yiyeceğin lezzetini anlaması biraz zaman alabilir; akvaryumlardaki balıkları seyrettiyseniz, bazen nasıl da ağızlarına bir lokma aldıklarını, sonra tükürdüklerini ve yutmadan ya da reddetmeden önce aynı şeyi birkaç kez yaptıklarını görmüşsünüzdür. Bir balık türünün ve aynı türün farklı popülasyonlarının genel tat tercihleri, insanların oluşturduğu etnik gruplarda olduğu gibi, genellikle pek fazla farklılık göstermez. Ama bu, bireysel tercihler için geçerli değildir. Bizim durumumuzda, brüksellahanasını, baharatlı yiyecekleri ya da günümüzde kafelerde sunulan kahve çeşitliliğini düşünün. Gökkuşağı alabalıklarına ve sazanlara yönelik araştırmalar, yemek seçen canlıların aslında pek de nadir olmadıklarını ortaya koyuyor.

Balıkların nahoş tatlara verdikleri tepkiler, bizimkileri anımsatır. Nasıl ki biz insanlar çürümüş bir meyve veya et parçasını fark etmeden ısırdığımızda hemen (eğer dışarıdaysak mümkün olduğunca zarif bir şekilde) ağzımızdan çıkarıyorsak, bayağı dilbalığı da (*Solea solea*) bir gıda maddesine duyduğu hoşnutsuzluğu ani bir hareketle dönüp hızla ondan uzaklaşarak ve bu sırada başını iki yana veya yukarı aşağı sallayarak ifade eder. *Fish Behaviour in the Aquarium and the Wild* (Akvaryumdaki ve Vahşi Doğadaki Balık Davranışları) kitabının yazarı Stéphan Reebs, bir balığın – zehirli ve tadı da son derece nahoş olan– kara kurbağası iribaşlarının tadına verdiği tepkiyi şöyle anlatıyor: "Şunu belirtmek gerekir ki artık başka çaresi kalmamış gerçekten çok aç bir levrek, kara kurbağası iribaşlarını yiyecek kadar alçalabilir. Fakat bu iribaşları yanlışlıkla ağzına alan balıkların tepkisine bakılırsa (başlarını şiddetle sallarlar ve neredeyse yüzlerini buruşturduklarını görebilirsiniz) menüde kara kurbağası iribaşlarının olması bir balık için

pek hoş bir yemek tecrübesi değildir."[48]

Görece yüksek yoğunluklu bir su ortamında yaşamak beraberinde bazı sınırlamalar getirir, fakat aynı zamanda balıklara karada yaşayan hayvanların sahip olamayacağı duyusal fırsatlar da sağlar. Elektrik atımları (pulsları) aracılığıyla komşunuzla sohbet ettiğinizi hayal edebiliyor musunuz? Kitabın bir sonraki bölümünde anaakım duyuların ötesine geçerek, balıkların çevrelerini algılamak için kullandıkları daha az bilindik yöntemlere bakacağız.

Yön Bulma, Dokunma ve Ötesi

Ten beklenti halindeyse, en ufak temasta
elektrik oluşur.[1]

Wallace Stegner

BALIKLARIN ihtiyaçlarını karşılamak için hareket etmeleri, yaşamlarını başarılı bir şekilde sürdürmek ve daha çok balık yapabilmek için belirli zamanlarda belirli yerlerde olmaları gerekir. Tıpkı bizim gibi balıklar da günün farklı zamanlarında belli yerlere tekrar tekrar giderler: beslenme bölgeleri, saklanma ve uyuma noktaları, temizlik istasyonları gibi. Yılın belirli zamanlarında çiftleşme, yumurtlama ve yuva alanlarına dönerler. Kompleks bir habitatta yaşayan balıklar mekânsal açıdan zorlu koşullarla karşı karşıyadır.

Balıklar harikulade bir yön bulma becerisine sahiptir; hem kısa hem de uzun mesafelerde yollarını bulmak için birçok yöntemden faydalanırlar. Kör mağara balıklarının habitatları nispeten küçük mağaralardır, ama birçoğu aynı zamanda tamamen karanlıkta yaşar, bu yüzden iyi yön bulma becerilerine sahip olmak onlar için önemlidir. Bu küçük balıklar, suyun altındaki engellere çarpıp geri dönen girdapları hissederek, bir varış noktasına çıkan yol üzerindeki bir dizi yer işaretinin sırasını ezberleyebilirler. Kılıçbalıkları, papağanbalıkları ve kızıl somonlar, yönlerini güneşin açısına göre ayarlayarak güneş pusulası yönteminden faydalanırlar.[2] Bazılarıysa tahmini seyrüsefer yöntemine başvurur – belirli bir referans noktasından başlayarak yeni keşif gezilerine çıkarlar ve sonra doğrudan bir yol tercih ederek ana üslerine dönerler.[3]

Somonların yön bulma becerileri de efsanevidir. Okyanusların açıklarında yıllar geçirdikten sonra yumurtlamak için doğdukları kaynaklara geri dönebilen bu anadrom (denize göç eden ve yumurtlamak için tatlı suya dönen) balıkların, doğanın en iyi entegre küresel konumlandırma sistemlerinden birine sahip oldukları söylenebilir. Bildiğimiz kadarıyla bu sistem tam kapasiteyle çalışmak için en az iki ve yüksek olasılıkla üç duyusal araçtan faydalanır: jeomanyetik duyu, koku ve muhtemelen görme.

Köpekbalıkları, yılanbalıkları ve tonbalıkları gibi, somonlar da yön bulmak için dünyanın manyetik alanından yardım alır. Bu, hücre seviyesinde tezahür eden bir olaydır. Mikroskobik manyetit kristalleri içeren hücrelerin her biri, pusula iğnesi gibi davranır. Almanya, Fransa ve Malezya'dan bir araştırma ekibi, somonların çok yakın akrabaları olan alabalıkların genzinden izole ettikleri hücreleri dönmekte olan bir manyetik alana yerleştirdiklerinde, hücrelerin kendilerinin de döndüğünü bulguladılar.[4] Manyetit parçacıkları hücre zarına sıkıca bağlıdır ve somon yön değiştirdikçe, sürekli olarak manyetik alan çizgilerine doğru çekilerek, hücre zarında tork oluştururlar. Bu tork, gerginliğe duyarlı bir tür dönüştürücüye doğrudan iletiliyor olmalı, çünkü kanıtlar somonların bunu hissedebildiklerini gösteriyor.

Bu balıklar ayrıca olağanüstü koku alma duyularından da faydalanırlar. Akıntı yönünde okyanusa doğru hareket ederken genç somonlar yol boyunca suyun kimyasını "kaydederler". Yıllar sonra ise ilk evlerinin kendine özgü koku imzasını izleyerek aynı yolu tersinden katederler.[5] Nitekim bir deney kapsamında biyologlar tarafından burunları tıkanarak koku almaları önlenen somonların rasgele akarsularda ortaya çıktığı, müdahale edilmeyen balıkların ise yumurtlamak için evlerine döndüğü kaydedildi.

Aynı araştırma ekibinin Wisconsin Üniversitesi'nden Arthur Hasler'ın liderliğinde gerçekleştirdiği daha zararsız bir deneyde, tatlı suda yaşayan bir grup genç koho somonu (*Oncorhynchus kisutch*) iki gruba ayrıldı ve her bir grup iki farklı, tehlikesiz fakat kokulu kimyasala (morfolin ve feniletil alkole) maruz bırakıldı.[6]

Ardından her iki gruptan alınan somonlar birlikte doğrudan Michigan Gölü'ne bırakıldılar. Araştırmacılar, bir buçuk yıl sonraki somon yumurtlama göçü sırasında kaynaklardan birine morfolin, yaklaşık sekiz kilometre uzaktaki diğerine ise feniletil alkol karıştırdılar. Morfolin kokulu kaynakta yakalanan somonların neredeyse tamamı baştaki morfolin grubundandı ve feniletil alkole maruz bırakılanların neredeyse tamamı da diğer kaynağa yönelmişti.

Bir somon yön bulmak için görme duyusundan da faydalanabilir mi? Bir Japon araştırma ekibi, kızıl somonların okyanusa bırakılıp yeniden yakalanmasını kapsayan bir deneyle bu soruya yanıt bulmaya çalıştı.[7] Biliminsanları, serbest bırakılmalarından önce gözlerine karbon toneri ve mısıryağı enjekte ederek balıkların bir kısmını kör etti. Beş gün sonra yeniden yakalandıklarında, müdahale edilmemiş balıkların yüzde 40'ına kıyasla, kör edilenlerin sadece yüzde 25'ine doğdukları kaynakta rastlandı. Deneyi yapanlar bu balıkların doğdukları kaynağın girişine ulaşmak için görme duyusundan faydalandıklarını öne sürdülerse de, ben bu sonucu pek ikna edici bulmuyorum. Somonların yabancı maddeler enjekte edilerek körleştirilmesinin beraberinde getirdiği acı, sıkıntı ve yönelim bozukluğunun, bu balıkların eve dönüş yolunu bulmadaki düşük başarı oranlarını açıklayabileceğini sanıyorum. Daha sağlam bir kontrol için, bazı somonlara körlüğe neden olmayacak benzer miktarda solüsyon enjekte edilebilirdi. Ama tabii bunun yapılmasını öneriyor değilim.

Basınç Sensörleri

Balıklar birbirlerinden bağımsız bir şekilde yönlerini bulurlar, ama aynı zamanda komşularının hareketlerini yakından izlemelerine olanak sağlayan bir yönelim sistemleri daha vardır. Komşularıyla uçuş yönlerini koordine etmek için görme duyularını ve hızlı reflekslerini kullanan sürü kuşları gibi, büyük sürülerdeki balıklar da (adeta diğerlerinin karar verme süreçlerine dair içsel

bir bilgileri varmışçasına) hep birlikte yön değiştirebilirler. Süreci kimin başlattığı ya da zincirleme reaksiyonun tesadüfen ilk hareketi yapan bireyle başlayıp başlamadığı açık değildir.

İlk doğabilimciler bu davranışı bir tür telepatiyle ilintilendirmişti, fakat ağır çekim oynatılan ardışık görüntülerin analizi duruma basit bir açıklama getiriyor: Sürüde hareketin aktarılmasında yaşanan çok küçük gecikmeler, balıkların birbirlerinin hareketlerine tepki verdiklerini gösteriyor. Duyu sistemleri öylesine hassas bir zaman ölçeğinde işliyor ki, hepsi aynı anda yön değiştiriyormuş gibi görünüyor.

Bir sürüdeki balıklar gündüz vakti keskin görüşleri sayesinde, tıpkı kuşlar gibi uyum içinde hareket ederler. Fakat kuşların (veya denemeye cesaret eden insanların) aksine balıklar, karanlıkta bile tek bir vücut gibi hareket etmeye devam ederler. Peki nasıl? Bu becerilerini yan tarafları boyunca yatay doğrultuda uzanan bir dizi özel puldan meydana gelen "yanal çizgi" adlı yapıya borçludurlar. Yanal çizgi genellikle ince, koyu renk bir çizgi görünümündedir çünkü her pulun gölge düşüren bir de girintisi vardır.[8] Bu girintiler, her biri küçük birer jel kılıf içine alınmış tüy benzeri bir çıkıntısı bulunan duyu hücresi kümeleriyle, yani nöromastlar ile doludur. Balığın kendi hareketinden kaynaklanan ve çevresinden geri yansıyan dalgalar da dahil olmak üzere su basıncı değişiklikleri ve girdaplar, nöromast tüylerinin yön değiştirmesine neden olur ve balığın beyninde sinirsel uyarımlar oluşturur. Bu nedenle yanal çizgi sonar benzeri bir sistem işlevi görür; bilhassa geceleri ve bulanık sularda faydalıdır.

Yanal çizgi sayesinde, birbirine yakın mesafede yüzen balıklar fiziksel temas halinde gibidirler; aralarındaki sinyal iletimi görsel bilginin iletimine benzer ve hidrodinamik görüntülemeye dayanır.[9] Açık sulardaki bir balığı çevreleyen (normalde simetrik olan) alan akışının bozulması ile kör mağara balıklarının kaya ve mercan gibi sabit nesneleri tespit etmesini sağlayan da hidrodinamik görüntülemedir. Kör mağara balıkları zihinsel haritalar oluşturabilirler; bu, görsel yön bulma araçlarından yoksun bir canlının yo-

lunu bulması için son derece faydalı bir beceridir.[10]

Birçok balıkta farklı becerilerin beynin farklı alanlarında işlendiğini (lateralizasyon) artık biliyoruz. Dahası, bu akıllı küçük balıklar, aşina olmadıkları nesnelerle karşılaştıklarında yanal çizgilerini asimetrik olarak kullanırlar. Havuzlarındaki bir duvarın ortasına plastik bir işaret yerleştirildiğinde kör mağara balıkları, tercihen sağ taraflarındaki yanal çizgiyi kullanarak bu işaretin yanından geçtiler. Bu davranış balıklar birkaç saat içinde nesneye aşina olduktan ve dolayısıyla etrafında kendilerini rahat hissetmeye başladıktan sonra ortadan kalktı. Balıklarda görsel ve yanal çizgi duyu sistemleri birbirinden bağımsız işlediği için bu bilgi, beyinde lateralizasyonun köklü bir fenomen olduğunu gösterir.[11] Nitekim görüş sahibi balıkların, yeni (ve dolayısıyla korkutucu) bir nesneyi incelemek gibi, duyguların dahil olduğu bağlamlarda sağ gözlerini kullanma eğilimi gösterdikleri zaten bilinen bir gerçekti.

Çoğu biyolojik tasarım gibi yanal çizgi de kaçınılmaz tavizleri beraberinde getirir. Yüzmenin meydana getirdiği su akışı nöromastları harekete geçirir ve bu "arka plan gürültüsü" balığın dış hareketlere tepkisini azaltır. Deneyler, yüzen balıkların civardaki bir avcının hareketlerine tepki verme olasılığının, sabit duran balıklarınkinin yarısı kadar olduğunu gösteriyor.[12] Diğer yandan bir balık, ileriye doğru yüzerken burnunun önünde oluşan yay dalgasındaki bozulmaları algılayabilir ve böylece akvaryum duvarı gibi karanlığın veya şeffaflığın görünmez kıldığı nesnelere çarpmaktan kaçınabilir. Bu sistemin balıkçı ağlarının varlığını tespit etmekte kullanılamaması balıklar açısından talihsiz bir durumdur.

Elektriğin Gücü

Karanlıkta bir duvara çarpmaktan kaçınmanızı sağlayacak bir algınızın olması iyidir tabii, fakat bir de hiçbir şey göremez veya duyamazken duvarın diğer tarafındaki bir şeyin varlığını algılayabildiğinizi hayal edin. Elektro-algı dünyasına hoş geldiniz.

Elektro-algı, doğadaki elektriksel uyaranları biyolojik olarak algılama becerisidir. Bu beceri neredeyse tamamen balıklara özgüdür; yegâne istisnalar monotremler (ornitorenkler ve ekidnalar), hamamböcekleri ve arılardır. Elektriğe duyarlılık köpekbalıkları, kelerler ve vatozlar arasında yaygındır.[13] Teleostlar arasında (30.000'den fazla kemikli balık türü) üç yüzün üzerinde türde bu özellik vardır; sırf balıklar arasında birbirinden bağımsız olarak sekiz kere evrimleştiğine göre, bir hayatta kalma aracı olarak son derece yüksek bir değere sahip olsa gerektir. Sucul habitatlarda baskın olması, havaya kıyasla suyun elektriği iletme özelliğinin daha iyi olmasındandır.

Terimden de anlaşılacağı gibi, elektro-algı elektrik bilgisinin pasif olarak kullanılması anlamına gelir. Keskisolungaçlılar elektriği sadece algılarlar, kendileri elektrik üretmezler. Bu esnada kafalarının içinde stratejik olarak dağılmış, içi jöle dolu gözeneklerden oluşan bir ağdan faydalanırlar. "Lorenzini ampulleri" diye bilinen bu gözenekler, adlarını onları 1678 yılında ilk kez tarif eden İtalyan hekim Stefano Lorenzini'den alır.[14] Köpekbalıklarının burunlarının etrafında kirli sakal benzeri siyah beneklerin yoğunluğunu fark eden Lorenzini, deriyi soyduğunda bu gözeneklerin devamında boru şeklinde kanallar olduğunu görmüştü; bazıları spagetti kalınlığındaki bu kanallar beyne kadar ulaşıyordu ve vardıkları yerde birkaçının bir araya gelmesiyle, kocaman şeffaf jöle kütleleri oluşuyordu.

Lorenzini ampullerinin elektro-algıda nasıl bir rol oynadığı 1960 yılına dek bir sır olarak kaldı.[15] Bu ampuller, diğer organizmaların sinirsel uyarımları tarafından üretilen ve suda yayılan küçük elektriksel değişiklikleri tespit etmeye yarar. Bu sistem o kadar hassastır ki, kumun on beş santimetre altında saklanan bir balığın kalp atışı, aç bir köpekbalığına veya yayınbalığına varlığını açık etmeye yetebilir.[16]

Bazı kemikli balıklar bilfiil kendileri elektrik üretirler. Elektrikli yılanbalıklarını şüphesiz duymuşsunuzdur. Güney Amerika'da yaşayan bu nehir sakinlerinin boyu iki metreye kadar uza-

yabilir ve yirmi kilo ağırlığa ulaşabilirler. İnce uzun biçimlerinden dolayı böyle adlandırılan bu tür aslında yılanbalığı değildir; yayınbalıklarının yakın akrabaları olan bıçakbalıkları familyasına mensupturlar. Düşük voltajlı elektrik yayarlar ve karanlık habitatlarda gezinirken, ürettikleri elektriğin katı nesnelerden seken elektrik alanlarını tespit ederler. Fakat ünlerini 600 volt ve üzeri güçte elektrik akımları üretmelerine borçludurlar. Elektrik organları, kuyruk kaslarında bulunan üst üste dizilmiş hücrelerin içindedir. Elektrik, tıpkı bir bataryadaki pil hücrelerinde olduğu gibi, ihtiyaç duyulana dek bu hücrelerde depolanabilir ve yılanbalığı eğer isterse bu enerjiyi tek seferde serbest bırakabilir. Bu entegre şok tabancası, avı sersemletmek veya öldürmek ya da istenmeyen davetsiz misafirleri püskürtmek için kullanılabilir.*

Elektrikli yılanbalıklarının ve elektrikli vatozlar gibi bazı diğer türlerin boşaltabildikleri elektriğin voltaj gücü, onlara "güçlü elektrikli balıklar" adının verilmesine sebep olmuştur. Fakat bana kalırsa elektriğin en enteresan kullanım şekli, elektriği kendi türüne mensup diğerleriyle iletişim kurmak gibi daha az şiddet içeren bir amaçla kullanan "zayıf elektrikli balıklara" mahsustur. Bu balıkların çoğu iki gruptan birine aittir: Afrika'da yaşayan filbalıkları (aşağıya doğru bakan uzun burunları dolayısıyla bu şekilde adlandırılmışlardır) ve adını soluk renkleri ve bıçağa benzeyen şekillerinden alan, Güney Amerika'da yaşayan bıçakbalıkları. Gizli teknolojilere sahip pek çok balık gibi onlar da bulanık sularda yaşar; görsel olmayan yeni bir iletişim aracı geliştirmelerini sağlayan da muhtemelen bu olmuştur. Saniyede 1000 atım ya da 1 kilohertz (kHz) seviyesine, yani bir elektrikli yılanbalığının atım hızının iki katından daha fazlasına ulaştıkları yüksek hızda elektrik organı deşarjları (EOD) aracılığıyla iletişim kurarlar.

* Güçlü elektrikli balıklar olarak adlandırılan bu balıkların kendi yaydıkları elektrikle çarpılmanın önüne nasıl geçtiklerini merak edebilirsiniz. Sahip oldukları yağ dokusu katmanları, kendi silahlarıyla yaralanmaya karşı onları korur. Ne var ki ürettikleri şoklar karşısında bazen kendileri de sağırırlar.

Batı ve Orta Afrika'nın nehir ve kıyı havzalarında yaşayan bir filbalığı türünde görüldüğü gibi, balıklar bu sinyalleri yorumlamada ustadır. Almanya'daki Regensburg Üniversitesi Zooloji Enstitüsü'nden biyologlar Stephan Paintner ve Bernd Kramer bir grup balığa simüle edilmiş EOD'ler gösterdiğinde, balıklar atımlar arasındaki çok kısa (saniyenin milyonda biri civarındaki) zaman farklılıklarını algılayarak "hayret uyandırıcı" bir yetenek sergilediler.[17] Bu, yarasaların hayvanlar âlemindeki en hızlı iletişim biçimi olarak bilinen ekolokasyon yeteneğinin bir rakibi olduğu anlamına gelir.

Filbalıkları, EOD'lerinin oran, süre, genlik, frekans gibi özelliklerini değiştirerek tür, cinsiyet, boyut, yaş, konum, mesafe ve cinsel eğilim konularında bilgi alışverişinde bulunabilirler. EOD'ler ayrıca sosyal statü ve duyguları da (saldırganlık, boyun eğme ve kur yapma gibi) iletir.[18] Kur yapma esnasında sinyaller potansiyel eşlere cıvıltı, gıcırtı ve çatırtılardan oluşan egzotik örüntülerle "serenatlara" dönüştürülür. (Arzunuzu elektrik aracılığıyla iletiğinizde, "karşı taraftan elektrik almak" deyimi de ek bir anlam kazanıyor.) Balıklar birbirinden farklı olan ve zamanla değişmeyen EOD imzaları sayesinde diğer bireyleri tanıyabilirler. Baskın bireyler bölgelerine izinsiz giren, EOD'lerini tespit ettikleri bireyleri kovalayabilirler, bu da balıkların komşu sularda yüzerken neden EOD'lerini saygılı bir tavırla kapattıklarını muhtemelen açıklar.[19] Balık çiftleri veya grupları EOD'lerini koordine ederek "yankılar" ve "düetler" de üretebilirler. Erkekler çevrelerinde başka erkekler varken EOD atımlarını sırayla çıkacak şekilde ayarlarken, dişiler kendilerininkini erkeklerinkiyle eşzamanlı olacak şekilde ayarlar.

Bir grup filbalığı ya da bıçakbalığı bir arada cıvıldaşırken durum biraz kafa karıştırıcı olabilir. Balıklar sinyal boğulmasını engellemeye yönelik tepkileri sayesinde bu sorunla başa çıkarlar: Eğer iki balığın deşarj frekansı birbirine çok yakınsa ve ayırt edilemeyecek kadar benzeşiyorsa, balıklar sesleri farklılaştıracak şekilde birbirlerine uyumlanırlar.[20] Bir sosyal gruptaki balıkların her biri, komşularıyla arasında 10-15 Hz gibi bir farkın olmasına dik-

kat ederek, her bireyin kendine özgü bir deşarj frekansı olmasını sağlar.[21]

Zambezi Nehri'nin yukarısında yaşayan filbalıklarının EOD sinyallerinin kayıtları, balıkların bu sinyalleri birbirleriyle işbirliği yapmak için de kullandıklarını gösteriyor. Civarda dolanan bir yırtıcının tehdit ettiği balıkların ürettiği EOD'ler, komşuların da katılımıyla bir erken uyarı sistemi işlevi görebiliyor. Yırtıcıların bölgedeki başarılı avlanma oranının düşük olması civardaki bütün balıklara fayda sağlar. Balıklar ayrıca tanışık oldukları komşularla sinyal alışverişinde bulunarak her şeyin yolunda olduğunu, aralarında bir sorun olmadığını bildirebilirler, böylece bölgelerini savunmak için boşuna enerji harcamazlar. Komşu bölgelerde yaşayıp birbirlerine saygı gösteren böyle balıklar, ortamdaki yiyecek azalırsa bir araya gelip geçici sürüler de oluşturabilirler.[22]

Bütün bunların bir balık için fazla karmaşık olduğunu düşünüyorsanız, balık zekâsı hakkındaki algılarınızı gözden geçirmenizin vakti gelmiş demektir. Filbalıklarının en büyük beyinciğe sahip balıklar olduklarını ve beyin ağırlıklarının vücut ağırlıklarına oranının (zekâ konusunda en çok başvurulan göstergelerden biridir bu) bizimkiyle hemen hemen aynı olduğunu ayrıca vurgulamak isterim. Sahip oldukları o gri maddenin büyük bir kısmı da elektro-algıya ve iletişime adanmıştır.[23]

İletişim kurmak için elektrikten faydalanmanın bir bedeli vardır. Elektriği algılayan yırtıcılar araya girebilir mesela. Güney Afrika'daki Okavango Nehri boyunca her yıl gerçekleştirdikleri olağanüstü göç sırasında sürüler halinde avlanan sivridişli yayınbalıklarında da (*Clarias gariepinus*) durum böyledir. Bu balıklar yılın bu döneminde çoğunlukla buldog adı verilen bir filbalığı türüyle beslenir. Gizlice EOD'lerini dinleyerek talihsiz buldogların yerini tespit ederler. Fakat işin içinde bir hile daha vardır. Esaret altındaki buldoglarla yapılan çalışmalar, dişi buldogların EOD'lerinin yayınbalıklarının algılayamayacağı kadar kısa, erkeklerin EOD'lerininse bunlardan on kat daha uzun olduğunu ve dolayısıyla yayınbalıklarının erkekleri kolayca tespit edebildiğini göster-

miştir. Nitekim yayınbalıklarının midelerinde bulunan buldogların boyutsal dağılımı, çoğunlukla erkeklerin yendiğine işaret eder. Türlerin bir başkasının yemeği olmamaya çalışırken giriştikleri evrimsel silahlanma yarışında galip gelmek isteyecek erkek buldogların EOD'lerini kısaltacakları tahmininde bulunabiliriz.[24]

Dokunmanın Zevki

Yanal çizgiler ve elektrik organı deşarjları bizim duyu sistemimize yabancı olsa da, dokunma hissi kesinlikle değildir. Bu tanıdık duygunun balıklardaki karşılığını keşfederken, onu genelde dokunma yoluyla aldığımız ve balıkların yaşamlarının bir parçası olarak pek görmediğimiz başka bir duyuya, zevk duyusuna bağlamak istiyorum.

D. H. Lawrence ikonik şiiri "Balık"ta şöyle der:

> Büyük sürüler halinde akın ederler.
> Ama sessiz, temassızdırlar,
> Ne bir sözü, coşkuyu, ne de bir öfkeyi paylaşırlar.
> Dokunmazlar.
> Bir arada asılı dururlar, daima birbirinden ayrı;
> Ötekilerle aynı dalgada her biri sularla bir başına.

Bu dizeleri seviyorum ve Lawrence'ın ne demek istediğini anlayabiliyorum: Benim havada gelişmiş olan duyularım, balıkların o ağır, yapışkan ortamda asılı kalışlarında yalnızlığa benzer bir şeyler görüyor.

Fakat Lawrence bu dizeleri 1920'lerin başlarında yazarken, balıkların yaşamları hakkında bugün bildiklerimizi bilme avantajına sahip değildi. Balıklar yalnız değillerdir. Birbirlerini birey olarak tanırlar ve kiminle vakit geçireceklerine yönelik tercihleri vardır. Çok çeşitli duyusal kanallar aracılığıyla iletişim kurarlar. Seks hayatları vardır. Birbirlerinden kopuk oldukları fikrinin aksine, balıkların dokunmaya son derece duyarlı olduğu ve dokunsal iletişimin birçoğunun hayatını zenginleştirdiği ortaya çıkmıştır.

Bu kitap için araştırma yaptığım sırada, kafası karışmış bir iz-

leyici bana bir video klip göndermişti;[25] bu kişi bir balığın –bu örnekte adeta *Kayıp Balık Nemo*'dan fırlamış sevimli bir karakter olan parlak turuncu renkte bir Midas çiklitinin (*Amphilophus citrinellus*)– bir insana okşanmak, elde tutulmak ve sonra oyunun devamında suya bırakılmak üzere neden tekrar tekrar geri geldiğini anlayamıyordu.

Sahi, bir balığı bunu yapmaya iten ne olabilir?

Cevap, sanıyorum ki, bunun iyi hissettirmesidir. Balıklar zevkle ilişkili bağlamlarda birbirlerine sık sık dokunurlar. Birçok tür sürtünerek veya nazikçe ısırarak diğerine kur yapar. Temizlikçi balıklar, temizlikçi-müşteri ilişkisini kuvvetlendirmek adına, yüzgeçleriyle okşayarak değerli müşterilerinin gözüne girmeye çalışırlar.[26] Müren ve orfozlar tanıdıkları dalgıçların yanına yaklaşırlar ve dalgıçların kendilerini sıvazlamasına, çenelerini okşamasına izin verirler.

Balıklara ilişkin olarak yaptığım gayriresmi bir kamuoyu araştırmasında, rasgele bin katılımcının sekizi, biraz önce tanıştığımız Midas çiklit balığınınkine benzer davranışlardan bahsetti (ben bu konuda herhangi bir şey sormadığım halde). Bu balıklar, insanların kendilerine dokunmasına, kendilerini tutmasına ve sevmesine izin veriyorlardı. Yazar Cathy Unruh daha sonra bana, Larry adını verdiği bir orfoz hakkında yazdı. Cathy ve diğer dalgıçlar ne zaman orfozun resifine inse, Larry sevilmek için yüzerek yanlarına geliyormuş. Cathy'ye göre Larry göz teması kurmaktan ve dalgıçların çıkardığı baloncuklara bakmaktan hoşlanıyormuş. Bir köpek ya da domuzun yapacağı gibi, düzgün bir şekilde sevilmek için bir o yanını, bir diğer yanını dönüyormuş sırayla. Bugün artık dalgıçların çevresinde dört dönüp, vücutlarını nazikçe okşayan insanlara bazen ailenin kedisiymişçesine sokulan balıkların videolarına internette rastlamak mümkün. Aynı zamanda, güvendikleri sahipleri tarafından sevgiyle okşanmak üzere tekrar tekrar onların ellerine doğru yüzen akvaryum balıklarını gösteren videoların sayısı da giderek artıyor.

Köpekbalıkları, vatozlar ve kelerlerden oluşan diğer büyük ba-

lık grubu da, dokunuşlara, zevk aldıklarını gösteren tepkilerle cevap verir. Dalgıç Sean Payne bir keresinde, Florida kıyısı açıklarında genç bir manta vatozuyla karşılaşmış. Vatoz Payne'e doğru yüzmüş ve vücuduna defalarca sürtünerek, Payne'i ona dokunmaya zorladığı dairesel bir tangoya sürüklemiş. "Ellerimi vücudunun üzerinde gezdirdiğim sırada, kanat uçları, güzel bir göbek kaşıma seansı sırasında bacağı titreyen bir köpeğinki gibi titredi," diyor Payne.[27]

Büyük Deniz Canlıları Derneği'nin kurucusu Andrea Marshall, manta vatozlarını son derece meraklı ve insanlarla etkileşime girmeyi seven canlılar olarak tanımlıyor.[28] Bütün balıklar arasında en büyük beyinlere sahip olan bu keskisolungaçlılar, Marshall'a baloncuk masajı yaptırmaktan hoşlanıyorlarmış. Marshall altlarında yüzüyor ve dalış regülatörüyle onlara baloncuklar üflüyormuş. Duracak olursa vatozlar yüzerek uzaklaşıyor fakat kısa süre sonra devam etmesi için geri dönüyorlarmış. Chicago'daki Shedd Akvaryumu'nda bir buçuk milyon litre hacmindeki bir tankın içindeki beş zebra köpekbalığından ikisinin kurum çalışanı dalgıçlarla birlikte yüzmeyi sevdiğine ilişkin hikâye de pek farklı değil.[29] Vahşi Resif koleksiyonu yöneticisi Lise Watson şöyle diyor: "Regülatörlerimizden çıkan baloncukların verdiği hissi seviyorlar bence. Bakım amaçlı dalışlarımızda regülatörlerimizi onların altına hizalarsak, baloncuklar karınlarını gıdıklarken adeta dans ediyorlar."

Dokunmanın yanı sıra balıklara zevk veren daha birçok şey vardır. Yemek, oyun ve seks bunlar arasında akla ilk gelenlerdir. Sonra bir de rahatlama hali var. Avustralya sularında yaşayan maviyüzgeçli tonbalıkları, güneşin altında uzanırken bir o yana bir bu yana dönerek saatler geçirirler. Bunu neden yaptıkları kesin olarak bilinmiyor. Olasılıklardan biri, vücut sıcaklıklarını yükseltmek için güneşlendikleri; bu sayede daha hızlı yüzerek ve tepki vererek, daha verimli avcılara dönüşüyor olabilirler. Tonbalıkları güneşin sıcaklığından keyif de alıyor olsa gerek; ne de olsa zevk, faydalı davranışları ödüllendirmek için evrimleşmiştir.

Güneşbalıkları adlarını su yüzeyinin hemen altında, yan dönmüş vaziyette güneşlenmeye düşkün olmalarından almışlardır. Bu devasa balıklar aynı zamanda, boyu on beş santimetreye varabilen büyük kopepodlar da dahil olmak üzere kırk kadar farklı dış parazit türünü barındıran parazit otelleri gibidirler. Güneşbalıkları yüzen yosun yataklarının altında sıraya girerek, buralarda yaşayan temizlikçi balıklardan hizmet almayı beklerler. En öndeki güneşbalığı, hazır olduğunu belirtmek için vücudunu yana yatırır.

Fakat parazitlerin bir kısmı balıklar tarafından ayıklanamayacak kadar büyüktür ve bu noktada güneşbalığı bir uzmana danışır. Yüzeye çıkan dev balık, vücuduna nüfuz etmiş deri parazitlerini güçlü gagalarıyla çıkarsınlar diye martıları davet eder. Güneşbalıklarının zaman zaman kuşlara kur yaptığı, yan dönmüş vaziyette onlarla aynı hizada yüzdüğü görülür.

Güneşbalığının cildi tahriş eden bir şeyden kurtulmanın vereceği rahatlamayı bildiğini ve kuşla parazit arasındaki sebep-sonuç ilişkisini anladığını varsayabilir miyiz?[30] Bana kalırsa hayatı boyunca açık okyanusta binlerce kilometre mesafe kateden ve bir asır yaşayabilen bu yaşlı ve bilge canlının davranışına getirilebilecek en uygun açıklama bu.

Zevki bilmek, acıyı da bilmektir. En azından öyle görünüyor. Ama balıkların zengin yaşamlarını kavrama yolunda istikrarlı adımlar atmamıza rağmen, acıyı hissetme kapasitesine sahip olup olmadıkları hâlâ tartışma konusu. Peki bu sahiden tartışılmalı mı? Haydi araştıralım.



ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

Balıkların Hissettikleri

Yaşamın bir hassasiyet çalkantısıdır
iki yanında boydan boya.[1]

D. H. Lawrence'ın "Balık" şiirinden

Acı, Bilinç ve Farkındalık

Ipıslak yarıp tutuşan sudur solungaçlarının
ızgaralarında.[2]

D. H. Lawrence'ın "Balık" şiirinden

BALIKLARDA acı hissi var mıdır? Görünüşleri, davranışları ve omurgalı hayvanlar grubuna mensup olmaları temelinde bazılarımıza göre bu sorunun cevabının "evet" olduğu aşikâr olsa da, birçok insan aksini düşünür. Bu konuda bildiğim kadarıyla ancak kısıtlı kamuoyu araştırmaları gerçekleştirildi, Kuzey Amerika'daki olta balıkçıları ile eğlence amaçlı balıkçılık yapan kişilerin katıldığı bir anket gibi.[3] Bu anket, balıkların acı hissettiğine inananların sayısının inanmayanlarınkinden nispeten fazla olduğunu gösteriyor. Yeni Zelandalıların katıldığı başka bir anket de benzer sonuçlar vermişti.[4]

Balıkların acı hissedip hissetmedikleri sorusu en temel sorulardan biridir – insanlar tarafından öldürülen balıkların sayısının ne kadar fazla olduğuna dair giriş bölümünde söylediklerimizi hatırlayın. Acı hisseden organizmalar ıstırap çekebilirler, dolayısıyla acı ve ıstıraptan kaçınmak isterler. Acıyı hissedebilmek önemsiz bir detay değildir. Bilinçli deneyim gerektirir. Bir organizma hiçbir şekilde acı hissetmeden de negatif bir uyarandan uzaklaşabilir, zihin sürece dahil olmadan sinir ve kasların vücudu hareket ettirdiği refleksif hareketlerde olduğu gibi. Sözgelimi, hastanede yatan, yüksek dozda sakinleştirici verilmiş ve hiçbir şekilde acı hissetmeyen bir hasta bile, yüksek ısı veya yoğun basınç gibi zarar verme ihtimali taşıyan uyaranlar karşısında yine de irkilebilir. Bu

tepki, beyinden bağımsız çalışan periferik sinirler sayesinde gerçekleşir. Biliminsanları bilincin veya acı hissinin dahil olmadığı refleksler için *nosisepsiyon* terimini kullanırlar. Nosisepsiyon, acıyı hissetmenin ilk aşamasıdır – acıyı deneyimlemek için gerekli olsa da yeterli değildir. Ancak nosiseptörlerden gelen bilgi daha gelişmiş beyin merkezlerine iletildiği zaman canımız acır.

Balıkların hisseden canlılar olduklarını düşünmek için makul nedenlerimiz vardır. Omurgalı canlılar olan balıklarda da tıpkı memelilerde olduğu gibi temelde bir omurga, bir dizi duyu organı ve beyin tarafından yönetilen bir periferik sinir sisteminden oluşan bir vücut yapısı bulunur. Zararlı durumları fark edip bunlardan kaçınmayı öğrenmek balıklar için de faydalıdır. Acı, hayvanları sakatlık veya ölümle sonuçlanabilecek zarar görme ihtimallerine karşı teyakkuza geçirir. Yaralanma veya ölüm, bir bireyin üreme potansiyelini azaltır ya da tamamen ortadan kaldırır; doğal seçilimin canlıları bu tür vahim sonuçlardan kaçınmaya teşvik etmesi bundandır. Acı, hayvanlara geçmişte yaşadıkları nahoş olaylardan kaçınmayı öğretir ve onları bu doğrultuda motive eder.

Balıkların bilinçli farkındalığa sahip olup olmadıkları ve dolayısıyla acı çekip çekmedikleri sorusuna cevap vermenizi sağlayabilecek bir öneride bulunabilirim size. Kamuya açık bir akvaryuma gidin. Havuzlardan birini seçin. İçindeki balıkları beş dakika boyunca seyredin. Uzun uzun, dikkatlice izleyin. Gözlerine yakından bakın. Yüzgeçlerine ve vücutlarının hareketine dikkat edin, bu sırada balıkların görme, işitme, koklama ve dokunma duyularına dair bildiklerinizi aklınızın bir köşesinde tutun. Aralarından birini seçin. Diğer balıklara ilgi gösteriyor mu? Hareketlerinde herhangi bir düzen var mı, yoksa otopilottaymışçasına öylesine yüzer gibi mi görünüyor?

Bunu yaptığınızda çoğunlukla rasgele olmayan davranış örüntüleri görürsünüz. Balıkların kendi türdeşleriyle vakit geçirme eğiliminde olduklarını fark edersiniz. Gözlerinin (özellikle vücut kısımları kolayca seyredilebilen daha büyük balıklarda) sabit bir şekilde bakmadığını, yuvalarının içinde döndüğünü görürsünüz.

Hele bir de sabırlı ve dikkatli bir gözlemciyseniz, her bireyin kişisel özellikleri olduğunu da fark edersiniz. Örneğin bir balık ötekinden daha baskın görünebilir, bir çeşit sosyal veya fiziksel sınırı ihlal ederse madunun peşine düşebilir. Bazı bireyler daha maceracı, diğerleri daha utangaç olabilir.

Küçükken akvaryumdaki balıklara bakarken pek dikkat etmezdim. Onları başka varlıklar olarak görmez, sadece yüzmekte olan o rengârenk ve çeşit çeşit yaratığa bakardım. Zamanla ben balıklara daha yakından bakmaya başladıkça balıklar da daha ilgi çekici hale geldiler. Artık yaşamın iki evrenini birbirinden ayıran cam duvarın önünde her vakit geçirişimde, balıkların yüzüşlerinde bir örüntü olduğunu, toplumsal hayatlarının bir düzen çerçevesinde aktığını fark ediyorum. Küçük bir akvaryumda bile, ki doğal ortamdaki karmaşıklığı hiç yansıtmayan bir yaşam alanıdır bu, balıkların yüzmeyi veya dinlenmeyi tercih ettikleri belirli alanlar vardır.

Balıklar uyuyor değiller, kesinlikle uyanıklar, ama olan bitenin farkındalar mı? Farkında olmaya bir şeyleri deneyimlemek, akılda tutmak ve hatırlamak da dahildir. Farkındalığı olan bir canlı sadece hayatta değildir, aynı zamanda bir hayatı vardır. Bu kitapta, balıkların farkındalık sahibi oldukları görüşünü destekleyen birçok bilimsel bilgi yer alıyor. Fakat bazen bir hikâye, mevzuyu bilimin yapabileceğinden çok daha iyi aktarabilir. Pennsylvania'dan fizikçi arkadaşım Ana Negrón benimle şu anısını paylaştı:

1989 yılıydı. Porto Riko'nun kuzeydoğu sahillerindeki cam berraklığında sulara demirlemiş yelkenliye doğru şnorkelle keyifli keyifli yüzüyordum ki yaklaşık 1,2 metre boyunda bir orfozla göz göze geldik. O kadar yakındaydı ki uzansam ona dokunabilirdim. Sol tarafı güneş ışığının altında boydan boya ışıldıyordu. Paletlerimi çırpmayı bıraktım ve donakaldım. İkimiz de hareketsizdik, su yüzeyinin en fazla 30 santimetre altında birbirimizin gözlerinin içine bakarken öylece durup kalmıştık. Ben akıntıyla sürüklenirken vatozun o koca gözleri yuvalarının içinde hareket etti; bana sonsuzluk gibi gelen belki yarım dakika boyunca bakışlarını benimkilerden ayırmadı. İlk kim vazgeçti hatırlamıyorum ama tekneye geri tırmanır tırmanmaz bir balık ile bir kadının birbirinin var-

lığının farkına varmış olduğunu oradaki herkese duyurdum. O zamandan beridir balinaların da gözlerine bakmış olmama rağmen, hâlâ bu balığın mevcudiyetinin diğerlerininkinden daha güçlü olduğunu hissediyorum.

Suda yüzen, birbirini kovalayan, beslenmek için akvaryumun bir ucuna gelen balıkları izlerken, sağduyum bana onların da bilinçli, hisseden canlılar olduğunu söylüyor. Aksini düşünmek, en derinlerdeki sezgilerime ters düşüyor. Ama sağduyu ve sezgi bilimle eş değildir. Bakalım bilim, balıkların hissetme yetisi hakkında bize neler söyleyecek.

Balıklar Hisseder mi?

Pennsylvania Eyalet Üniversitesi'nden Victoria Braithwaite ve Liverpool Üniversitesi'nden Lynne Sneddon, balıkların acı çektiğini savunanların cephesinde yer alan iki önemli balık biyoloğu. Wyoming Üniversitesi'nden emekli olan Profesör James Rose ise balıkların acı çektiği fikrini reddediyor.[5] 2012 yılında Rose ile (her birinin etkileyici birer akademik geçmişi olan) altı meslektaşı, *Fish and Fisheries* dergisinde "Balıklar Gerçekten Acı Hisseder mi?" başlıklı bir makale yayımladı. Rose ve meslektaşlarının argümanlarının merkezinde, balıkların bilinçsiz olduğuna (yani hiçbir şeyin farkında olmadıklarına, hiçbir şey hissedemediklerine, düşünemediklerine ve hatta göremediklerine) dair inançları yatıyor. Acı tamamen bilinçli bir deneyim olduğuna göre, balıkların acıyı deneyimlemesinin mümkün olmadığını öne sürüyorlar. Bu iddianın temelinde benim *kortikomerkezcilik* olarak adlandırdığım bir bakış açısı var; buna göre "insanlardaki gibi bir acı kapasitesine sahip olmak" için bir canlının neokortekse, yani beynin şu karnabahara benzeyen girintili ve kıvrımlı bölümüne sahip olması gerekir. Latince kökenlerine bakıldığında "yeni kabuk" anlamına gelen neokorteks ile kastedilen, omurgalı canlıların beyinlerinin en son gelişmiş kısmı olan yeni, gri maddeden oluşan tabakadır. Bu tabaka sadece memelilerin beyinlerinde vardır.

Eğer neokorteks bilincin merkeziyse ve sadece memelilerin neokorteksleri varsa, bundan, memeliler dışındaki hiçbir canlının bilincinin olmadığı sonucu çıkar. Ama burada büyük bir sorun var. Kuşlarda neokorteks yoktur, yine de kuşların bilinçli olduğuna dair bulgular neredeyse evrensel olarak kabul görür. Kuşların bilişsel becerileri arasında, alet yapımı, gömdükleri nesnelerin yerlerini aylarca hatırlamak, nesneleri (renk ve şekil gibi) ortak özelliklerine göre sınıflandırmak, bir komşunun sesini müteakip yıllarda tanımak, günbatımında yavruları yuvaya geri çağırmak için "isimlerini" kullanmak, büyük kar kütlelerinin veya araba camlarının üzerinden kaymak gibi yaratıcı oyunlar oynamak ve masum turistlerin sandviçlerini ya da dondurma külahlarını çalmak gibi cin fikirli haylazlıklara girişmek bulunur. Kuşların bilinçli hareketleri o kadar etkileyicidir ki, 2005 yılında kuş beynindeki kısımların adları, kuşların paleokorteksinin (eski kabuk) izlediği paralel evrimsel yolu yansıtacak şekilde gözden geçirilmiş, böylece kuşların bilişsel olarak memelilerle karşılaştırılacak düzeyde gelişmiş oldukları vurgulanmıştır.[6] Kuşlar bir canlının bilinçli olması, bir şeyler deneyimlemesi ve zekice davranışlarda bulunması (ya da acı hissetmesi) için neokorteksinin olması gerektiği fikrini saf dışı bırakmıştır.

Neokorteksi olmayan herhangi bir hayvan buna rağmen bilinçli olabiliyorsa, bilinç için neokorteks gerekli değil demektir. Dolayısıyla balıkların bilinçsiz olduğu iddiası temelsizdir. Emory Üniversitesi'nden Lori Marino şöyle diyor: "Gelişmiş farkındalığa sahip olmanın birçok yolu vardır. Balıkların sinir sistemlerinin anatomik açıdan yetersiz olduğu gerekçesiyle acı çekmedikerini öne sürmek, balonların kanatları olmadığı için uçamayacağını iddia etmeye benzer."

Ya da yüzgeçleri olmadığı için insanların yüzemeyeceğini söylemeye.

Memelilerde bulunan korteksin balıklardaki muadili, olağanüstü karmaşıklığı ve çeşitliliğiyle dikkat çeken palyumdur.[7] Ortalama balık palyumu ortalama primat neokorteksine kıyasla daha

az hesaplama gücüne sahip olsa da, palyumun, neokorteksin memeliler için ve paleokorteksin kuşlar için üstlendiği işlevleri yerine getirdiğini giderek daha net görüyoruz. Bu işlevleri ileride ele alacağız; şimdilik aralarında öğrenme, hatırlama, kişileri tanıma, oyun oynama, araç kullanma, işbirliği yapma ve hesap tutmanın bulunduğunu belirtmekle yetineyim.

Zokayı Yutmak

Bir balığın kancaya kısa aralıklarla tekrar tekrar takılması durumuna bakalım. "Yakalanıp serbest bırakıldıktan sonra aynı gün veya ertesinde tekrar yakalanan levreklere dair çok sayıda hikâye duyuyoruz," diyor balık biyoloğu Keith A. Jones, oltayla avlanan balıkçılar için yazılmış bir kitapta.[8] Bazı balıkçılar bunun, haliyle, kancaya takılma deneyiminin balık için travmatik olmadığı anlamına geldiğini iddia ediyorlar. Aksi halde, neden yemi bu kadar çabuk tekrar yutmaya kalksınlar ki? (Benzer şekilde, bir balığın eğer hiçbir şey hissetmiyorsa okşanmak için bir balıkçının eline doğru neden tekrar tekrar yaklaştığını da sorgulayabiliriz.)

Fakat "kanca ürkekliği" de balıkçıların çoğunun aşina olduğu bir terimdir. Balıkların kanca ve oltayla yakalanıp serbest bırakıldıktan sonra normal etkinliklerine dönmelerinin uzun süre aldığını gösteren çalışmalar mevcuttur. Örneğin sazangillerin ve turnabalıklarının kancaya sadece bir kez takılmalarını takip eden üç yıl boyunca yemi tekrar yutmadıkları gözlenmiştir.[9] Büyükağızlı levrekler (*Micropterus salmoides*) üzerinde gerçekleştirilen bir dizi deney, onların da yemi yutmamayı hızlıca öğrendiklerini ve kancadan altı ay boyunca uzak durduklarını gösteriyor.[10]

Vahşi doğadaki hareketlerinin takip edilmesi için ameliyat gibi uygulamalarla vücutlarına verici yerleştirilen balıkların, normal olduğu varsayılan davranışlarına dakikalar içinde döndüğünü gösteren çalışmalar da var, ama bunun balıkların acıyı hissettiği fikrini nasıl şaibeli kıldığını anlamıyorum. Acı içindeki çok aç bir balık hâlâ açtır, dolayısıyla beslenme motivasyonu, deneyimlediği

travmatik acının kısıtlayıcı etkilerinin önüne geçebilir.

Sydney'deki Macquarie Üniversitesi Biyoloji Bilimleri Bölümü'nden, balıklarda bilişsellik ve davranış üzerine araştırmalar yapan Culum Brown, 2014'te verdiği bir röportajda tekrar yakalanma fenomenini değerlendirmişti:

> Beslenmeleri gerekiyor. Dünyada o kadar çok belirsizlik var ki tek bir öğünden bile vazgeçemezler. Çoğu tamamen tok olduğunda bile yemi yer... İnsanlar bana sık sık, "Ama sürekli aynı balığı yakalıyorum," diyor. Eh, çok aç olsanız ve biri hamburgerinizin içine sürekli bir kanca koysa (diyelim ki her on hamburgerden birinde kanca olsa) ne yapardınız? Açlıktan ölmek istemiyorsanız hamburgerleri yemeye devam ederdiniz.[11]

Alabalıklarda Acı Çalışmaları

Kanca ürkekliği mevzusu çok bir şey kanıtlamıyor ve biliminsanlarıyla felsefeciler, hayvanların bilinçli olup olmadıkları üzerine tartışmaya muhtemelen daha uzun süre devam edecekler. Balıkların hissetme kapasitesini derinlemesine araştırmak istiyorsak, balıklarda acı hissiyle ilgili bilimsel çalışmaları incelememiz gerekir. Bu konuda kapsamlı bir araştırma literatürü olmakla birlikte, bu kitapta söz konusu araştırmaların ancak küçük bir bölümünden bahsedebileceğim. Victoria Braithwaite ile Lynne Sneddon'ın kemikli balıkların bir türü olan gökkuşağı alabalıkları üzerinde gerçekleştirdiği deney, bu literatür içindeki en titiz araştırmalardan biridir. Braithwaite'in *Do Fish Feel Pain?* (Balıklar Acı Çeker mi?) adlı kitabı, deneyin bulgularını özetliyor.[12]

Balıkların acı çekme kapasitesini incelemenin ilk adımı, bunun için gerekli donanıma sahip olup olmadıklarını görmekten geçer. Balıklarda ne tür bir sinir dokusu bulunur ve bu doku hissedebilen bir hayvanda olmasını bekleyeceğimiz şekilde mi işler?

Bu soruya yanıt bulmak için, alabalıklar etkili bir ilaç yoluyla kalıcı olarak uyuşturuldular (deney süresince baygın tutulan balıklar deney sona erdiğinde ilaçtan aşırı doz verilerek öldürüldü-

ler) ve yüzlerinde bulunan sinirler ameliyatla açığa çıkarıldı. Trigeminal sinirleri (bütün omurgalılarda bulunan ve yüzdeki hissiyat ile ısırma ve çiğneme gibi motor işlevlerden sorumlu olan kranyal sinirlerin en büyüğü) incelendi ve içeriğinde hem A-delta hem C liflerinin bulunduğu tespit edildi. İnsanlarda ve diğer memelilerde bu lifler, hissedilen acının iki türüyle ilişkilidir: A-delta lifleri yaralanma kaynaklı keskin ve ani acıları bildirirken, C lifleri bu acıyı takip eden daha hafif, zonklayan ağrıları bildirir. İlginçtir ki araştırmacılar alabalıklarda, araştırmaya dahil edilen diğer omurgalılardaki orana (yüzde 50-60) kıyasla daha az oranda (yüzde 4 civarında) C lifi bulunduğunu ortaya çıkardılar. Bu, en azından alabalıklarda, önceki bir yaralanmayı takiben hissedilen müzmin acının daha hafif olabileceğini akla getiriyor. Fakat orandaki bu asimetri çok da önemli olmayabilir, zira –Lynne Sneddon'ın işaret ettiği gibi– alabalıklardaki A-delta lifleri memelilerdeki C lifleri gibi işler, yani birçok zararlı uyarana tepki verir.[13]

Ardından, araştırma ekibi, alabalığın derisine uygulanan zararlı uyaranların trigeminal siniri uyarıp uyarmadığını görmek istediler. Bunun için trigeminal sinir kökü, yani trigeminal siniri oluşturan üç duyu dalının birleştiği bölge uyarıldı. Sinir kökündeki münferit sinir hücrelerine mikroelektrotlar yerleştirildi ve sonra balıkların kafa ve yüzlerinde bulunan alıcı bölgelere üç tür uyaran verildi: ısı uyaranı, dokunsal uyaran ve kimyasal uyaran (zayıf asetik asit). Elektrotların kaydettiği elektrik sinyallerinin gösterdiği üzere üçü de trigeminal sinirde ani etkinlik artışlarına neden oldu. Bazı sinir reseptörleri uyaran türlerinin üçüne de yanıt verirken diğerleri bir veya ikisine yanıt verdi. Bu, araştırmacılara alabalıkların mekanik incinme (örneğin kesik veya delinme), yanma ve kimyasal tahrip (asit kaynaklı) gibi acıya sebep olması muhtemel farklı olay türlerine tepki verecek donanımda olduklarına dair önemli bir ipucu sundu.

Acıyı deneyimlemek için gerekli donanıma sahip olmak, bir organizmanın hissetme kapasitesine sahip olduğu sonucuna varmak için sağlam bir zemin oluştursa da, tartışma burada bitmiyor.

Şimdiye kadar elde edilen onca bulguya rağmen, balıklar herhangi bir gerçek acı hissi olmadan, olumsuz bir uyaran karşısında nöronları, sinir kökleri ve beyinleriyle, yalnızca refleks benzeri bir tepki gösteriyor olabilirler.

Deneylerin sonraki aşamasında alabalıklar dört müdahaleden birine tabi tutuldular: Ağla yakalanıp kısa süreliğine uyuşturulmalarının ardından balıkların ağzına (hemen deri altına) balarısı zehri (1), sirke (2) veya yan etkisi bulunmayan bir tuz çözeltisi (3) enjekte edildi, ya da balıklar aynı şekilde elde tutuldukları halde enjeksiyon gerçekleşmedi (4). 3 ve 4 numaralı müdahaleler araştırmacıların, balıkların sadece elde tutulmaya ve iğneyle enjeksiyona verdikleri tepkileri kontrol etmesini sağladı. Daha sonra alabalıklar, daha fazla rahatsız olmalarını önlemek adına siyah bir perdenin arkasından izlenmek üzere yaşadıkları havuza geri bırakıldılar. Biliminsanları solungaç kapaklarının açılıp kapanma hızlarını (solungaç atım hızlarını) ölçtüler – bunun balıklarda iyi bir stres göstergesi olduğu önceki araştırmalardan bilinen bir gerçektir.

Görünüşe göre, maruz kaldıkları her müdahale alabalıkların strese girmesine neden olmuştu ama her müdahaleye gösterilen stresin seviyesi aynı değildi. İki kontrol grubunda solungaç atım hızları dinlenme sırasındaki normal seyir olan dakikada 50 atım (50 bpm) seviyesinden yaklaşık 70 atım seviyesine çıktı. Balarısı zehri ve sirke gruplarında ise solungaç atım hızı yaklaşık 90 bpm seviyesine ulaştı.

Bu alabalıkların hepsi ışık yandığında beslenmek için bir halkaya yüzecek şekilde eğitilmişti, ama bir gün boyunca beslenmemelerine rağmen maruz kaldıkları farklı müdahalelerin ardından hiçbiri halkaya yaklaşmadı. (Bu, kancaya takılan balıkların serbest bırakıldıktan sonra yem için tekrar kancaya döndüklerine dair anekdot niteliğindeki gözlemlerle çelişen bir durumdur.) Bunun yerine balıklar, göğüs yüzgeçleriyle kuyruk yüzgeçlerine yaslanarak havuzun dibinde dinlendiler. Arı zehri ve sirke enjekte edilen bazı balıklar buna ek olarak bir o yana bir bu yana yalpaladılar ve ara sıra vücutlarıyla ileri doğru atıldılar. Sirke müdahalesine ma-

ruz bırakılan balıklardan bazıları, ayrıca, batma veya kaşınma hissini rahatlatmak istercesine burunlarını havuzun duvarlarına ya da kuma sürttü.

İlk bir saatin sonlarına doğru kontrol grubundaki balıkların solungaç atım hızları normale döndü. Buna karşılık, balarısı zehri ve sirke gruplarındaki balıkların solungaç atım hızları enjeksiyondan iki saat sonra hâlâ 70 bpm seviyesinde veya üzerindeydi ve üç buçuk saat sonrasına kadar normale dönmedi. Ek olarak, enjeksiyonu takip eden bir saat içinde kontrol grubundaki balıklar ışık yandığında kıpırdanmaya başladılar fakat yine de yem verilen halkaya yaklaşmadılar. Enjeksiyondan bir saat 20 dakika sonra her iki kontrol grubundaki balıklar yem halkasına yaklaşıyor ve suyun içinde aşağı doğru süzülen yemleri alıyorlardı. Balarısı zehri ve sirke verilmiş balıkların yem halkasına tekrar ilgi göstermesi neredeyse üç kat zaman aldı.

Alabalıkların maruz kaldıkları bu kötü muameleye gösterdikleri olumsuz tepkiler, bir ağrıkesici olan morfin kullanılarak kayda değer ölçüde azaltıldı.[14] Morfin, opioidler olarak adlandırılan bir ilaç grubuna mensuptur ve balıkların sistemlerinin opioide cevap verdiği bilinen bir gerçektir. Burada ilaca cevaben sergiledikleri davranışlar da ilaç verilmesinin ardından hissettikleri acıda azalma olduğunu gösteriyor.

Hemen hemen aynı dönemde yürütülen ayrı deneylerde, Moskova Devlet Üniversitesi'nden balıkbilimci Lilia Chervova nosiseptörlerin (zararlı uyaranlara duyarlı sinir dokusu) alabalıkların, morinaların ve sazanların vücutlarında yaygın olarak bulunduğunu belgeledi.[15] Hassasiyetin en çok gözler, burun delikleri, kuyruk ve göğüs yüzgeçleri ile sırt yüzgeçlerinde, yani nesneleri duyumsama ve hareket ettirme işinin çoğunu üstlenen, bizdeki yüz ve ellere karşılık gelen uzuvların etrafında yaşandığını tespit etti. Chervova ayrıca tramadol adlı ilacın elektrik şoklarına duyarlılığı doza bağlı olarak baskıladığını keşfetti: Ne kadar ilaç, o kadar hızlı rahatlama.

Braithwaite, Sneddon ve Chervova'nın yürüttüğü deneyler, ba-

lıkların acıyı *hissettiklerine*, tepkilerinin olumsuz bir uyarana gösterdikleri refleks benzeri bir tepkiden ibaret olmadığına yönelik savı kuvvetle destekliyor. Fakat daha üst düzey bilişsel süreçlerin dahil edilmesiyle karmaşık davranışların değişimini içeren bir deney daha yapılabilirdi. Balıkların aşina olmadıkları bir nesneyi fark etmelerini ve ona ilgi göstermelerini içeren bir deney mesela. Böylece Sneddon, Braithwaite ve Michael Gentle bu konuya odaklanmaya karar verdi.

Balıkların çoğu gibi alabalıklar da çevrelerindeki yeni nesneleri fark ederler ve bilhassa bu nesnelerden kaçınırlar. Bunu bilen araştırmacılar kırmızı Lego parçalarından bir kule inşa edip balıkların yaşadığı havuza yerleştirdiler.[16] Yakalanıp dudaklarına tuzlu çözelti enjekte edilmiş "kontrol" balıkları, yaşadıkları havuza geri bırakıldıklarında kuleden bilfiil kaçınırken, sirke enjekte edilmiş balıklar zaman zaman kulenin etrafında dolandılar. Görünüşe göre sirke, alabalıkların daha üst düzey bilişsel davranış sergileme becerilerine, yeni bir nesneyi fark edip ondan kaçınma kapasitelerine zarar vermişti. Araştırma ekibi sirkenin yol açtığı acının, müteessir alabalıkların dikkatini, sağ kalmaya yönelik rutin davranışlarını sergileyemeyecekleri kadar dağıttığı çıkarımında bulundular.

Bu "dikkat dağılması" tezini biraz daha güçlendirmeyi amaçlayan deneylerden birinde, her iki müdahale grubundaki balıklara tuzlu su çözeltisi ya da sirke enjeksiyonunu takiben morfin enjekte edildi. Neticede her iki gruptaki balıklar da bu kez Lego kulesinden kaçınma davranışı sergilediler.

Balıkların Hissetme Kapasitesi Üzerine Diğer Çalışmalar

Burada özetlediğim deneyler balıkların acı çekip çekmediği tartışmasını nihayete erdirmeye yetmez. Bizim acı verdiğini düşündüğümüz durumlara balıkların verdikleri tepkileri değerlendirmek için başka yaklaşımlar da söz konusudur. Kötü uyaranlara bilinçsizce verilmiş refleks benzeri bir tepkinin aksine, acının bilinçli

olarak deneyimlendiğine işaret eden göstergelerden biri değişken ya da incelikli tepkilerdir. Bunu araştırmanın bir yolu, uyaranın yoğunluğunu değiştirmektir. Örneğin bir deneyde cennetbalıkları (*Macropodus opercularis*) düşük yoğunluktaki elektrik şoklarına daha hızlı bir şekilde yüzerek, adeta kaçış yolu arıyorlarmışçasına tepki verdiler.[17] Buna karşılık, yüksek yoğunluktaki şoklar, şokun kaynağından uzaklaşmalarına ve savunmacı davranışlar sergilemelerine sebep oldu.

Diğer bir yaklaşım, bir balığa verilen uyaranı farklı davranışsal durumlarda uygulamaktır. 132 zebrabalığının (*Danio rerio*) yer aldığı bir araştırmada, kuyruğuna asetik asit enjekte edilen balıkların tepkileri, balıkların enjeksiyon öncesinde korkutulup korkutulmadıklarına göre farklılık gösterdi.[18] Sadece enjeksiyona maruz kalan zebrabalıkları düzenli olmayan bir biçimde yüzmeye ve kuyruklarını herhangi bir itiş gücü yaratmayacak şekilde çırpmaya başladılar. Ne var ki, enjeksiyon öncesinde başka bir zebrabalığının alarm feromonlarına maruz bırakıldıklarında, yeni veya ürkütücü bir şeyle karşılaştıklarında verdikleri normal tepkiyi verdiler: Ya bir yerde donup kaldılar ya da suyun yüzeyine yakın yerlerde yüzmeye başladılar. Ne düzensiz bir biçimde yüzdüler ne de kuyruklarını çırptılar. Bu fark, balıklarda korkunun acıyı bastırdığı veya baskıladığı izlenimini uyandırıyor: insanlarda ve diğer memelilerde iyi bilinen bir durum. Adaptasyona yönelik bir cevaptır bu çünkü ölümle sonuçlanabilecek tehlikeli bir durumdan kaçmak, bir yarayla ilgilenmek için durmaya göre önceliklidir.

Öte yandan Lynne Sneddon zebrabalıklarında acıyı incelemenin bana kalırsa en ikna edici yollarından birine başvurdu: Onlara acılarının hafiflemesi için bir bedel ödemeye razı olup olmadıklarını sordu.[19] Esaret altındaki birçok hayvan gibi, balıklar da uyarılmaktan hoşlanırlar. Örneğin zebrabalıkları, bitkilerin ve keşfedilecek nesnelerin bulunduğu zengin bir bölmede yüzmeyi, aynı havuzda bulunan boş bir bölmede yüzmeye tercih ederler. Sneddon zebrabalıklarına asetik asit enjekte ettiğinde bu tercihte bir değişiklik olmadı; (sadece kısa süreli acıya neden olan) tuzlu su

enjekte ettiği diğer zebrabalıkları için de durum değişmedi. Fakat asit enjekte edilmiş balıklar, havuzun tercih edilmeyen boş bölmesine ağrı kesici karıştırıldığında karar değiştirip bu boş bölmede yüzmeyi tercih ettiler. Tuzlu su enjekte edilmiş balıklar ise havuzun zengin bölmesinde kaldılar. Yani zebrabalıkları, acılarını hafifletmek için bedel ödemeye hazırdır.

Norveç Veterinerlik Fakültesi'nden Janicke Nordgreen ve Stanford Üniversitesi'nden Joseph Garner'ın, japonbalıklarında acı deneyimini test etmek için sundukları farklı yöntem, şaşırtıcı bir sonuç ortaya çıkardı.[20] On altı japonbalığına ısıtıcı özelliği bulunan küçük metal levhalar taktılar ve sıcaklığı yavaşça artırdılar. (Cihazın, ciddi yanıkların oluşmasını önlemek adına, ısıtıcıları kendiliğinden kapatacak sensör ve koruyucularla donatıldığını okuduğumda biraz rahatlamıştım.) Japonbalıklarının yarısına morfin, diğer yarısına tuzlu su verildi. Araştırmayı yürütenler, eğer ısı japonbalıklarının canını acıtıyorsa, morfin verilmiş balıkların tepki göstermeden daha yüksek sıcaklıklara dayanabilmesi gerektiğine inanıyorlardı.

Öyle olmadı. Her iki grupta yer alan balıklar da ortalama bir acı tepkisi gösterdiler: Yaklaşık olarak aynı sıcaklıklarda "kımıldanmaya" başladılar. Buna rağmen araştırmacılar, yaşadıkları havuzlara geri bıraktıkları japonbalıklarını otuz dakika veya daha uzun bir süre boyunca izlediklerinde, iki gruptaki balıkların farklı davranışlar sergilediklerini gözlemlediler. Morfin verilmiş olan balıklar her zamanki gibi yüzerken, tuzlu su verilmiş olanlar vücutlarının kafa ve kuyruk tarafını hızla aynı yöne doğru hareket ettirmek, hızlıca yüzmek, kafa veya gövdelerini yanlara doğru hareket ettirmeden kuyruklarını sallamak gibi kaçmaya yönelik tepkileri daha fazla sergilediler.

Garner ve Nordgreen'in çalışması, bir balığın hem ilk andaki keskin acıyı hem de onu takip eden müzmin acıyı hissettiğinin kanıtıdır. Bu, elimizi sıcak bir sobanın üzerine koyduğumuzda gösterdiğimiz tepkiye benzetilebilir. Başta ani, refleks benzeri bir yanıt veririz: Bir an bile düşünmeden elimizi istemsizce ısı kayna-

ğından çekip kurtarınız. Acının en şiddetli kısmını ancak bir saniye kadar sonra hissederiz. Ardından vücutlarımız incinen uzvu korumaya çalışırken ve bize bunu bir kez daha yapmamamızı hatırlatırken, saatler veya günler boyunca acı çekebiliriz. Bu sonuç bana şunu düşündürdü: Japonbalıklarında, alabalıklarda az miktarda bulunduğu araştırmalarla kanıtlanmış olan C liflerinden – hani şu müzmin, zonklayan acıyla ilintili olan liflerden– daha çok miktarda olabilir.

Bilimsel Mutabakata Doğru

Balıkların acıyı hissettiğine yönelik kanıtların sayısı, günümüzde saygıdeğer kurumların da bu olguyu desteklemesine yetecek seviyeye ulaşmış durumdadır. Bu kurumlar arasında bulunan Amerikan Veteriner Hekimler Birliği, 2013 tarihli Hayvanlarda Ötanazi İçin Kılavuz'da şöyle yazar:

Yüzgeçli balıkların [kabuklulardan olmayan balıklar] acıya verdiği tepkilerin basit reflekslerden ibaret olduğu yönündeki tezler, nosiseptör türüne bağlı olarak önbeyin ve ortabeyinde gerçekleşen elektriksel aktivitelerin farklılık gösterdiğini kanıtlayan çalışmalarla çürütülmüştür. Zararlı uyaranlardan kaçınmanın öğretildiği çalışmalarda yüzgeçli balıkların sergilediği öğrenme ve hatırlama becerisi, bu balıkların idrak ve hissetme kapasitesine dair tartışmaları öyle bir noktaya taşımıştır ki, yapılan araştırmalarla toplanan kanıtlar, yüzgeçli balıkların da acı hafifletme hususunda karada yaşayan omurgalılarla aynı kriterlere göre değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir.[21]

2012 yılında bir grup saygın biliminsanı, güncel bilimsel kavrayışta hayvan bilincinin nasıl ele alındığını tartışmak üzere Cambridge Üniversitesi'nde bir araya geldi.[22] Bütün gün süren tartışmaların ardından bir Bilinç Deklarasyonu hazırlandı ve imzalandı. Bu deklarasyonda varılan sonuçlar arasında şu da yer alıyordu:

Davranışsal/elektrofizyolojik durumları (dikkat, uyku ve karar vermeyi) destekleyen sinir devreleri, omurgasız türlerinin çoğaldığı evrimin erken aşamalarında ortaya çıkmış gibi görünmektedir ve gerek bö-

ceklerde gerekse ahtapot gibi kafadanbacaklı yumuşakçalarda belirgindir.

Bunun anlamı şu: Bilinç için omurgaya sahip olmak gerekmez. Dahası:

Duyguları destekleyen sinir altyapısı kortekstekı yapılarla sınırlıymış gibi görünmemektedir. Aslında, insanlardakı duygulanım anlarında harekete geçen korteks-altı sinir ağları, hayvanların sergilediği duygusal davranışlar için de kritik öneme sahiptir.

Bu şu anlama geliyor: Duygular beynin korteks dışındaki bölgelerinden de kaynaklanır. Ve:

Neokorteksinin olmayışı, bir organizmanın çeşitli duygulanım hallerini deneyimlemesine engel oluyormuş gibi görünmemektedir.

Bu ise şu demek: Yiyecek karşısında heyecan duymak veya yırtıcılardan korkmak için büyük, kıvrımlarla dolu, insanlardakine benzeyen bir beyninizin olması şart değildir.

Şimdi şöyle düşünüyor olabilirsiniz: Aferin size akıllı biliminsanları, sağduyumuzun bize zaten açıkça söylediği bir şeyi fark eden son kişiler olduğunuzu göstermenin yeni bir yolunu icat etmişsiniz. Psikolog ve yazar Gay Bradshaw'un gözlemlediği gibi: "Bu yeni bir haber değil, Bilim 101'dir."[23] Fakat bu durum aynı zamanda, aslen bireye özel olan bir fenomeni (bilinci) kabul etmenin zorluğunu ve bilimin bunun insan dışı bir varlıkta bulunabileceğini kabullenmek konusunda tarih boyunca gösterdiği gönülsüzlüğü de gözler önüne seriyor.

Balıklarda, acının hem fizyolojik hem davranışsal ayırt edici göstergeleri mevcuttur. Memelilerin ve kuşların zararlı uyaranları tespit etmekte faydalandığı özelleşmiş sinir liflerinden onlarda da bulunur. Elektrik şoklarından ve oltayla avlanan balıkçıların kancalarından kaçmayı öğrenebilirler.[24] Fiziksel olarak nahoş muamelelere maruz bırakıldıklarında bilişleri de bozulur ve çektikleri acı hafifletilerek bu bozulmanın etkileri ortadan kaldırılabilir.

Peki ama bu, balıkların acı çekip çekmediği ve bilince sahip olup olmadığı konusunda süregelen tartışmayı bitiriyor mu? Pek sayılmaz. Sırtını belirsizliğin duvarına yaslayarak balıkların acı hissetmediğini ileri sürecek birileri her zaman çıkabilir. Araştırılan az sayıdaki balık türünden elde edilen bulguların gerçek bir acı deneyimine işaret ettiği kabul edilse bile, neşter, şırınga veya küçük ısıtıcı levhalara maruz bırakılma bahtsızlığına uğramamış çok sayıda başka türün acı hissedip hissetmediğini bilmediğimizi iddia edenler olabilir.

Ama sonuç olarak, bilimsel mutabakat balıkların bilince ve acı çekme kapasitesine sahip olduğu yönündedir. Dahası, bilinç muhtemelen ilk olarak balıklarda ortaya çıkmıştır. Niçin? Çünkü balıklar ilk omurgalılardı, çünkü bugün yaşayan memelilerle kuşların atalarının karaya ayak basmasından önce balıklar 100 milyon yıldan uzun süredir evrim geçiriyordu ve çünkü yaşadıkları yerden böylesine çarpıcı ölçüde farklılık gösteren bir yeryüzü parçasını kolonileştirmeye başladıkları sırada, bir nebze olsun donanıma sahip olmak kesinlikle çok işlerine yarardı. Bugünkü balıkların bilinçli ve hissedebilen canlılar olduklarına işaret eden beceriler sergilemeleri de balıkların atalarının bilinç geliştirmiş olmasının muhtemel olduğunu gösteriyor. Birazdan keşfedeceğimiz gibi, balıklar beyinlerini kullanarak kendilerine fayda sağlayan şeyler yapabilirler.

Stresten Sevince

Balığın yüzü herkesin bildiği gibi zayıf özelliklerinden biridir. İlk gerçek yüz denemesi olduğu hesaba katıldığında bile, ağız, burun, gözler ve alnın –buna alın denebilirse tabii– nizami bir şekilde yerleşmiş olduğunun ötesinde bir şey söylemek zordur. Bu yüz, ne kaş çatmaya ne de gülümsemeye yarar; balık şayet bunları yapabilseydi, gerçekte gördüğünden çok daha fazla şefkat görürdü.

Brian Curtis, *Balıkların Hayat Hikâyesi*[1]

BİR SÜRE ÖNCE Lori adlı bir kadın bana iki balığın hikâyesini anlattı. Lori 2009'un sonlarında yaklaşık yirmi litre hacimli bir akvaryum ile üç küçük japonbalığı satın almış: bir oranda, bir siyah teleskop ve bir ryukin. Sudaki hayata yeni merak salanların birçoğu gibi Lori de nasıl balık bakılır bilmiyormuş ve takip eden yıllar boyunca birkaç japonbalığı daha edinip kaybetmiş. Ama en baştaki ryukin ile siyah teleskop hayatta kalmış. Lori ryukine "Seabiscuit" (Sukurabiyesi), kocası ise siyah teleskoba "Blackie" (Karam) adını vermiş.

Lori bir gün öğle yemeği için eve geldiğinde dehşet verici bir sahneyle karşılaşmış: Blackie, Lori'nin balıklar için değişiklik olsun diye akvaryuma yerleştirdiği dekoratif bir pagodanın içine sıkışmış. Dışarı çıkmak için çabalayan Blackie kendisini plastikten yapılma hapishanesinin duvar ve camlarına durmadan çarpıyormuş. Bitkin görünüyormuş.

Bu esnada Seabiscuit çılgınca Blackie'ye doğru atılıyormuş; Lori onun Blackie'yi pagodadan kurtarmak için çabaladığını düşünmüş, yapıyı yerinden kıpırdatarak Blackie'yi serbest bırakma-

ya çalışıyor gibiymiş. Derken Lori büyük bir dikkatle pagodaya uzanmış ve parmaklarıyla mümkün olan en nazik şekilde Blackie'yi serbest bırakmaya çalışmış. Balık iyi görünmüyormuş. Bir tarafındaki bütün pullar sürtünmeden dolayı dökülmüş, o kadifemsi görüntüsü kaybolmuş, sağ gözü şişmiş ve yaralanmış. Akvaryumun dibinde aşırı halsiz bir biçimde salınıyor, hemen hemen hiç hareket etmiyormuş. Lori, Blackie'nin hayatta kalamayacağını düşünmüş.

Takip eden birkaç gün boyunca Seabiscuit adeta korumak istercesine Blackie'nin yakınında yüzmüş ve nihayetinde küçük siyah teleskop sağlığına kavuşmuş. Gözü iyileşmiş ve zarar gören tarafında zamanla yeniden bir dizi pul oluşmuş.

Lori o andan itibaren Blackie ile Seabiscuit'ın arasındaki ilişkide belirgin bir değişim gözlemlemiş. Bana açıkladığına göre: "Pagoda kazasından önce Seabiscuit patronluk taslıyor, Blackie'yi sık sık agresif bir şekilde kovalıyordu, fakat bu davranışı sona erdi. Balıkları duygu ve kişilikleri olan bireyler olarak algılamaya başladım."

Onları 75 litrelik, filtresi daha büyük olan ve içinde asgari düzeyde nesnenin bulunduğu bir akvaryuma taşımış. Blackie Haziran 2015'te, altı yaşındayken, görünüşe göre bir filtre kazası yüzünden ölmüş. Seabiscuit ise hâlâ hayattaymış; şimdi bir okul festivalinden kurtarılan bir japonbalığı arkadaşı varmış.

Yirmi beş yıl önce bir Güney Afrika gazetesinde yayımlanan başka bir hikâye, Lori'ninkiyle tuhaf benzerlikler taşıyor.[2] Hikâye, ağır yaralanmış ve zar zor yüzen bir siyah teleskopbalığıyla –evet adını doğru tahmin ettiniz, Blackie adında bir balıkla– ilgili. Blackie, Big Red (Koca Kızıl) adında daha büyük bir japonbalığına evsahipliği yapan bir akvaryuma taşınmış, Big Red de akvaryumunu paylaştığı bu sakat arkadaşa hemen alaka göstermiş. Ayrıca, kendisini Blackie'nin hemen altına konumlandırarak ona destek sağlamaya başlamış. Akvaryumun içinde iki kafalı bir canlı gibi birlikte yüzüyorlarmış; Big Red, Blackie'nin hareket etmesine ve suyun yüzeyine serpiştirilen yeme ulaşmasına yardımcı olan

itme gücünü sağlıyormuş. Hayvan dükkânının sahibi, Big Red'in bu davranışını balığın duyduğu şefkate yoruyormuş.

Duygusal Donanım

Lori'nin ve Güney Afrikalı hayvan dükkânı sahibinin hikâyelerinin bilimsel ağırlığı pek yoktur çünkü bunlar tekil, anekdot niteliğinde gözlemlerdir; altlarında yatan duygu ve davranışları yorumlamanın zorluğu hepimizin malumudur. Örnek vermek gerekirse, Seabiscuit'ın korkup veya strese girip, pagodaya sıkışan Blackie'ye saldırmadığını nasıl bilebiliriz? Bana kalırsa, iki balığın ilişkisinde sonradan gerçekleşen kalıcı değişiklik daha önemli bir gözlem. Blackie'nin yaşadığı kazanın mühim bir olay olduğu ve onları birbirlerine yaklaştırdığı izlenimini uyandırıyor.

Anekdotları bir kenara bırakacak olursak, balıkların duygularına dair bilim ne diyor? Balıkların beyinleriyle vücutlarındaki donanım, araştırmaya başlamak için iyi bir nokta.

Duygular, evrim yoluyla korunmuş ve tüm omurgalılarda ortak olan görece eski beyin devreleriyle ilişkilidir.[3] Önceki bölümde gördüğümüz gibi, korkudan donakalmak veya sinirlenmek için neokorteksi olan büyük bir beyne ihtiyacınız yoktur. Sayısı giderek artan birçok uzman, duyguların bilinçle beraber ortaya çıktığını savunuyor. Tepki göstermek bazen düşünmekten yeğdir. Aniden bir yırtıcıyla karşı karşıya kalan bir erken dönem deniz canlısı olduğunuzu düşünün. Kendi kendinize "Hay allah, buradan gitsem iyi olacak," diye düşünmeniz gerekirse, çok geçmeden birinin yemeği olursunuz. Dehşet içindeyken hemen kaçmak ve düşünme işini sonraya bırakmak daha faydalıdır.

Duygular salgı bezlerimiz tarafından üretilen, fizyolojimizi ve davranışımızı etkileyen maddeler olan hormonlarla yakından ilişkilidir. Beynin nöroendokrin yanıt olarak adlandırılan hormonal örüntüleri üretme şeklinin kemikli balıklarda ve memelilerde neredeyse özdeş olduğu biliniyor.[4] Bundan ise şu sonuç çıkıyor: Bu örüntüler bilinç ve duygular düzleminde de benzer rol oynayabi-

lirler, yani bu iki grubun fizyoendokrinolojisi de benzer olabilir.

Oksitosin bu paralelliklere örnek teşkil eder. "Sevgi hormonu" olarak da bilinen oksitosin bağ kurmakla, orgazmla, doğum sancılarıyla, bakımla ve âşık olma hissiyle ilişkilidir. Kanada'nın Hamilton şehrindeki McMaster Üniversitesi'nden araştırmacılar, aynı hormonun balık versiyonu olan *izotosin*'in de farklı sosyal ortamlarda davranışı düzenlediğini keşfettiler.[5] Yetişkin erkek nergis çiklitlerine (*Neolamprologus pulcher*) izotosin ya da tuzlu su çözeltisi enjekte edildiğinde, tuzlu su çözeltisi verilen kontrol grubu gözle görülür bir davranış değişimi sergilemedi. Buna karşın izotosin verilen balıklar daha duygusallaştılar; bölgelerini korumak için rekabet ederken, daha büyük olarak algıladıkları rakiplere karşı daha agresif bir tavır sergilediler. Şaşırtıcı bir şekilde, hiyerarşinin ortalarında yer alan çiklitlere izotosin verildiğinde, kendi sürülerinin diğer mensupları karşısında itaatkâr davranışlarda bulundular. Araştırmayı yürütenler bu boyun eğme davranışının, son derece sosyal hayvanlar olan (ve yavrularını da beraber yetiştiren) bu balıkları koruduğu, grubu uyumlu ve daha istikrarlı kıldığı çıkarımında bulundular. Bildiğimiz anlamıyla sevgi olmasa bile hoş ve dostça bir yanıttır bu.

Balıkların duygularını incelemek için bir diğer yol, memeliler ve kuşlarla aralarındaki paralellikleri görmek adına beyinlerini benzer travmalara maruz bırakıp sonuçları karşılaştırmaktır. Bu tür karşılaştırmaların hedeflerinden biri amigdaladır. Amigdala, beynin kadim limbik sisteminin bir parçasını oluşturan badem şeklinde bir çift yapıdır. Memelilerde amigdala duygusal tepkilerin yönetimi, hafıza ve karar verme süreçlerinde etkilidir. Görünüşe göre amigdalanın rolünü balık beyninde mediyal (iç-yan) palyum üstlenmiştir. Bu bölge (sinir kaynağı kesilerek) devre dışı bırakıldığında veya elektriksel olarak uyarıldığında, benzer müdahalelere tabi tutulan kara hayvanlarında görüldüğü gibi, saldırganlık düzeyinde değişiklikler meydana gelir.[6] Japonbalıkları üzerinde yapılan çalışmalar, mediyal palyumun korkutucu bir uyarana verilen duygu temelli yanıtta da rol oynadığını gösterir.[7]

Peki balıklar korkularını nasıl gösterirler? Örneğin, bir yırtıcının saldırısına uğradıklarında nasıl tepki verirler? Korkmuş canlılardan bekleyeceğimiz şekilde davranırlar.[8] Daha hızlı nefes alıp vermeye ve alarm feromonları salgılamaya ek olarak, kara hayvanlarının korktuklarında sergiledikleri klasik davranışları sergilerler: Kaçabilirler, donup kalabilirler, daha büyük görünmeye çalışabilirler ya da renk değiştirebilirler. Bir süre boyunca beslenmeyi de bırakabilir ve saldırının gerçekleştiği alandan kaçınabilirler.[9]

Bir balığa insanda kaygı hafifletme etkisi gösteren ilaçlar verildiğinde balık rahatlar mı? Oksazepam bu tür ilaçlardandır; insan hastalar tarafından büyük ölçüde kaygı ve uykusuzluğun tedavisiyle alkol yoksunluğu semptomlarını kontrol etmede kullanılır. İsveç'teki Umeå Üniversitesi'nden Jonatan Klaminder ve diğer araştırmacılar vahşi tatlı su levreklerini (*Perca fluviatilis*) yakalayıp oksazepama maruz bıraktıklarında, balıkların hareketliliği ve hayatta kalma şansları arttı.[10] Hareket artışı, insanları rahatlatan bir ilaca şaşırtıcı bir tepki gibi görünebilir, fakat aslına bakılırsa balıkların verdiği tepki rahatlama etkisiyle tutarlıdır: Sakin balıklar çevrelerini keşfetmekten daha az korkarlar. Bu deneyde, müdahale edilmiş balıklar müttefikleriyle oluşturdukları kümelerde daha az vakit geçirdiler ve çevrelerinde daha çok yiyecek aradılar, ki bu da yırtıcıların bulunmadığı bir esaret ortamında hayatta kalma oranlarının neden daha yüksek olduğunu açıklıyor olabilir.

Çevre güvenliyken rahatlamakta hiçbir sakınca yoktur, fakat korku da iyi bir gerekçeyle evrilmiştir: Korku, bizi tehlikeden kaçıp saklanmaya motive eder. Balıklar yetenekli sosyal öğrenicilerdir, kendi türlerine mensup diğer balıkların tepkilerini gözlemleyerek bile bir şeyden korkmayı kolaylıkla öğrenebilirler. Örneğin, camdan bir engelin diğer tarafında yüzen aşina olmadıkları yırtıcılardan önceleri korkmayan deneyimsiz yassıkafalı golyanlar (*Pimephales promelas*), deneyimli olanların korku dolu tepkilerini izleyerek, bu yırtıcılardan kaçmayı kısa süre içinde öğrenmişlerdir.[11]

Yassıkafalı golyanlar ayrıca türdeşlerinin salgıladığı alarm feromonuna maruz kaldıklarında da yırtıcılardan kaçmayı öğrenirler (alarm feromonunu balıkların koku yeteneği üzerine tartışmamızdan hatırlayacaksınız). Peki gizli bir tehlikenin habercisi olabilecek kokuya dayalı bu ipuçlarını, görsel ipuçları kadar ciddiye alırlar mı? Görünüşe göre hayır. Saskatchewan Üniversitesi'nden biliminsanları yassıkafalı golyanları aşina olmadıkları bir kokunun "güvenli" olduğu yönünde eğittiler; bunu, söz konusu kokuyu takdim etmenin onlar için olumsuz bir sonuç doğurmadığını göstererek yaptılar.[12] Aslında bu koku, golyanlar için tehlikeli bir yırtıcı olan turnabalığının kokusuydu, fakat araştırmada kullanılan golyanlar turnabalıklarının yaşamadığı bir havuzdan toplanmışlardı, dolayısıyla turnabalığı kokusundan ve etkilerinden habersiz oldukları varsayıldı. Golyanlardan oluşan bir kontrol grubu ise nötr (turnabalığı kokusunun olmadığı) suyun içinde aynı eğitime tabi tutuldu. Test gününde her iki eğitim grubunda yer alan golyanlar turnabalığı kokusuyla birlikte ya golyan alarm feromonuna (1), ya da tehlike oluşturan turnabalığının kokusuna tepki gösteren, tecrübeli ve dolayısıyla korkan, "model" niteliğindeki bir golyana (2) maruz bırakıldılar. Daha önce turnabalığı kokusuna maruz kalmamış olan golyanlar, alarm feromonuna ve model golyanın sergilediği korkma tepkisine aynı şekilde tepki verdiler. Ne var ki, turnabalığı kokusunun "güvenli" olduğu yönünde eğitilmiş olan golyanlar alarm feromonuna pek tepki vermezken, korku içindeki türdeşlerini görünce karakteristik korku davranışları sergilediler (daha az hareket etmek, daha az yiyecek aramak ve kuytulara sığınmak gibi).

Yani korkuyu görmek kokuyu koklamaktan daha ikna edicidir, en azından bir yassıkafalı golyan için. Çalışma ayrıca, yenme riskiyle karşı karşıya kalınca golyanların kendilerinden çok diğer golyanlara güvendiklerini gösteriyor. Dikkate alınan bir tehdidin zararsız çıkması, görmezden gelinen bir tehdidin gerçek olduğunun anlaşılmasından iyidir. Eskilerin dediği gibi, eşeği sağlam kazığa bağlamak lazım.

Stres Atmak İçin

Korkulası durumlardan uzaklaşma becerisi sadece hayatta kalmak için değil, uzun süreli sağlık açısından da önemlidir. Sıçanlar, köpekler, maymunlar ve diğer türler üzerinde gerçekleştirilen rahatsız edici çalışmaların sonuçlarından –ve dahası savaş kurbanları ile diğer sıkıntılara uzun süreli maruz kalan insanlardan– biliyoruz ki süreğen stres kaygı, depresyon ve bağışıklığın zayıflaması gibi birçok soruna yol açabilir.[13]

Vücudumuzun strese verdiği yanıtlardan biri kortizol salgılamaktır. Stres hormonu olarak adlandırılan bu hormon, stresi düzenleme görevi üstlenir ve balıklar dahil diğer omurgalılarda da aynı işi yapar.

Max Planck Nörobiyoloji Enstitüsü ve California Üniversitesi'nden bir grup biliminsanı, kortizol eksikliği çeken, genetiğiyle oynanmış zebrabalıkları üzerinde bir araştırma gerçekleştirdi.[14] Stres seviyeleri sürekli yüksek olan bu balıklar davranış testlerinde depresyon belirtileri gösteriyordu. Normal zebrabalıkları yeni ortamlara yerleştirildiklerinde çekingen davranırlar ve ilk birkaç dakika boyunca etrafta tereddütle yüzerler. Ama kısa süre sonra merak ağır basar ve yeni havuzlarını incelemeye başlarlar. Buna karşın mutant balıklar yeni durumlarına alışmakta büyük zorluk çekmiş ve yalnızlığa bilhassa güçlü bir tepki göstermişlerdi: Havuzun zeminine alçalmış ve tamamen hareketsiz kalmışlardı.

Balıkların davranışı, suya kaygı önleyici bir ilaç olan diazepam (Valium) veya bir antidepresan olan fluoksetin (Prozac) katıldığında normale döndü. Ayrıca sosyal etkileşimler –mesela akvaryum camının öte yanında başka zebrabalıkları görmek– de mutant bireylerdeki depresif davranışların azalmasına yardımcı oldu.

Balıklar depresyon ve kaygıdan mustarip olabiliyorlarsa, bunlardan kurtulmak için de bir şeyler yaparlar mı? Rahatlama yolları ararlar mı?[15] Temizlikçi balıkların okşamalarının, resif balıklarının aldığı zevki artırıp stresi azaltabileceğini düşünen Lizbon'daki Uy-

gulamalı Psikoloji Yüksek Enstitüsü'nden Marta Soares'in önderliğindeki bir araştırma ekibi, bu fikri test etmek için bir deney tasarladı.[16] Deneyin sonuçları *Washington Post* gazetesinde "Sakin Ol Canım, Gel de Yüzgeçlerine Masaj Yapayım" başlıklı bir makalede yer aldı.

Soares ve ekibi, Avustralya'daki Büyük Set Resifi bölgesinden otuz iki çizgili cerrahbalığı (*Ctenochaetus striatus*) yakaladı. Balıklar, esaret haline alışmalarının ardından, stresli ve stressiz olmak üzere iki gruba rasgele ayrıldı. Stresli gruptaki talihsiz balıklar otuz dakika boyunca, suyun yalnızca vücutlarını örtecek derinlikte olduğu bir kovanın içinde tutuldu. Bu uygulamanın kanda bulunan kortizolü –stres için standart bir ölçümdür– kayda değer ölçüde yükselteceği düşünülüyordu. Daha sonra, stresli ve stressiz balıklar ayrı ayrı, birer saatlik ikişer seans boyunca içinde el yapımı, temizlikçi balıklara benzeyen modellerin bulunduğu havuzlara yerleştirildiler. Modellerin biçimi ve renkleri, cerrahbalığı gibi müşterilerine temizlik hizmeti sunarak hayatını sürdüren bir resif balığı olan temizlikçi lapinanınkilerle (*Labroides dimidiatus*) neredeyse aynıydı. Havuzların yarısındaki model hareketsizdi; diğer yarısındaki model ise mekanik olarak nazik bir salınmayla hareket edecek şekilde ayarlanmıştı.

Stresli cerrahbalıkları, hareketli modele çocukların şekere çekildiği gibi çekildiler. Suni temizlikçi balıklara doğru yüzdüler ve onların tam dibine yerleştiler. Ama bunu ancak karşılarında onları okşayabilen suni balık varsa yaptılar. Hareketli modele ortalama on beş defa yaklaştılar, ama hareketsiz modele hiç yaklaşmadılar. Model balıkların okşamaları da stresin azalmasında etkili oldu; hem stresli hem stressiz gruplara mensup olan balıklarda kortizol seviyeleri, hareketli temizlikçi balık modeline erişimi olanlarda, hareketsiz modele erişimi olanlara kıyasla düştü. Kortizol ayrıca stresli balıkların hareketli modellerle temas halinde geçirdiği süreyle orantılı olarak da düşüş sergiledi.

Bir biliminsanının karakteristik ihtiyatıyla Marta Soares şöyle bir çıkarım yapıyor: "Balıkların acıyı deneyimlediklerini biliyo-

ruz, [o halde] belki zevk de hissediyorlardır."

Gazetede çıkan makale birbirine masaj yapan balıklardan esprili bir tonda bahsediyor, ama aslında bilimsel açıdan gayet ciddi bir çalışma bu. Sosyal yaşamlar ve hayat kalitesi hakkında önemli çıkarımlar ortaya koyuyor. Balıkların temizlikçi balıkları ziyaret etmedeki motivasyonunun zevk almak olduğu fikrini destekliyor, çünkü hareketli modeller ne parazit ayıklıyor ne de başka bir şey yapıyorlardı, buna karşın cerrahbalıkları onlara yaklaşmaya devam etmişti.

Zevk, evrim sürecinde bireyin gelişimini ve genlerinin devamlılığını destekleyen "iyi davranışları" ödüllendirmek için ortaya çıkmıştır; dolayısıyla yemek yemek, oynamak, rahat etmek ve seks yapmak bize kendimizi iyi hissettirir. Yakın döneme kadar balıkların duygusal açıdan nasıl hissettiklerine dair varsayımlarda bulunmanın bile bilimsel olmadığı düşünülüyordu. Bu sebeple tartışmanın büyük kısmı, ödül sistemi olarak adlandırılan sistemlerin fizyolojisiyle sınırlandırıldı. Ödülün zarif ve yalın bilimsel tanımı, "bir hayvanın uğrunda çaba göstereceği herhangi bir şey"dir.

Dopamin sistemi, memelilerin ödül fizyolojisinde kilit bir oyuncudur. Sıçanlar oynarken beyinleri yüksek miktarlarda dopamin ve sakinleştirici salgılar; onlara (veya bize) bu kimyasalların reseptörlerini bloklayan ilaçlar verildiğinde, normalde hoşa giden tatlı yiyeceklere duyulan ilgi kaybolur. Balıkların da dopamin sistemi vardır. Bir japonbalığına beyninden dopamin salgılanmasını sağlayacak amfetamin veya apomorfin gibi bir madde verirseniz, japonbalığı ödül davranışı sergiler: O maddeden daha çok almak ister. Amfetaminin tadını alan japonbalıkları amfetamin katılmış bir bölmede yüzmeyi tercih ederler, bir zevk baskılayıcı olan pentobarbitale maruz kalan japonbalıkları ise ondan kaçınmayı öğrenirler. Amfetamin maymunlarda, sıçanlarda ve insanlarda ödül etkisi yaratır ve bu, merkezi ödül sistemindeki dopamin reseptörlerinin sayısını artırma yoluyla gerçekleşir. Japonbalıklarının beyinlerinde dopamin barındıran hücreler bulunduğu için, japonbalıklarında amfetaminin ödül etkilerinden sorumlu olanın da aynı me-

kanizma olduğu düşünülüyor.[17] Bazı memeliler gibi balıklar da amfetaminin ve kokainin aşırı kullanımına meyillidir, özgürce erişilebilir olduğunda bunlara karşı koyamazlar. Fakat cerrahbalıklarının hareketli temizlikçi balık modellerine okşanmak için yaklaşmaları durumunda bağımlılık devrede değildir – yalnızca zevk verici, terapötik bir masaj arzusuna yanıt veren bir balık söz konusudur.*

Balıkların Oynadığı Oyunlar

Bir ödül kazandıysanız, baskette üç sayılık bir atış yaptıysanız veya ebeveyninden biriyle kovalamaca oynarken mutluluktan ciyaklayan yeni yürümeye başlamış bir çocuk gördüyseniz, sevincin ne olduğunu biliyorsunuzdur. Sevinç veren davranış türlerinden biri de oyundur. Oyun faydalıdır, bilhassa fiziksel gücünü ve kas koordinasyonunu geliştirmesi, hayatta kalmaya ve sosyalliğe dair önemli beceriler öğrenmesi gereken genç hayvanlar için. Oyunun psikolojik tarafı da vardır: Oyun oynamak eğlencelidir. Biliminsanları hayvanlarda oyun fenomenini uzun süredir araştırıyorlar; Alman filozof Karl Groos *The Play of Animals* (Hayvanlarda Oyun) kitabını 1898 yılında yayımlamıştı.[18]

Hayvanlarda oyun, araştırması kolay bir alan değildir. Oyun spontane gelişen bir aktivitedir ve katılımcıların oyuna dahil olmak için kendilerini genelde rahat veya mutlu hissetmeleri gerekir. Hayvanların oynadığı oyunlara dair gözlemlerin çoğu şans eseri yapılmıştır.

Fakat Tennessee Üniversitesi'nden (fiziksel olarak Charles Darwin'e şaşırtıcı derecede benzeyen) etolog Gordon M. Burghardt için bu durum bir engel teşkil etmiyor. Yüzlerce makaleyi kapsayan yaklaşık altmış yıllık akademik kariyeri boyunca Burghardt kışkırtıcı konuları ele almaktan çekinmedi ve buna, hiç bek-

* Şunu da memnuniyetle belirteyim ki cerrahbalıkları deneyden sonra resifteki evlerine geri götürülmüş.

lemeyeceğiniz hayvanlardaki oyun davranışı da dahil (Burghardt kişisel internet sitesinde bunu "'oyun oynamayan' taksonlarda oyun davranışı" olarak tarif ediyor).

2005'te Burghardt, hayvanlarda oyun konusunda bugüne kadar yapılmış en kapsamlı incelemeyi yayımladı.[19] *The Genesis of Animal Play* (Hayvanlarda Oyunun Ortaya Çıkışı) kitabının kapağında, tropik türlerden biri olan bir beyaz benekli çiklit (*Tropheus duboisi*) vardır; doğal ortamında değil esaret altında olan balık, bir akvaryum termometresini burnuyla itmektedir. Birkaç yıl önce Burghardt ve iki meslektaşı, Vladimir Dinets ve James B. Murphy, ağırlığı alt ucunda olduğu için suda dikey olarak sürüklenen 11 santimetre boyunda cam bir tüp biçimindeki bu termometreyle etkileşime giren üç erkek çiklite dair bir araştırma yayımladılar.[20] Ekip, gerçekleştirilen on iki oturum boyunca, havuza her bir oturum için tek başına yerleştirilen üç balığın termometreyle toplamda 1400'ün üzerinde temas gerçekleştirdiğini kaydetti.

Her balığın bunu yaparken kendi tarzı vardı. Birinci balık termometrenin daha çok yukarı ucuna "saldırıyor", termometrenin dikey pozisyonuna dönmeden önce yalpalamasına neden oluyordu. İkinci balık termometrenin etrafında dolanmaktan hoşlanmıştı, geçişleri esnasında termometreye temas ediyordu. Üçüncü balık ise nesneye alt ucundan, orta bölümünden ya da yukarı ucundan vuruyordu. En yoğun darbeler onunkilerdi, termometrenin havuz içinde sık sık oradan oraya savrulmasına ve bazen bir köşeye sıkışmasına neden oluyordu. Termometrenin cam duvarlara çarpıp çıkardığı sesler yan odadan duyulacak kadar yüksekti.

Bu oyun mudur? Burghardt'a göre, şu koşulları sağlıyorsa oyundur:

1. Çiftleşme, beslenme veya kavga etme gibi hiçbir apaçık sağ kalma amacına hizmet etmiyorsa;
2. Gönüllü, spontane veya ödüllendirici nitelikteyse;
3. Tipik işlevsel (bölge korumaya veya avlanmaya, kendini savunma veya yiyecek aramaya yönelik ya da cinsellik amaç-

lı) davranışlardan biçim, hedef veya zamanlama açısından farklıysa;

4. Tekrar ediyorsa ama nevrotik değilse;
5. Sadece açlık, hastalık, kalabalık veya yırtıcı hayvanlar gibi stres kaynaklarının mevcut olmadığı durumlarda ortaya çıkıyorsa.

Çiklitlerin davranışları bu kriterlerin tümüne uyuyordu. Yırtıcı hayvanlar olmayan beyaz benekli çiklitlerin termometreye saldırmaları normal beslenme davranışlarına benzemiyordu. Ortamda yiyecek olup olmamasının termometreyle oynamaları üzerinde tutarlı bir etkisi yoktu. Bunun cinsel amaçlı bir davranış olması ihtimali de elenmişti. Çiklitlerin termometreyle etkileşimleri rakiplere atılan çevik yumruklara benziyor fakat daha fazla tekrar içeriyordu – adeta kum torbasıyla idman yapan bir boksör gibi. Ayrıca sadece balıklar yalnız ve stressiz olduklarında, muhtemelen de az uyarana maruz kaldıklarında gerçekleşiyordu.

Gözlem havuzunda çubuklar, bitkiler ve çakıltaşları gibi başka nesnelerin de olduğu düşünülürse, bu balıkların bilhassa termometreye ilgi göstermelerinin sebebi neydi? Deneyi yapan araştırmacılar bu sebebin, darbe aldıktan sonra geri yaylanan bir nesnenin reaktif niteliği olabileceğini düşünüyorlar; tıpkı gerçek insan boyutlarındaki içi hava dolu plastik hacıyatmazlar gibi. Etologlar olayı hayvanın gözünden görmeye çalışıyorlar. Burghardt geri yaylanmayı "asla galip gelmeyen bir rakibin karşı saldırısının taklidi" olarak yorumluyor.

Bu, balıkların nesnelerle oynadığı oyunlara bir örnektir. Biyologlar iki bireyin oyun niteliğinde etkileşimlerde bulunmasını sosyal oyun olarak tanımlarlar. Virginia'daki eski bir hayvan barınağı çalışanından duyduğum bir örneği anlatayım. Bu kişi bir zamanlar evini eşi, birkaç kedisi ve akvaryumda yalnız yaşayan bir çizgili çiklitle (*Heros severus*) paylaşıyormuş. Balık, kitap raflarında sessiz adımlarla ilerledikten sonra su içmek için "onun" akvaryumuna eğilen kedilerle bir oyun icat etmiş. Bölgesini savunan bir hay-

van olan çiklit, bu tüylü işgalcilerden biri görünene kadar akvaryumunun köşesindeki sazlığın arkasında saklanıyormuş. Kediler deneyimleri sayesinde herhangi bir pusu belirtisi var mı diye derinliklere bakmayı öğrenmişler, fakat bunu balık da biliyormuş ve bir fare gibi sessiz bekliyormuş. Ancak kedinin dili ortaya çıktığında harekete geçiyor, o rahatsız edici organdan bir ısırık almak için sazlığın arkasından torpil gibi fırlıyormuş. Kedi sualtından fırlayan şeyi hissettiği takdirde, balık ısırmadan önce ilk yudumunu tamamlayıp dilini çekebiliyormuş.

Zaman içinde, hinlik gerektiren bu kedi-balık oyununun katılımcıları, oyunun kapalı alanda geçen sakin hayatlarında hoş bir değişiklik olduğuna dair belirtiler göstermeye başlamışlar. İki tarafta da kan dökülmemiş, fakat kediler –yana yatmış bir kafa ve muzip gözlerle– oyunu tekrar oynamak için akvaryumun başına bazen hemen geri dönüyormuş.

Bu sadece bir sosyal oyun değil, aynı zamanda türlerarası bir sosyal oyundur.

Üçüncü bir oyun türü daha vardır: yalnız oyun. 2006'da, Alexandra Reichle adında Alman bir konuşma terapisti, Stuttgart'taki Sanat Evi'nin bir sergisini ziyareti sırasında yalnız oyunun bir örneğine şahit olmuş. Reichle, *Kunst Lebt* (Sanat Yaşıyor) başlıklı sergiyi, ülkedeki bütün müzelerden toplanmış gizli hazinelerin fantastik bir karışımı olarak tarif ediyor. Yaklaşık 3500 litre hacminde, renkli ve egzotik balıkların mükemmel bir koleksiyonunu barındıran büyük bir akvaryum da (Karlsruhe Eyalet Doğa Tarihi Müzesi'nden bir teşhir) sergiye dahil edilmiş.

Bir balık sevdalısı olan Alexandra camın ardında olup bitenleri uzun süre seyretmiş. Kısa süre sonra küçük, zarif, badem şeklinde bir balık keşfetmiş; leylak renkli balığın sarı ve elektrik mavisi parlak çizgileri varmış. (Daha sonra balığın Asya denizlerinin yerlisi olan mor anthias [*Pseudanthias tuka*] olduğunu öğrenmiş.) Bu balık bir rota izliyor gibiymiş. Zemin boyunca bir yönde yüzüyor, sonra, akvaryumun sonuna ulaşınca rotasını yukarı çeviriyor ve yüzeye doğru ilerliyormuş. Oraya ulaştığında onu su pom-

pasından gelen bir akıntı karşılıyor, küçük gezgini adeta bir roket gibi diğer tarafa fırlatıyormuş. Orada, zemine doğru alçaldıktan sonra turuna en baştan başlıyormuş. Düşüncelerini benimle paylaşan Reichle şöyle dedi: "İşin komiği, ben daha ziyade kötümser biriyimdir, dolayısıyla ilk etapta bunun hapsedilmişlikten kaynaklanan nevrotik bir davranış olduğunu düşündüm. Ama aslına bakılırsa bu küçük balık çok eğleniyor gibi görünüyordu."

Ona neden balığın eğlendiğini düşündüğünü sordum. "Diğer balıkların çoğu özel bir rotaları olmadan sadece yüzerlerken, bu balık eğlenmeye kararlı görünüyordu. Diğerlerine de onu takip etmelerini, bu yapay akıntıda yüzme keyfine katılmalarını söylemek istedim."

Bu istisnai bir tanıklık değil. Burghardt sütun şeklinde çok uzun bir akvaryumda, deniz balıklarının, akvaryumun zemininde bulunan bir hava taşından çıkıp yukarı doğru yükselen balonlara tekrar tekrar "bindiğini" gözlemlemişti. Bunun bizim için olacağı kadar, balıklar için de eğlenceli olabileceğini düşünüyor.

Sevinçten Havaya Uçmak?

Baloncuklara "binmek" balıklar için eğlenceliyse, sevinçten havaya da uçarlar mı dersiniz? Kayıkçılık, balıkçılık veya kuş gözlemciliğiyle biraz olsun vakit geçirdiyseniz, sıçrayarak suyun üstüne çıkan balıklar görmüşsünüzdür. Ben buna birçok kez tanık oldum. Ortalamalar yasası gereğince bu genelde ben başka bir yöne bakarken gerçekleşir ve gözlerim eylemle, tam da suyun sıçradığı anda buluşur. Zaman zaman balığın kendisini görecek kadar şanslı olurum; otuz santimetre boyundaki balıkların da, ufacık, iki buçuk santimetre boyundaki balıkların da, su yüzeyinin tamamen üstüne zıpladıklarına şahit oldum.

Şu kesin ki balıklar çaresizce yırtıcılardan kaçmaya çalışırken suyun dışına çıkarlar. Yunuslar bu davranışı kendi lehlerine kullanırlar ve bir halka çizerek panik halindeki balıkları havada ya-

kalarlar. Biz nasıl sevinçten veya korkudan depar atıyorsak, balıkları da farklı duygular zıplamaya itebilir. *Mobula* cinsini teşkil eden vatozları, kanat açıklıkları beş metreyi bulabilen ve ağırlıkları bir tonu aşabilen iri vücutlarını gökyüzüne doğru üç metrelik sıçrayışlarla yükselttikten sonra gürültülü bir sesle suya indirmeye iten, korku değildir. Bilinen on *Mobula* türü vardır ve havada sergiledikleri akrobatik hareketler sayesinde "uçan mobula" olarak anılmaya hak kazanmışlardır. Bu hareketleri yüzlerce bireylik sürüler halinde sergilerler. Zıplayışlarının çoğunu karnüstü inecek şekilde hesaplarlar ama bazen ileri doğru takla atarak sırtüstü iniş yaptıkları da olur. Görünüşe göre süreci başlatan erkeklerdir, dolayısıyla kimilerine göre kur yapmak da bu süreçte rol oynar. Bunun parazit ayıklamak için bir strateji olabileceğini düşünen biliminsanları da vardır. İşlevi her ne olursa olsun, ben vatozların bu süreçte hoşça vakit geçirdiklerini düşünüyorum.

Florida'daki Chassahowitzka Ulusal Yaban Hayatı Sığınağı'nın kristal sularında kanoyla gezinirken, elli ya da daha fazla kefalden oluşan sürülerin zarif hareketlerini seyrettim. Bu bölgede yaygın olan kefaller güzel balıklardır. Krem rengindeki kuyruk uçları ve arka yüzgeçleri, metalik sırtlarıyla beyaz karınları arasındaki sarıya çalan hat, kefallerle özdeşleştirilmiş suyun dışına zıplama hareketi sırasında en belirgin halini alır. Çoğunlukla balıkların ardışık olarak bir-iki kez zıpladığına tanık oldum ama yedi zıplayıştan oluşan bir seri gerçekleştirenini de gördüm. Her bir zıplayışıyla su yüzeyinin yaklaşık otuz santimetre üzerine çıkıyor ve yarım ila bir metre kadar uzağa gidiyordu.

Dünyada seksen tür kefal yaşıyor ve kimse neden zıpladıklarını kesin olarak bilmiyor. Çoğu zaman yan taraflarının üstüne iniş yapmaları, derilerindeki parazitleri dökmeye çalıştıklarına dair teorileri güçlendiriyor. Bir diğer fikre göreyse bu hareketi oksijen almak için yaparlar. Kefallerin sudaki oksijen daha az olduğunda daha çok zıplaması, "havada nefes alma hipotezi"ni desteklese de, zıplamanın havada oksijen alınarak kazanılandan daha çok enerji sarfiyatına neden olması, aynı hipotezi zayıflatır.[21]

Bu balıklar eğlenmek için de zıplıyor olabilirler mi – bir nevi balık oyunu gibi? Gordon M. Burghardt, eğlence dışında net bir sebep olmaksızın tekrar tekrar sıçrayıp takla atan, bazen de yüzen nesneler (dallar, sazlar, güneşlenen kaplumbağalar, hatta ölü balıklar!) üzerinden zıplayan birçok balık gördüğünü belirtiyor.[22]

Şimdiye dek hiç kimse bu merak uyandırıcı olasılığı bilimsel deneyler aracılığıyla test etmedi. Belki de birilerinin, birkaç akıllı balık yakalayıp onları tam donanımlı bir havuza yerleştirmesi (romantik müzik ve mekanik bir temizlikçi balık da olmalı), üzerlerinden atlasınlar diye de onlara suda süzülen nesneler vermesi gerekiyordur.

Bikininin Yarısı Gidince

Sizinle hepimizin iyi bildiği bir hisse dair kısa bir hikâye paylaşayım. Bir kaza mahallinin yanından geçerken, paket yapılmış bir hediye aldığımızda veya restoranda bir tartışmaya kulak misafiri olduğumuzda deneyimlediğimiz histir bu. Bu hisse merak diyoruz.

Alaska'dan bir biliminsanı bana Jamaika'da balayındayken yüzdüğü boş bir plajda meraklı balıklarla karşılaştığından bahsetti. Kocasıyla birlikte bir resifin etrafında şnorkelle yüzüyorlarmış. Mükemmel bir yüzücü olan kocası, tam da korktuğu gibi, eşinin suya dalamadığını fark etmiş. Nasıl dalınacağı konusundaki yönlendirmeleri başarısız olunca daha etkili bir hile denemiş:

Hatırı sayılır bir çabayla bikinimin altını çekip çıkardı ve suya dalıp yaklaşık dört buçuk metre altımızdaki bir mercan dalına astı. Herhalde geri almak istersin, dedi gülerek.

Şahsen nüdist değilim, etrafta yalnızmışız gibi görünse de çok rahatsız olmuştum. Bikiniye ulaşmak için tekrar tekrar dalmaya çalıştım ama nafile. Öte yandan bütün bu heyecanlı aktivite yerel resif balıkları üzerinde beklenmedik bir etki yaratmıştı. Geri çekilmek yerine etrafımızda toplanmaya başladılar. Sonra Bob'un da heyecanlandığını fark ettim – oldukça özel bir açıdan. Bana doğru yüzdü ve dürtülerini tatmin edebilmek için epey çaba sarf etti. Ne yazık ki suya batamadığım için çabaları

boşa gitti. Ama balıkların tepkisine şaşıp kalmıştık. Miniminnacık mavi balıklar, melekbalıkları, resif hayatının farklı renk, biçim ve boyutlarından oluşmuş bir gökkuşağı, yüzleri bize dönük şekilde etrafımızda tam bir halka oluşturmuş, bizi izliyordu. Vücutlarını ve kuyruklarını titretirken tek vücut, yanardöner bir kütle gibi görünüyorlardı.

Kocası sonunda ona acımış ve bikiniyi alıp getirmiş. Yaşadıkları ânın heyecanı yatışırken balıklar da ilgilerini kaybetmiş ve çember dağılmış. Hepimizin ortak paydası olan bir eylemi icra etmeye çabalayan iki insanın meraklı balık sürüleriyle çevrelenmiş olması onu hâlâ şaşırtıyormuş; balıkların ne düşündüklerini ve insanların bu tutkulu sergüzeştinin ortaya çıkardığı enerjiyi hissedip hissetmediklerini merak ediyormuş.

Balıkların yaşadıkları sulu ortamda duyusal ipuçlarına gösterdikleri hassasiyetler göz önüne alındığında, bu balıkları röntgenciye çevirenin ne olduğunu açıklayabilecek birkaç teoriden bahsedilebilir. Biz insanlar görsel canlılar olduğumuz için, ilk eğilimimiz balıkların genç âşıkların hareketlerine çekildiğini varsaymak olacaktır. Ama belki de ilgilerini çeken, iki insanın beden kimyasıyla ya da çevrelerindeki elektriksel alanla alakalı bir şeydi. Kaldı ki, balıkların hissettikleri şey olumlu bir merak değil de bir çift potansiyel yırtıcının niyetlerini anlamaya çalışırken yaşadıkları tedirginlik de olabilir. Bu da tabii merak olarak görülebilir, özellikle de senaryodaki aktörlerin aşina olmadıkları davetsiz misafirler oldukları düşünülürse.

Bir balık bizi fark ettiğinde, başka bir varlığın bilinç dünyasına dahil oluruz. Bu, bir tarafıyla tatlı bir heyecan uyandırır. Balık duygularını araştırmak hiç şüphesiz zorlu bir bilimsel girişimdir. Ama gördüğümüz gibi, balıkların duygularını incelemek için teknikler mevcuttur ve sayısı giderek artan kanıtlar, en azından bazı balıkların korku, stres, oyunculuk, sevinç ve merak da dahil olmak üzere bir dizi duyguyu hissettiğine işaret ediyor.

Balıkların nasıl ve ne düşündüklerini keşfetmek, ne hissettik-

lerini incelemeye çalışmaktan daha kolaydır. Birazdan göreceğimiz gibi, balıkların bilişsel yetilerini araştıran biliminsanları bu konuda epey ilerleme kaydettiler.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

Balıkların Düşündükleri

Doğa kanunlarıyla uyumlu olduğu sürece, hiçbir şey gerçek olamayacak kadar olağanüstü değildir.[1]

Michael Faraday

Yüzgeçler, Pullar ve Zekâ

Bugün aptal ve sıkıcı olduğu düşünülen her bir hayvanın kendi şaşırtıcı sırları vardır. Sadece, o sırları keşfedebilecek biri henüz çıkmamıştır.[2]

Vladimir Dinets, *Dragon Songs*
(Ejderha Şarkıları)

EVRİM ZAMAN İÇİNDE, canlıların kendileri için önemli olan şeylerde oldukça ustalaşmalarını sağlar. Üst gövde gücü bizimkinin dört-beş katı olan bir şempanze kadar iyi tırmanamayız. Bir çita gibi koşamaz, kanguru gibi zıplayamayız. Hızla yüzen bir merlin balığı, 100 metre yarışında Michael Phelps daha ilk nefesini almadan bitiş çizgisine varırdı. Bu hayvanların hayatta kalmak için hızlı hareket etme ihtiyacı bize kıyasla daha fazladır ve doğal seçilim, daha hızlı bireylerin çeviklik genlerini sonraki kuşağa taşıma ihtimalini artırır.

Aynı ilke zihinsel beceriler için de geçerlidir. Canlılar, doğanın karşılarına zihinsel bir sorun çıkardığı ve bu sorunu çözmenin büyük bir avantaj sağladığı durumlarda zaman içinde, küçük oldukları veya bizim yakın akrabalarımız olmadıkları gerekçesiyle yapabileceklerinin ötesinde olduğunu düşündüğümüz seviyede bilişsel beceriler geliştirebilirler. Modern bilim alanlarından biri olan bilişsel ekoloji, bir canlının zekâsının, gündelik hayatta karşı karşıya geldiği sağkalım gereksinimleri tarafından şekillendirildiğini kabul eder. Mesela bazı kuşlar on binlerce fındık ve tohumu nereye gömdüklerini hatırlayabilirler, ki bu da onları uzun kış aylarında bulmalarını sağlar. Kazıcı bir kemirgen yüzlerce tünelin bulunduğu karmaşık bir yeraltı labirentini sadece iki gün içinde

ezberleyebilir. Bir timsah kafasının üzerinde dal parçaları taşıyacak ve tam da balıkçıl kuşlarının yuva yaptığı bölgede suyun içinde süzülecek zekâya sahiptir; böylece yuva yapmak için malzeme toplamak üzere inişe geçen ihtiyatsız bir kuşa aniden saldırabilir. Bir sürüngenin plan yapma ve araç kullanma becerileri sergileyebileceğini ilk kez duyuyorsanız yalnız değilsiniz: 2015 yılında keşfedilene kadar bundan biliminsanlarının da haberi yoktu.

Peki balıkların zihinsel becerilerine ne demeli? *Küçük Denizkızı*, *Kayıp Balık Nemo* ve devamı olan *Kayıp Balık Dory* gibi filmlerin yapımcılarının hayal güçleri bir yana, balıklar gerçekten de düşünebilirler mi? Gelin balıkların beyinleriyle neler yapabildiklerine bir göz atalım.

İşte size balık zekâsına dair bir örnek: Atlantik Okyanusu'nun hem doğu hem batı kıyılarının gelgit bölgelerinde yaşayan fırfıryüzgeçli kayabalıkları (*Bathygobius soporator*) sular çekildiğinde kıyının yakınında, çok sayıda lezzetli lokma bulabilecekleri sıcak, korunaklı gelgit havuzlarında kalmayı severler. Fakat gelgit havuzları her zaman tehlikeden uzak limanlar değildir. Ahtapot veya balıkçıl gibi avcılar yiyecek ararken buralara gelebilir, ki böyle bir durumda hiç düşünmeden sıvışmak en iyisidir. Ama nereye? Fırfıryüzgeçli kayabalıkları olası görünmeyen bir hamle yaparlar: Komşu havuza atlarlar.

Peki kayaların üzerine düşüp güneşin altında ölmeye mahkûm olmamayı nasıl başarırlar?

Pörtlek gözleri, somurtmuş gibi görünen ağzı, hafifçe şiş yanakları, yuvarlak kenarlı kuyruğu ve taba-gri-kahverengi tonlarında lekemsi desenlerle bezeli yaklaşık yedi santimetrelik torpido şeklindeki vücuduyla fırfıryüzgeçli kayabalığı, Hayvan Einstein Olimpiyatları'nda yarışmak için iyi bir aday gibi görünmez. Fakat beyni hangi standarda göre değerlendirilirse değerlendirilsin, beklenenden daha başarılıdır. Zira küçük fırfıryüzgeçliler, gelgit bölgesinin topografisini –sular çekildiğinde kayaların üzerindeki havuzları oluşturacak çöküntülerin yerleşimini– sular kabardığında üzerlerinde yüzerken ezberlerler!

Bu, bir tür bilişsel haritalama örneğidir. 1940'ların sonlarında sıçanların da bu yöntemden faydalandıkları keşfedilene dek, insanların yön bulmada çokça faydalandığı bilişsel haritaların bize özgü olduğu düşünülüyordu.[3] O zamandan beri birçok hayvan türünde mevcut olduğu kanıtlandı.

Kayabalığının yeteneği biyolog Lester Aronson (1911-1996) tarafından New York City'deki Amerikan Doğa Tarihi Müzesi'nde sergilendi.[4] Sıçanların bilişsel haritalama yetenekleriyle bizi etkilediği o günlerde Aronson, laboratuvarında yapay bir resif inşa etti. Yine kendi inşa ettiği gelgit havuzlarından birine yırtıcı hayvan benzeri bir sopa sokmak suretiyle kayabalıklarını zıplamaya zorladı. "Sular kabarmışken" odanın öbür ucuna yüzme fırsatı bulmuş olan balıkların zıplamaları yüzde 97 oranında başarılı oldu. Bu deneyimi yaşamamış çaylak balıkların başarısı ise şans düzeyindeydi: yüzde 15. Su seviyesi yüksekken gerçekleşen tek bir öğrenme turu sayesinde küçük kayabalıkları kaçış rotalarını kırk gün sonra hâlâ hatırlıyorlardı.

Bu balıkların vahşi doğadaki yaşamlarından koparılıp yabancısı oldukları çevrelerde hapsedilmeleri dolayısıyla, bu deneyler sırasında neredeyse kesin olarak stres altında olduklarını belirtmek gerekir. Nitekim Aronson'ın çalışması sırasında birkaçı hastalanarak ölmüştü, bu da esaret ortamlarında şartların, gelişimleri için pek uygun olmadığını düşündürüyor.

Aronson'ın araştırmasında bireysel performans –diğer araştırmalarda da gördüğümüz gibi– vahşi doğadaki deneyimi yansıtıyordu. Sular çekildiğinde gelgit havuzlarının oluşmadığı sahil bölgelerinden toplanan balıklar, deneyimli yoldaşları kadar iyi performans gösteremedilerse de, yine de performansları şans düzeyinden çok daha iyiydi. Yakın tarihli bir araştırma, kayalık havuzlarda yaşayan kayabalığı türlerinin beyinlerinin, kumda saklanan ve güvenlik kaygısıyla zıplaması gerekmeyen kayabalığı türlerinin beyinlerinden farklı olduğunu gösterdi: Zıplayanların beyinlerinde uzamsal belleğe daha çok gri madde ayrılmıştı; kumda yaşayanların beyinleri ise görsel verileri işlemek için daha kap-

samlı bir sinirsel yatırıma sahipti.[5]

Fırfıryüzgeçli kayabalıklarının bir gelgit havuzundan öbürüne başarıyla zıplamasını sağlayan zihinsel harita çıkarma becerisi, zihinsel bir becerinin ihtiyaç dolayısıyla gelişmesine yönelik mükemmel bir örnektir. Timsahlarda davranış ve biliş üzerine bir otorite olan biyolog ve yazar Vladimir Dinets şöyle diyor: "İnsanların 'zekâ' kelimesini kullandıklarında kastettikleri genellikle 'benim gibi düşünebilme yeteneğine sahip olmak'tır."[6] Bu, bir canlının zekâsını değerlendirmenin oldukça benmerkezci bir yoludur. Bir fırfıryüzgeçli kayabalığı zekâyı tanımlayabilseydi, bilişsel haritalar oluşturmak ve onları hatırlamak bu tanıma dahil olurdu herhalde.

Kaçış Yolunu Hatırlamak

Bilişsel haritalar oluşturmak ve haftalar sonra bunları hatırlamak, bir fırfıryüzgeçli kayabalığının avcılardan kaçarken bir havuzdan rasgele atlamasını önleyen muazzam bir beceriden fazlasıdır. Bu aynı zamanda, insanlar olarak anlamadığımız canlıları hafife alarak onlara karşı önyargılı davrandığımızın göstergesidir. Bu hayvanların bunu hak etmek için ne yaptıklarını bilmiyorum ama balıkların (bilhassa japonbalıklarının) meşhur "üç saniyelik hafızası" popüler kültürdeki yerini koruyor (Google'lamanız yeterli). Havaalanlarında hâlâ, iş bağlantılarımızı sürdürmemizin önemine dikkat çekmek için japonbalığının sözümona üç saniyelik hafızasını kullanan bir yatırım şirketi reklamı görebiliyorum. (Ayrıca bazen, mesela cep telefonumu veya gözlüğümü dalgınlıkla nereye koyduğumu unuttuğumda, kendi hafızamın da üç saniye testini geçemediğini belirtmek isterim.)

Bir şeyi hatırlama becerisi, balıklar için bir ispinoz veya gelincik için olduğu kadar faydalıdır. British Columbia Üniversitesi'nden biyoloji profesörü Tony Pitcher, yıllar önce verdiği bir hayvan davranışı dersinden bir sınıf çalışmasını aktarıyor.[7] Öğrenciler bu çalışmada japonbalıklarının renk görüşünü araştırıyorlar-

mış. Her bir balığa birbirinden çok az farklılık gösteren tonlara boyanmış birer beslenme tüpü verilmiş ve balıkların renkleri iyi ayırt edebildiği görülmüş. Çalışmadan sonra japonbalıkları akvaryuma geri bırakılmış. Ertesi yıl aynı balıklardan bazıları çalışma için bu kez yeni bir grup acemi balıkla eşleştirilmiş. Çalışma ortamına bırakıldıklarında, deneyimli olanlar önceki yıl beslendikleri tüpün rengini ve konumunu tam olarak hatırladıklarını gösterir şekilde çabucak bu tüplere yönelmişler.

Balık hafızası üzerine yapılan çalışmalar yeni değildir. 1908 yılında Michigan Üniversitesi'nden zooloji profesörü Jacob Reighard, yırtıcı kapanbalıklarını (Lutjanidae) ölü sardalyelerle beslediği çalışmanın sonuçlarını yayımladı.[8] Sardalyelerden bazıları kırmızıya boyanmış, bazılarıysa boyanmamıştı. Kapanbalıkları aldırış etmeyerek her iki tipi de yalayıp yuttu. Ama Reighard kırmızıya boyanmış sardalyeleri ağızlarının içine batıcı denizanası kamçıları dikmek gibi korkunç bir yöntemle yenmez hale getirdiğinde, kapanbalıkları kısa süre sonra kırmızı olanları yemeyi bıraktı. Kapanbalıklarının yirmi gün sonra bile kırmızı sardalyelere dokunmamayı sürdürmesi dikkat çekiciydi. Bu deney bir kapanbalığının hafızası olduğunu kanıtlamakla kalmıyor, ayrıca acıyı hissetme ve acıdan ders çıkarma kapasitesine sahip olduğunu da gösteriyor.

Balık hafızası üzerine yapılmış çalışmalar arasında benim favorim, balık bilişine özel bir ilgi duyan biyolog Culum Brown'un imzasını taşıyor. Brown, balıkların düşünme kapasitesine dair düşünme şeklimizde yaşanmakta olan devrimin ilerlemesine katkı sağlayan *Fish Cognition and Behavior* (Balık Bilişi ve Davranışı) adlı kitabın editörlerinden biri.

Brown, Avustralya'nın Queensland eyaletindeki küçük bir koydan yetişkin kızıl benekli gökkuşağıbalıkları (*Melanotaenia duboulayi*) toplayıp laboratuvarına götürmüştü.[9] Bu balıklar, yan tarafları boyunca şeritler halinde uzanan pulların yarattığı parlak renklerden dolayı bu şekilde adlandırılmışlardır. Yetişkin gökkuşağıbalıkları yaklaşık beş santimetre boyundadır ve Brown'un tah-

minine göre bir ila üç yaşlarındayken bu uzunluğa ulaşırlar. Balıkları her birine yaklaşık kırk balık düşecek şekilde üç geniş havuza bölüştürdükten sonra Brown, balıkların çevrelerine alışmaları için bir ay bekledi.

Test günü geldiğinde, yaşadıkları havuzlardan rasgele seçtiği üç erkek ve iki dişiyi, bir makara düzeneği yardımıyla havuz boyunca hareket ettirilebilen dikey bir ağın (trol) bulunduğu deney havuzuna yerleştirdi. Trolün üzerindeki deliklerin genişliği bir santimetre civarındaydı, bu sayede balıklar karşı tarafı net bir şekilde görebiliyor ama deliklerin içinden geçemiyorlardı. Trolün merkezinde genişliği bir buçuk santimetreden biraz fazla olan hafifçe daha büyük tek bir delik vardı; bu delik, trol havuzun bir ucundan diğerine doğru çekilirken balıklar için bir kaçış yolu sağlıyordu.

Yeni ortamlarına alışmaları için balıklara on beş dakika süre tanındı, ardından trol otuz saniye boyunca bir uçtan diğer uca çekildi ve diğer uca yaklaşık iki buçuk santimetrelik bir mesafe kala durduruldu. Sonra trol çıkarılıp tekrar başlangıç konumuna getirildi. Bu adımlar deneyin bir "tur"u olarak kabul edildi. İki dakikalık aralıklarla dört tur daha gerçekleştirildi. 1997'de test edilen her biri beşer balıktan oluşan beş grup, 1998'de tekrar teste tabi tutuldu.

1997'deki denemelerde gökkuşağıbalıkları ilk tur esnasında paniklemişti; oradan oraya düzensizce yüzmüş ve havuzun köşelerinin yakınında durma eğilimi göstermişlerdi, belli ki yaklaşmakta olan trolden kaçmak için ne yapmaları gerektiğini bilmiyorlardı. Çoğu camla ağ arasında sıkışıp kalmıştı. Ama sonra performansları istikrarlı bir şekilde iyiye gitmişti; beşinci deneme sonrasında bütün sürüler delikten fire vermeden kaçıyordu.

Aynı balıklar on bir ay sonra tekrar teste tabi tutulduğunda – geçen süre boyunca deney havuzunu veya trolü görmemişlerdi– önceki yıla kıyasla çok daha az panik sergilediler. Ve 1997'de birkaç turun sonunda bulup kullandıkları kaçış deliğini ilk turda bulup kullanmaya başladılar. Brown şöyle diyor: "Sanki hiç ara ver-

memiş ve arka arkaya on tur yapmışlardı!"

Bu arada, on bir ay bir gökkuşağıbalığının ortalama hayat süresinin neredeyse üçte birine tekabül eder. Bu, sadece bir kez başınıza gelmiş bir durumu hatırlamanız için epey uzun bir süredir.

Balıkların uzun zaman önce yaşanmış şeyleri hatırladıklarını gösteren çok sayıda örnek mevcuttur. Sazangillerin bir yılı aşkın süre sonra olta kancasından hâlâ ürktüklerini[10] ve cennetbalıklarının bir yırtıcının saldırısına uğradıkları bölgelerden aylar boyunca kaçındıklarını[11] gösteren çalışmalar bunlardan birkaçıdır. Bu konuda bir sürü de anekdot vardır, esaret altındaki Napolyonbalığı Bentley'nin hikâyesi gibi. Anlatılana göre, her akşam çalınan akşam yemeği zili aylarca kullanılmadıktan sonra tekrar çalındığında, Bentley hızla en sevdiği kalamar ve karides yemeğiyle beslendiği noktaya yüzmüş.[12]

Yaşayarak Öğrenmek

Hafıza öğrenmeyle yakından ilişkilidir, bir şeyi hatırlamak için önce onu tanımak gerekir. Balık biyoloğu Stéphan Reebs, "Bir memeli veya kuş tarafından sergilenen hemen hemen her öğrenme becerisinin bir benzerine balıklarda da rastlanabilir," diye yazıyor.[13] Az kişinin vâkıf olduğu balık jargonuna dair bilginizle birini etkilemek isterseniz balıklarda gözlemlenen şu öğrenme türlerini arka arkaya sıralamayı deneyin: çağrışımsal öğrenme, habituasyon (alışma), duyarlılaşma, yalancı koşullanma, klasik koşullanma, edimsel koşullanma, kaçınmalı öğrenme, kontrol aktarımı, tersini öğrenme ve etkileşimli öğrenme.[14]

Yiyecekle ödüllendirme yoluyla çemberlerin içinden yüzerek geçmeyi ve topları minyatür futbol kalelerine sürmeyi öğrenen japonbalıklarının videolarını YouTube'da izleyebilirsiniz. Bu, koşullanma veya çağrışımsal öğrenme yoluyla gerçekleşir. Balık, arzu edilen davranışı sergilemesini takiben bir uyarana, örneğin ışık parlamasına maruz bırakılır ve hemen ardından yiyecekle ödüllendirilir. Balık çok geçmeden hem çemberin içinden yüzerek

geçmeyi hem de ışık parlamasını ödülle ilişkilendirmeyi öğrenir. Zamanla balık sadece ışık parlamasını gördüğünde de çemberin içinden yüzerek geçmeyi öğrenir ve bu hareketi yiyecek verilmediği zamanlarda dahi yapar. Köpekleri, kedileri, tavşanları, sıçanları ve fareleri yiyecekle ödüllendirerek eğitirken de aynı yaklaşımdan faydalanılır.

(Biraz tevazu göstererek, balıkların bizim esirlerimiz olduğunun ve bu tür deneylerde kontrolün bizde olduğunun ayırdına varabiliriz. Günlerini türdeşlerinin arkadaşlığı olmadan ve saklanacak bir yerin pek bulunmadığı çorak bir hapishanede geçirmekten başka seçenekleri yoktur. Şayet bir hayvanın yiyecek almasının tek yolu bir topa vurmaksa, bunu muhtemelen yapacaktır. Benzer durumda olsaydık biz de aynı şeyi yapardık. Öte yandan bu yine de, esir balıklara yiyecek –ve camın dışındaki dünyada olup bitenleri yapabildiklerince izleme şansı– haricinde başka bir uyaranın verilmediği yaygın senaryodan daha iyi bir seçenek bence.)

Akvaryum sahipleri, balıklarının, beslenme zamanının geldiğini genellikle bildiklerini belirtiyorlar. Esaret altındaki balıklarla yapılan basit deneyler bunu destekliyor. Örneğin, Culum Brown ve meslektaşları esaret altındaki *Brachyrhaphis episcopi* balıklarını (halk arasında "piskopos" olarak bilinirler) sabahları havuzun bir ucunda, akşamları ise diğer ucunda beslemeye başladıklarında, yaklaşık iki hafta içinde balıklar doğru zamanda doğru yerde beklemeyi öğrendi.[15] *Notemigonus crysoleucas* türünün ve melekbalıklarının *zaman-mekân öğrenme* olarak adlandırılan bu beceriyi edinmeleri üç ila dört hafta sürer.[16] Buna kıyasla sıçanların öğrenme süresi biraz daha kısa, yaklaşık on dokuz gündür.[17] Bahçe ötleğenleri ise dört konum ve dört zaman periyodu içeren biraz daha karmaşık görevleri sadece on bir günde öğrenirler.[18] Bu rakamlar ancak bir ölçüde anlamlıdır çünkü (öğrenme deneylerinde motivasyon aracı olarak kullanılan) yiyeceğe yönelik ilginin zaman içinde aynı düzeyde kalacağını varsayarlar. İşin aslı, örneğin her birkaç dakikada bir yemek yiyen küçük kuşların aksine balıklar günde sadece iki kere yemek yer, bu yüzden de onları öğrenme

deneyleri için motive etmek daha zordur ve gerçekte öyle olmadığı halde daha yavaş öğreniyormuş gibi görünebilirler.

Balıkların çabuk öğrenme yeteneğinden, üretme istasyonlarında yetiştirilen balıkların vahşi doğaya bırakıldıktan sonra (genelde düşük olan) hayatta kalma şanslarını artırmada da faydalanılır. Esaret altında büyümek –oradan oraya amaçsızca yüzmek, önceden belirlenmiş zamanlarda yemle beslenmek ve tehlikeli yırtıcılara maruz kalmamak– vahşi doğada hayatta kalmaktan çok farklı bir deneyimdir. Vahşi doğada yaşayan arkadaşlarının hayatta kalma becerilerinden yoksun olan, olta balıkçılığı için nüfus oluşturmak üzere her yıl dünya çapında serbest bırakılan esaret altındaki beş milyar somonun sadece yüzde beşi tam yetişkinliğe erişene kadar hayatta kalır.[19] Araştırmalar, nesiller boyu esaret altında beslenen ve yetiştirilen hayvanların yırtıcıları tanıma becerisini kaybedebileceğini gösteriyor, çünkü bu beceri onlar için herhangi bir hayatta kalma avantajı sunmuyor.[20]

Fakat Brezilya'nın Minas Gerais eyaletindeki Pontificia Katolik Üniversitesi'nden biyologlar Flávia Mesquita ve Robert Young, içi doldurulmuş (suya koku bırakmasını önlemek için şeffaf plastiğe sarılmış) bir piranaya maruz bırakmalarının hemen ardından, çok genç Nil tilapyalarını (*Oreochromis niloticus*) bir akvaryum ağıyla havuzun dibinden topladıklarında, tilapyalar bu nahoş deneyimi yırtıcı hayvanın görüntüsüyle çabucak ilişkilendirdiler.[21] Sadece üç deneme sonra tilapyalar dört bir yana hızla kaçışıyorlardı. Bu "dağılma etkisi" yırtıcıların aklını karıştırır. On iki pirana-ağ karşılaşmasının ardından, kısa süre öncesinin çaylak gençleri yırtıcı karşısındaki tepkilerini suyun yüzeyine yükselip orada hareketsiz kalmak şeklinde değiştirdiler. Kontrol grubunda olup ağa alınmayan balıklar başlangıçta pirana modelinden uzak durdular –yeni, aşina olmadıkları bir nesne karşısında balıkların sergilediği tipik kaçınma tepkisidir bu– ama kısa süre sonra onu görmezden geldiler. En son antrenmanlarından yetmiş beş gün sonra tekrar teste tabi tutulan eğitimli balıkların yarısından fazlası öğrendiklerini hatırlıyordu.

Balık bilişini konu alan çalışmaların çoğu gibi bu araştırmalar da kemikli balıklar üzerinde gerçekleştirilmiştir. Peki keskisolungaçlılar (köpekbalıkları ve vatozlar) öğrenme görevlerinde nasıl performans gösterirler? Daha 1960'larda, hemşire köpekbalıklarının siyahla beyazı birbirinden ayırmaya yönelik bir görevde farelerle aşık attığı gözlenmişti, beş günün ardından her iki türün de başarı oranı yüzde 80 düzeyindeydi.[22] Okyanus Koruma Bilimi Enstitüsü'nden Demian Chapman, akyüzgeçli köpekbalıklarının (*Carcharhinus longimanus*), motorlarını kapattıklarında balıkçı teknelerini incelemeyi öğrendiklerini gösterdi, zira motorun kapatılması bir balığın yakalandığına ve o balığa balıkçıdan önce ulaşmak için bir fırsatları olduğuna işaret ediyordu.[23] Bu davranışlar balıkların zihinleri olan canlılar olduğunu düşündürüyor.

Kıkırdaklı balıkların sorun çözme becerilerini araştıran bir çalışmada İsrail, Avusturya ve Amerika Birleşik Devletleri'nden bir grup biyolog, doğal ortamı Güney Amerika'nın tatlı suları olan nehir vatozlarına (*Potamotrygonidae*) normalde pek bulamayacakları yiyecekler verdiler.[24] Bu vatozlar vahşi doğada, kuma gömülü istiridye ve solucan gibi küçük hayvanları açığa çıkarıp ağızlarına çekerek beslenirler.

Eğitim seansları sırasında genç vatozlardan beşi yaklaşık yirmi santimetre uzunluğundaki plastik PVC borunun içinde bir parça yiyecek bulunduğunu çok geçmeden öğrendi ve emiş gücünden faydalanarak kendilerine doğru hareket ettirdikleri lokmalara erişmeye muvaffak oldular. İki dişiden biri bütün denemelerinde başarılı oldu, ki bunun sebebi muhtemelen kendi denemelerinden önce diğer vatozları izlemiş olmasıydı. İki gün içinde beş vatoz da görevde ustalaşmıştı. Farklı stratejilere başvuruyorlardı. İki dişi, kamışın içindeki yiyeceklerin kendilerine doğru hareket etmesini sağlayacak bir akıntı oluşturmak için yüzgeç hareketleriyle suyu dalgalandırma yoluna başvurdu. Bu teknikten diğer üç erkek de bazen faydalandıysa da, daha çok disk benzeri gövdelerini vantuz olarak kullandılar veya bu iki yöntemi birleştirdiler. (Bu cinsiyet farklılıklarının tesadüfi mi olduğu yoksa bu türe mahsus yiyecek

arama biçimlerinde dişilerle erkekler arasındaki bir farkı mı yansıttığı kesin değil.)

Deneyi yürütenler daha sonra çıtayı yükselttiler. Borunun iki ucuna siyah ve beyaz birer bağlantı parçası taktılar. Siyah bağlantı parçasının içinde yiyeceğin geçişini engelleyecek bir ağ bariyeri bulunurken, beyaz bağlantı parçasında böyle bir ağ yoktu. Her birinin sekiz kere teste tabi tutulduğu sürecin sonunda vatozların hepsi borunun beyaz ucundan başarıyla yiyecek çıkarıyordu. İlginç bir şekilde, beş vatozun hepsi çalışmanın bu aşamasında strateji değiştirdi. Değişim genellikle yüzgeç hareketleriyle suyu dalgalandırmak veya emiş gücünü kullanmaktan vazgeçip ikisinin birleşiminden faydalanmak yönünde oldu. Erkeklerden biri buna ek olarak yiyeceği dışarı çıkartmak için ağzıyla boruya su püskürttü.

Bu deneyler, vatozların sadece öğrenmekle kalmayıp aynı zamanda sorun çözmek için yaratıcı yöntemler icat edebildiklerini ve bir nesneyi hareket ettirmek için araç kullanabildiklerini gösteriyor (bu örnekte yiyeceği almak için suyu kullandıkları gibi).[25] Dahası, borunun bir ucundaki yiyecek kokusu gibi son derece çekici bir uyarandan uzaklaşıp öteki tarafı denemek hiç de önemsiz bir şey değildir; bu, kimyasal uyaranları takip etme yönündeki doğal dürtülerine karşı koymak zorunda oldukları anlamına gelir. Bu da esneklik, idrak ve biraz da kararlılık gerektirir.

Şekillendirilebilen Zihinler

Biraz önce bahsettiğim fare ve hemşire köpekbalıklarının yüzde 20 başarısızlığının hâlâ kayda değer olduğunu ve akıllı olduğu varsayılacak bir hayvanın performansında yüzde 100 başarı yakalaması gerektiğini düşünüyor olabilirsiniz. Fakat diğer hayvanlar gibi balıklar da sınavdan kaç aldıklarıyla ilgilenmezler. Belli yaşam kalıplarına robot gibi bağlı kalarak başarıya ulaşmazlar. Esnek ve meraklı olacak, yeni şeyler deneyecek, meseleye farklı açılardan bakacak şekilde evrimleşmişlerdir. Sıkı eğitilmiş balıklar

bile alternatifleri her zaman araştırırlar; dinamik bir ortam olan gerçek dünyada yaşamanın üretken bir yoludur bu. Fırtına, deprem, sel gibi kadim tehlikeler ve günümüzde insan istilası nedeniyle çevik olmak balıklara büyük fayda sağlar.

Bununla birlikte, zekânın bütün balık türleri arasında eşit olarak dağıtıldığı gibi bir şey söylüyor değilim asla. Kaçınılmaz olarak daha akıllı ve daha akılsız bireyler vardır. Ayrıca bir türün doğal tarihiyle ilişkili farklılıklar da mevcuttur. Daha zorlu yaşam alanları, sakinlerinin daha keskin bir zekâya sahip olmasını gerektirir. Farklı kıyı bölgelerinde yaşayan fırfıryüzgeçli kayabalıklarında gördüğümüz gibi, farklı beyin bölgelerinin boyutlarındaki çeşitlilik ve bunlarla bağlantılı zekâ farklılıkları aynı tür içinde dahi gözlemlenebilir.

Hindistan'ın Kerala eyaletindeki Sacred Heart College'dan K. K. Sheenaja ve K. John Thomas tarafından yapılan bir araştırma, ekolojik zorlukların zekâyı nasıl etkileyebileceğine dair bir örnek sunuyor.[26] Vahşi doğada, "tırmanan levrekler" (*Anabas testudineus*) hem durgun hem akan sulardaki yaşam alanlarını işgal ederler. Hindistan'daki iki dereden (akan su) ve yakınlardaki iki gölden (durgun su) toplanan balıklar, labirent öğrenme becerileri bakımından karşılaştırıldılar. Labirentte yönlerini bulmak için balıklar havuzdaki dört duvarın her birinde bulunan küçük bir kapıdan geçmek durumundaydı, böylece havuzun diğer ucundaki yiyecek ödülüne ulaşabileceklerdi.

Bilin bakalım yolu kim daha hızlı öğrendi? Dere sakinleri. Bu balıklar labirenti dört denemede öğrendiler, ortalama bir göl sakininin labirenti öğrenmesiyse altı deneme gerektirmişti. Araştırma ekibi her kapının yanına küçük bir bitki yerleştirerek görsel yön bulma işaretleri yarattığında, göl balıklarının performansı, öncekinden farklı bir performans sergilemeyen dere balıklarının seviyesine kadar ilerledi. Görünüşe göre, göl sakinlerinin işine yarayan yön bulma işaretlerini dere sakinleri görmezden gelmişti.

Sheenaja ve Thomas'ın bu davranış örüntüleri için zarif bir yorumu var. Dereler göllere kıyasla daha hareketli yaşam alanlarıdır

çünkü periyodik taşkınlar da dahil olmak üzere buralarda sürekli olarak akıntı vardır. Taşlar, bitkiler ve diğer yön bulma işaretleri, bir seyahat rotasını öğrenmek için güvenilir nesneler değildir çünkü su aktıkça sürekli yer değiştirirler. En güvenilir sabit, kişinin kendisidir. Dolayısıyla, dere balıkları deneyim sahibi değilken sergiledikleri labirent performanslarını, görsel ipuçlarından ziyade "benmerkezci ipuçlarına" güvenmelerine borçlu olabilirler. Buna karşılık yön bulma işaretleri göl benzeri görece daha durağan yaşam alanlarında daha güvenilirdir, bu yüzden onlara aşinalık kazanmak büyük fayda sağlar. (Yeri gelmişken, tek bir tür içinde popülasyon düzeyinde farklılıklar ortaya çıkaran çalışmaların ilginç olmasının başka bir nedeni daha vardır: Evrimi oluş halindeyken gösterirler. Bu popülasyonların birçok nesil boyunca birbirleriyle çiftleşmemeleri durumunda, eninde sonunda birbirleriyle başarılı bir biçimde çiftleşemeyecekleri derecede farklılaşmış olabilecekleri hayal edilebilir. Bu durumda ayrı türler olarak sınıflandırılırlar.)

Bir balığın zihni şekillendirilmeye açıktır ve istenmeyen davranışları düzeltmek yönünde eğitilebilir; bu ise balıkların esaret altında tutulduğu durumlarda faydalı olabilir. Disney Hayvan Programları için davranışsal idare alanında yönetici olarak çalışan Lisa Davis, bana kobyalarla (*Rachycentron canadum*) yaşadıkları bir davranışsal sorunu nasıl düzelttiklerini anlattı. Bu büyük ve yağlı balıklar neredeyse iki metreye kadar uzayabilir ve yaklaşık 80 kilo ağırlığa ulaşabilirler. Bir gurmenin iştahına sahip olan bu balıklar akvaryumlarda aşırı kilo alma eğilimi gösterirler. Davis'in baktığı kobyalar da aynı sorundan mustaripmiş. Beslenme saatleri boyunca diğer balıklara adeta nal toplatıyorlarmış. Hal böyle olunca Davis ile ekibi balıklara, elden verilen yiyeceklerle beslenecekleri belirli bir noktaya yüzmeyi öğretmiş. Bu, onları diğer balıkların "açık büfe" tarzında beslendiği yaklaşık altı metre uzaklıktaki rekabet ortamından uzaklaştırmış. Havuzda yaşayan diğer balıklar adil pay almaya başlamışlar ve kobyaların kilosu da normale dönmüş. İki tarafın da yararına olan bir sonuç. "Önceleri pörtlek

olan gözleri bile normal haline dönmüştü," diye anlatıyor Davis.[27]

Benzer şekilde, akvaryum sakinleri tıbbi bakıma ihtiyaç duyduklarında da işbirliği en iyi seçenektir. Hong Kong Okyanus Parkı'ndaki, Atlanta'da bulunan Georgia Akvaryumu'ndaki ve Orlando'da bulunan Epcot Merkezi'ndeki manta vatozları ile orfozların tümü olumlu pekiştirme eğitimi sayesinde, üzerinde taşınacakları sedyelere doğru yüzmeyi öğrendiler. Olumlu pekiştirme aracılığıyla balıkların bakım ve beslenmelerine kendi rızalarıyla katılmalarını sağlamak, esaret koşullarında yaşayan balıklar için hayatı daha ilginç ve tatminkâr hale getirmenin yanı sıra, zekâları hakkındaki eski basmakalıp düşüncelerin ortadan kalkmasına da yardımcı olabilir.

Buraya kadar balıkların aptal olmadıklarını, bir zihinleri ve zihinsel yaşamları olduğunu gösteren özellikler sergilediklerini gördük. Peki ya iş plan yapma ve alet kullanma becerisi gibi zekânın daha bilindik biçimlerine gelirse?

Aletler, Planlar ve Maymun Zihinler

Bilgi kolayca edinilir, bilgelik içinse
beklemek gerekir.[1]

Alfred, Lord Tennyson

12 TEMMUZ 1990 GÜNÜ Giacomo Bernardi, Pasifik adalarından Palau'da dalış yaparken alışılmışın dışında bir şeye tanık oldu. Olanları filme alacak kadar şanslıydı. Bir turuncu benekli fildişibalığı (*Choerodon anchorago*), kuma gömülmüş bir istiridyeyi ortaya çıkarmış ve ağzıyla yerden kaldırdığı yumuşakçayı aşağı yukarı 30 metre ötedeki büyük bir kayaya taşımıştı. Ardından istiridyeyi birkaç kere kayaya savurarak parçalayıp açmıştı. Aynı fildişibalığı, takip eden yirmi dakika içinde, aynı davranış dizisini tekrar ederek açtığı üç istiridyeyi daha midesine indirmişti.

Santa Cruz'daki California Üniversitesi'nde evrimsel biyoloji profesörü olan Bernardi'nin, bir balığı alet kullanırken filme alan ilk biliminsanı olduğu düşünülüyor. Bu, hangi açıdan bakılırsa bakılsın bir balık için kayda değer bir davranıştır. Uzun bir süre boyunca alet kullanımının insanlara özgü olduğuna inanıldı; biliminsanları bu davranışın memeliler ve kuşlardan başka canlılarda da görüldüğünü ancak son on yıl içinde fark etmeye başladı.

Bernardi'nin videosunu her izleyişimde yeni hazineler keşfediyorum.[2] İlk izleyişte, bu uyanık fildişibalığının, istiridyeyi kendisinden bekleyeceğimiz şekilde, yani ağzından su fışkırtarak açığa çıkardığını sanmıştım. Halbuki aslında hedefinden uzaklaşıp solungaç kapaklarını kapatarak suda akıntı yaratıyordu, kapattığınız bir kitabın hava akımı oluşturması gibi. Bu ise alet kullanımının da ötesine geçen bir şeydir. Zaman ve mekânda birbirinden

ayrılan esnek ve mantıksal bir dizi davranış sergileyen fildişibalığı, plan yapan bir canlıdır. Bu davranışıyla, dalları veya ot saplarını kullanarak termitleri yuvalarından çıkaran şempanzeleri akla getirir. Veya örs görevi gören düz kayalar üzerinde çekiç gibi kullandıkları ağır kayalarla sert kajuların kabuğunu kıran Brezilya kapuçin maymunlarını. Ya da buldukları cevizleri yoğun kavşaklara atan, ardından da araba tekerlerinin kırıp açtığı bu cevizlerin parçalarını toplamak için kırmızı ışık yandığı zaman aşağı doğru süzülen kargaları.

Videoda, fildişibalığı ünlü bir sanatçı gibi, sucul bir izleyici kitlesinin dikkatini çekiyor. Muhtelif türde balık kum üfleme hareketini yerinde izlemeye geliyor; bazıları ise –tıpkı meşhur şahsiyetin ağzından bir cümle koparmaya çalışan gazeteciler gibi– kahramanımızın kayaya doğru yüzdüğü sırada kısa bir süreliğine peşinden gidiyor.

Yolun yarısına geldiğinde fildişibalığımız, kumun üstündeki daha küçük bir kayanın yanında duraklıyor ve bir deneme yapıyor. İstiridyeyi taşa birkaç kez fazla beklentiye girmeden savurduktan sonra tekrar yola koyuluyor, bu küçük taşın vakit harcamaya değmeyeceğine karar vermiş gibi. Başarısızlıkla sonuçlanan bu çabaları yüzünden onunla empati kurmamak ve bunların fani hayatımızdaki yanılgılarımızla benzerliğini görmemek ne mümkün!

Herhangi bir hayvan için etkileyici bilişsel becerilerdir bunlar. Bir balık tarafından sergilenmeleri, balıkların hayvanlarda zekâ spektrumunun pek de parlak olmayan ucunda olduğuna dair hâlâ yaygın olarak kabul gören varsayımı açıkça çürütür. Videodaki fildişibalığı ender görülen bir vaka –bir nevi Stephen Hawking'in balık versiyonu– olsaydı bile, davranışı yine kayda değer olurdu.

Fakat Bernardi'nin o gün tanık olduğu şey bir istisna değildi. Biliminsanları Avustralya'daki Büyük Set Resifi'nde yaşayan ve siyah benekli fildişibalığı olarak da bilinen yeşil lapinaların (*Choerodon schoenleinii*), Florida kıyısının açıklarındaki sarı başlı lapinaların (*Halichoeres garnoti*) ve akvaryum ortamında yaşayan bir altı çizgili lapinanın da (*Thalassoma hardwicke*) benzer dav-

ranışlar sergilediğini fark ettiler. Altı çizgili lapina örneğinde, esaret altında tutulan balığa yutamayacağı kadar büyük, sadece çenesini kullanarak parçalara ayırmanın çok zor olacağı yemler verildi. Balık, yemlerden birini akvaryum tankının içindeki bir kayaya taşıdı ve vurarak parçalara ayırdı, tıpkı fildişibalığının istiridyeye yaptığı gibi.[3] Bunu gözlemleyen Polonya'daki Wroclaw Üniversitesi'nden zoolog Łukasz Paśko, lapinanın yem parçalama davranışına on beş kez tanık oldu, ki bu davranışı ilk kez fark ettiğinde balığın yakalanıp esaret altına alınmasının üzerinden haftalar geçmişti. Paśko'nun belirttiğine göre, söz konusu davranış "son derece tutarlı" ve "neredeyse her seferinde başarılı" idi.

İnatçı şüpheciler böyle bir hareketin *gerçek anlamıyla* alet kullanımı olmadığını öne sürebilirler, çünkü balıklar (bizim ateşe atılacak bir odunu baltayla bölmemizde veya bir şempanzenin en lezzetli termitlere ulaşmak için bir dal parçasından faydalanmasında olduğu gibi) bir nesneyi hareket ettirmek için başka bir nesneyi ustalıkla kullanmazlar. Paśko'nun kendisi, lapinaların eylemlerinin "alet kullanmaya benzediğini" söylüyor. Ama bu, söz konusu davranışı küçümsediği anlamına gelmiyor çünkü onun da dikkat çektiği gibi, istiridyeyi veya yemi başka bir alet yardımıyla parçalamak, bir balık için imkân dahilinde değildir. Bir kere, bir balık kavrama uzuvlarıyla donatılmamıştır. Buna ek olarak, suyun viskozitesi ve yoğunluğu, bir alete yeterli ivme kazandırmayı zorlaştırır (bir cevizin kabuğunu suyun altında kayaya vurarak kırmayı denerseniz ne demek istediğimi anlarsınız). Ve balığın, sahip olduğu yegâne pratik alternatifi kullanarak, aleti ağzıyla tutması da pek işe yaramaz, çünkü bunu yaptığı takdirde yiyeceğin parçaları diğer aç yüzücülere yem olmak üzere yüzerek kendisinden uzaklaşacaktır.

Fildişibalığının kumu püskürtmek için suyu bir kuvvet olarak kullanması gibi, okçubalıkları da suyun kuvvetinden faydalanır, ama onlar suyu mermi gibi kullanır. Gümüşi renkteki vücutlarında bir dizi hoş siyah leke taşıyan, yaklaşık on santimetre boyundaki bu tropik nişancılar çoğunlukla Hindistan'dan Filipinler, Avustral-

ya ve Polinezya'ya uzanan coğrafyadaki hafif tuzlu haliç sularında, mangrov ve nehirlerde yaşarlar. Gözleri binoküler görüşe izin verecek şekilde geniş, büyük ve hareketlidir.[4] Ayrıca bu balıkların alt dişleri üst dişlerine göre dikkat çekecek kadar öndedir, bu sayede ağızlarını bir nevi tüfek namlusu gibi kullanırlar. Okçubalıkları, dillerini üstçenedeki bir girintiye doğru bastırıp boğazlarıyla ağızlarını aniden sıktıklarında, yaklaşık üç metreye yükselecek şekilde havaya su fışkırtabilirler. Bazı bireyler suyun yaklaşık bir metre yükseğindeki hedefi neredeyse her seferinde tutturabilirler. Bu balıkların pusuda beklediği durgun suların üzerindeki bir yaprağa tünemiş bir böceğin veya çekirgenin vay haline!

Bu davranış oldukça esnektir. Bir okçubalığı, suyu tek mermi şeklinde veya makineli tüfekle yaylım ateşi açmış gibi fışkırtabilir. Şimdiye dek hedef aldıkları şeyler arasında şunlar sayılabilir: böcekler, örümcekler, yavru kertenkeleler, çiğ et parçaları, tipik avlarının oyuncak modelleri, hatta gözlemcilerin gözleri ve yanan sigaraları. Okçubalıkları ayrıca silahlarını avlarının boyutuna göre doldururlar, daha büyük ve ağır hedefler için daha fazla su kullanırlar. Deneyimli okçular, avlarının hemen altını hedef alıp suyu dikey şekilde fışkırtarak, avın karadaki daha uzak bir noktaya savrulmaktansa doğrudan suya düşmesini sağlayabilirler.

Suyu mermi olarak kullanmak bu balıkların faydalandığı muhtelif yiyecek arama seçeneğinden yalnızca biridir. Çoğu zaman diğer sıradan balıklar gibi suyun altında yiyecek ararlar. Yiyeceğin suyun yüzeyinden yalnızca otuz santimetre gibi bir yükseklikte olduğu durumlarda ise daha dolaysız bir yol izler ve avı ağızlarıyla yakalamak için suyun dışına sıçrarlar.

Okçubalıkları gruplar halinde yaşar ve gözlemleyerek öğrenme becerileri olağanüstüdür. Avlanma hünerleri doğuştan gelmez, bu nedenle acemiler ancak uzun bir eğitim sürecinden sonra hızla hareket eden hedeflere doğru başarılı atışlar yapar hale gelirler. Almanya'daki Erlangen-Nuremberg Üniversitesi'nden esaret altındaki okçubalıklarını araştıran araştırmacılar, deneyimsiz bireylerin saniyede bir santimetre gibi düşük bir hızla hareket eden bir

hedefi bile başarılı şekilde vuramadığını bulguladılar. Fakat başka bir okçubalığının hareket halindeki bir hedefi vurmak için (başarılı ve başarısız) çok sayıda denemesini izlemelerinin ardından, acemiler de hızla hareket eden hedeflerde başarılı atışlar yapabilmeye başlamışlardı.[5] Biliminsanları, bir okçubalığının zor bir beceriyi öğrenmek için başka bir okçubalığının bakış açısını benimseyebildiği sonucuna vardılar. Biyologlar buna *perspektif almak* diyorlar. Bir okçubalığının yaptığı bu iş, yaralı bir sığırcığı tekrar uçmasına yardımcı olmak için bir ağacın tepesine taşıyan bir şempanzenin biliş düzeyine sahip olmayı gerektirmeyebilir, ama yine de bir durumu başka birinin bakış açısıyla görmeye örnektir.

Yüksek hızlı video kayıtları, bu balıkların, uçmakta olan avın hızına ve konumuna bağlı olarak farklı ateş etme stratejileri kullandıklarını gösteriyor. Okçubalıkları araştırmacıların "öngörülü yönlendirme stratejisi" dediği şeyden faydalanır ve ip gibi fışkırttıkları suyun yörüngesini uçan bir böceğin hızını hesaba katarak ayarlarlar; hedefin hızı daha fazlaysa daha ileride bir noktayı hedef alırlar. Eğer hedef alçaktan uçuyorsa (genellikle su yüzeyinin üzerinde on beş santimetreden az bir yükseklikte) çoğu zaman farklı bir strateji uygularlar. Araştırmacıların "dön ve ateş et" adını verdiği bu manevrada balık, hedefinin yanlamasına hareketiyle uyumlu olacak şekilde vücudunu yatay olarak döndürürken su fışkırtır, böylece fışkıran su havada yol alan hedefi "izler". Hangi oyun kurucu olsa takımında bu balıklardan olmasını memnuniyetle karşılardı.

Sudan havaya geçişin sebep olduğu optik bozulmayı telafi eden okçubalıkları, bunu hedefin görünen boyutunu ve hedef karşısındaki göreli konumlarını yöneten fizik kanunlarını öğrenerek başarırlar. Bu şekilde göz kararıyla genelleme yapma becerileri sayesinde nesnelerin mutlak boyutlarını alışılmadık açı ve mesafelerden ölçebilirler.[6] Okçubalıklarının bunun yanı sıra entomolojiye de girip girmediklerini, yani böceklerin lezzetli mi, yenemeyecek kadar büyük mü, uğraşmaya değmeyecek kadar küçük mü veya sokan bir tür mü olduklarını anlamak için görsel yolla kimlik

tespitinden faydalanıp faydalanmadıklarını merak ediyorum.

İnsanlar ne kadar zamandır taş atıyorsa okçubalıkları da en az o kadar zamandır su fışkırtıyor olsa gerek; lapinalar ise muhtemelen atalarımızın Demir Çağı'nda sıcak metali örste dövmeye başlamasından çok önce istiridyeleri kırarak açmak için kayalardan faydalanıyordu. Peki ama balıklar, beklenmedik koşullar doğaçlama yapmayı gerektirdiğinde bizim yapabildiğimiz gibi, kendiliklerinden alet kullanımını icat edebilirler mi? Mayıs 2014'te gerçekleştirilen bir araştırma, akuakültür araştırmalarında kullanılmak üzere esaret altında tutulan Atlantik morinalarının (*Gadus morhua*) daha önce rastlanmamış bir biçimde alet kullandığına dair örnekler açığa çıkardı. Araştırma kapsamında yer alan her bir balığın arka tarafına, sırt yüzgecinin yakınına renkli bir plastik etiket yapıştırılmıştı, bu sayede araştırmacılar her bir balığı tanıyabilecekti.[7] İçinde bulundukları havuza, ucuna halka bağlanmış bir ip vasıtasıyla çalışan otomatik bir yemlik yerleştirilmişti; balıklar halkayı ağızlarıyla tutarak çektiklerinde, suya bir parça yiyecek düşürebileceklerini çok geçmeden öğrendiler.

Morinalardan bazıları, görünüşe göre rastlantı eseri, halkayı etiketlerine geçirip ardından yüzerek biraz uzaklaştıklarında yemliği çalıştırabildiklerini keşfettiler. Bu zeki morinalar uyguladıkları tekniği yüzlerce "test" yoluyla geliştirdiler, öyle ki nihayetinde hedef odaklı ve koordineli bir dizi incelikli hareket yapar hale geldiler. Bu gerçek bir gelişmeydi, çünkü yenilikçiler ağızlarını kullanmak yerine bu yola başvurduklarında yemi saniyenin küçük bir kesri kadar daha hızlı yakalayabiliyorlardı. Balıkların beslenmek uğruna yabancı bir cihazla düzenli olarak etkileşime girebilmesi yeterince etkileyicidir, fakat bazılarının etiketlerinden faydalanmanın yeni bir yolunu icat etmesi, bir balığın esneklik ve özgünlük kapasitesi olduğunu gösterir.

Balıklarda alet kullanımı bildiğimiz kadarıyla belli başlı balık gruplarında rastlanan bir özelliktir. Culum Brown, nasıl ki memeliler arasında primatlar ve kuşlar arasında da kargagiller (kargalar, kuzgunlar, saksağanlar ve alakargalar) alet kullanımı konusunda

beklenenden daha fazla örnek içeriyorsa, lapinaların da balıklar arasında benzer bir konumda olabileceğini ileri sürüyor. Sualtında yaşamak alet kullanımı açısından karada yaşamaya kıyasla daha az fırsat tanıyor olabilir. Fakat fildişibalıklarının (ki lapina familyasındandırlar) ve okçubalıklarının, problemlere yaratıcı çözümler bulmada evrimin sergilediği sınırsız kapasitenin en önemli örneklerinden olduğunu biliyoruz ve diğer türler arasında da benzer becerilere sahip olan çok sayıda balığa rastlanabilir.

Mesela kaplanbalıklarını bunlardan biri sayabilir miyiz?

İşler Tersine Dönünce

Kuşlar binlerce yıldır balık yakalamak için suya dalıyorlar. Pelikanlar, balıkkartalları, sümsük kuşları, deniz kırlangıçları ve yalıçapkınları, vücutları tüylerle kaplı balık düşmanları ordusunun en görkemli örneklerini oluşturuyorlar. Boyları bir metreyi aşan ve üç buçuk kilo ağırlığa ulaşabilen sümsük kuşları, 15 ila 30 metre yükseklikten aşağı doğru atılıp suya çarpmadan hemen önce kanatlarını geriye doğru katlayarak saatte 95 kilometre hızla seyredebilir ve başına geleceklerden habersiz bir balığı, sivri gagalarıyla yakalamak için 18 metre derinliğe torpido gibi dalabilirler.

Bazen ise işler tersine döner.

Ocak 2014'te, Güney Afrika'nın Limpopo eyaletindeki suni bir göl olan Schroda Barajı'nda biliminsanları, yerlilerin daha önce gördüklerini bildirdikleri bir şeyi filme alarak belgelediler.[8] Üçlü bir grup halinde uçan kır kırlangıçları suyun yüzeyini sıyırıp geçerken, sudan sıçrayan bir kaplanbalığı kuşlardan birini havada kapmıştı.

Kaplanbalıkları Afrika'nın tatlı sularında yaşayan, oval şekilli, gümüşi renkte pullarla kaplı yırtıcı balıklardır. Birkaç türü bulunan bu balıkların en büyükleri 68 kilo ağırlığa ulaşabilir. Adlarını gövdeleri boyunca uzanan yatay çizgilerden ve ağızlarının içinde sıralanmış keskin dişlerden alırlar. Balıkçıların av olarak değer verdiği bir türdür.

Kırlangıcın balık tarafından yakalanması münferit bir vaka değildi. Olayı belgeleyen araştırma ekibi günde yaklaşık yirmi ayrı kırlangıç kapma vakasının yaşandığını bildirdi, bu da on beş günlük araştırma süresince 300 kadar kır kırlangıcının ruhunu teslim ettiği anlamına geliyor.

Bunu bir düşünün. Kırlangıçlar, böceklerin peşinde uçarken hızlı ve çevik manevralar yapmalarıyla bilinirler. Bu kuşlar ansızın balık yemi oldukları sırada, muhtemelen saatte en az otuz kilometre hızla seyir halindeydiler. Pratik zekâya sahip olmayan bir balığın uçan bir kırlangıcı yakalamada nasıl başarılı olabileceğini hayal etmekte güçlük çekiyorum. Bana kalırsa bu eylemler bir plan dahilinde gerçekleşmemiş olsaydı, rasgele gerçekleşen bir milyon balık sıçrayışının sonucunda suya tek bir tüy bile düşmezdi. Kaplanbalığı, büyük beyaz köpekbalıklarının suyun yüzeyinde sıçrayarak yüzen fokları yakalamak için yaptığı gibi, kuşun yaklaşmasını yüzeyin biraz altında bekleyip sonra dümdüz yukarı fırlasa bile, kırlangıç onun sıçradığı noktadan çoktan ayrılmış olurdu muhtemelen. Nitekim başarılı bir yakalayışı gösteren bulanık bir çekim, balığın dikey yönde sıçramadığını gözler önüne serdi. Bunun yerine kuş arkadan pusuya düşürülmüştü. Balığın kırlangıcı yakaladığını gösteren videoda balık, kuşun tam arkasından muazzam bir hızla sıçrıyor ve suya geri düşmeden önce kuşu havada yakalıyordu.

Dört ekolog, kaplanbalıklarının faydalandığı iki farklı saldırı yöntemi olduğunu söylüyor. Biri kırlangıcın tam arkasından suyun yüzeyi boyunca ilerlemeyi ve sonra onu yakalamak için fırlamayı içeriyor. Diğeri ise su yüzeyinin en az 45 santimetre altından başlatılan dümdüz yukarı doğru bir saldırı. İlk yöntemin avantajı, balığın su yüzeyindeki ışık kırılması dolayısıyla gerçekleşen (suyun altından bakıldığında kırlangıcın bulunduğu yerin gerisindeymiş gibi görünmesine yol açan) imge kaymasına göre herhangi bir ayarlama yapmasının gerekmemesi. Bu yöntemin dezavantajlarından biri ise sürpriz unsurunu ortadan kaldırabilmesi. Belli ki bu balıkların en azından bazıları, su yüzeyinde gerçekleşen im-

ge kaymasını telafi etmeyi öğrenmişler, aksi takdirde ikinci yöntemle başarılı olmaları mümkün olmazdı.

Bu davranış bir dizi soruyu gündeme getiriyor. Kaplanbalıkları ne zamandır bunu yapıyorlar? Bu davranış nasıl ortaya çıktı? Kaplanbalığı popülasyonu içinde nasıl aktarıldı? Ve kırlangıçlar yakalanmamak için neden suyun daha yükseğinde uçmak gibi kaçınma manevralarına yeltenmiyorlar?

Bunu kaplanbalıklarının kuş avlama alışkanlıklarına dair literatürün önde gelen yazarlarından Gordon O'Brien'a sormaya karar verdim (kendisi Güney Afrika'daki Pietermaritzburg şehrinde bulunan KwaZulu-Natal Üniversitesi Yaşam Bilimleri Okulu'ndan bir tatlısu ekoloğudur). "Schroda Barajı'ndaki kaplanbalığı popülasyonu çok yakın bir zamanda, 1990'ların sonlarında Limpopo Nehri'nin alt kısımlarından gelip yerleşti. Yani çok 'genç' bir popülasyondan bahsediyoruz," dedi O'Brien. "Kaplanbalıklarının durumu yaşam alanlarının büyük kısmında iyi olsa da, Güney Afrika'da insan kaynaklı pek çok etkenden ötürü sayıları azalıyor. Bunun sonucunda da kaplanbalığı Güney Afrika'nın koruma altındaki türler listesine alındı ve insan eliyle yapılmış yaşam alanlarına yerleştirilmeye devam ediyor."

O'Brien'a kuş avlama davranışının nasıl ortaya çıktığını sordum. Kaplanbalıkları açısından barajın çok küçük olduğunu ve popülasyonun ya uyum sağlamak ya da yok olmak zorunda olduğuna inandığını anlattı. O ve meslektaşları, bu davranışın ilk kez kaydedildiği 2009 yılı civarında, durumları epey kötü olan çok sayıda iri kaplanbalığına rastlamışlardı.

O'Brien'ın kuş avcılığının kaplanbalığı popülasyonları arasında nasıl aktarıldığına dair de söyleyecek çok şeyi vardı: "Öğrenilmiş bir davranışa benziyor. Daha küçük balıklar aynı oranda başarılı değiller, yüzeyin daha derinlerinde pusuya yatıp ışık kırılmasını hesaba katarak saldırmaktansa 'yüzey kovalamacası' yöntemini tercih ediyorlar. ... Kaplanbalıklarının ne kadar fırsatçı olduklarını ve diğer bireylerin artan hareketliliğine ilgi gösterdiklerini biliyoruz – böyle durumlarda çılgınca bir beslenme dürtüsüne

kapılıyorlar. Kırlangıçların dönüş göçü esnasında manzara büyüleyici oluyor ve bence daha genç olanlar [kaplanbalıkları] bu davranışı bu dönemlerde öğreniyor."

Kuşçulluk (yani kuşla beslenmek) kaplanbalıklarına özgü değildir. Büyükağızlı levreklerin, turnabalıklarının ve diğer yırtıcı balıkların yüzeye yakın sazlıklara tünemiş küçük kuşları yakalamak için yukarı sıçradığı nadiren de olsa görülmüştür. Yakın tarihte, büyük yayınbalıkları, Güney Fransa'daki Tarn Nehri'nin sığ bölgelerine su içmek için gelen güvercinleri yakalarken görüntülendi; katil balinaların denizaslanlarını yakalamak için kullandığı pusuya düşürme tekniğine başvuruyor, yani avı ağızlarıyla yakalamaya çalışırken ileri atılıp bir süreliğine karaya çıkıyorlardı.

Bu balıklar muhtemelen gösteriş yapmıyorlar. Kuş avlamalarının asıl nedeni çaresizlik olabilir. Schroda Barajı, 1993'te insan eliyle inşa edilmiş bir habitattır ve Güney Afrika'nın başka yerlerinde sayısı azalan kaplanbalıkları, buraya sayılarının artması için bırakılmıştır. Daha erken tarihli çalışmalar, Schroda Barajı'nda yaşayan kaplanbalıklarının (muhtemelen göldeki kaynakların azlığı nedeniyle) yiyecek bulmak için diğer bölgelerde yaşayan kaplanbalıklarına kıyasla çok daha fazla (neredeyse üç misli) vakit harcadıklarını göstermiştir.[9] Kuş avlama girişimleri kaplanbalıklarını, bölgede yaygın olan Afrika balıkkartalları tarafından avlanma riskiyle karşı karşıya bırakıyor bile olabilir. Tarn Nehri'nde güvercin yakalayan yayınbalıkları da benzer bir durumdan mustarip olabilirler. Bölgeye 1983'te bırakılan bu balıklar hayatta kaldılar ama normal koşullar altında bir yayınbalığının alışveriş listesinde güvercin görmezsiniz; bu balıkların kuşlara yönelmesinin muhtemel sebebi, normalde avladıkları daha küçük balıklarla kerevitlerin sayısındaki hatırı sayılır azalmadır.[10] İcatlar sahiden ihtiyaçtan doğuyorsa, bu durum balıklar için de geçerli gibi görünüyor.

Schroda Barajı'ndaki keşifte imzası bulunan araştırmacılar, Afrika'nın başka bölgelerinde kaplanbalıklarının uçmakta olan kuşları yakaladığından şüphe eden biyologlar tarafından 1945'te ve sonra tekrar 1960'ta yayımlanmış notlardan alıntı yapıyorlar.

Belki de girişken bir kaplanbalığının, başına geleceklerden habersiz bir kırlangıç karşısında şansı yaver gitti, balık da daha sonra pratik yaparak bu hüneri geliştirdi. Okçubalıklarının gösterdiği üzere, bu davranışın popülasyon geneline yayılması da, balıkların gayet başarılı olduğu gözlemsel öğrenme yoluyla gerçekleşmiş olabilir.

Nasıl başlamış olursa olsun, burada esnek ve biliş temelli davranışın ayırt edici özelliklerini görüyoruz. Bir kere fırsatçı bir davranıştır bu; tür için alışıldık bir şey değildir. Pratik yapmayı ve beceri sahibi olmayı gerektirir (şüphesiz pek çok başarısız denemenin ardından gelişir). Ayrıca gözlemsel öğrenme yoluyla aktarıldığı neredeyse kesindir ve farklı yöntemler kullanılır.

Kırlangıçların neden suyun üzerinde daha yüksekten uçarak kaplanbalıklarından kaçmayı öğrenmediklerine gelince, birkaç olasılık mevcuttur: (a) Kırlangıçlar aslında balıklar tarafından yakalandıklarının farkında değillerdir; (b) su yüzeyinin hemen üzerinde yüzmek kuşlara enerji bakımından fayda sağlar; ve/veya (c) böceklerin çoğunun bulunduğu yer burasıdır. Kuşların tehlikenin farkına varmaması pek olası görünmüyor; yanı başında uçan bir yol arkadaşını kapmak için sudan fırlayan oldukça büyük bir balığı fark etmemek zor olurdu. Belki bir balık tarafından yakalanmak istisnai bir durumdur ve yüzey yakınında yiyecek aramanın faydaları çok fazladır; kırlangıçlar da bu yüzden yüzeye yakın uçmaktan vazgeçmiyorlardır.

Balıklar Primatlara Karşı

Eğer balıklar yenilik yapabiliyorlarsa ve yiyecek yakalamak için titizlik gerektiren, riskli manevralar yapmayı öğrenebiliyorlarsa, insanlar tarafından tasarlanmış bir uzay-zaman bulmacasında da çözüme ulaşabilirler mi? Diyelim ki açsınız ve ben de size birbirinin aynısı iki dilim pizza ikram ettim. Soldaki dilimin iki dakika içerisinde kaldırılacağını ve diğerinin alınmayacağını da ekledim. Önce hangi dilimi yerdiniz? Her iki parçayı da yiyebilecek kadar

aç olduğunuzu varsayarsak, soldaki parçayla başlayacağınız neredeyse kesindir.

Şimdi bir balık olduğunuzu düşünün –diyelim ki bir temizlikçi lapinasınız (*Labroides dimidiatus*)– ve benzer bir durumla karşı karşıyasınız: sadece renk açısından farklılık gösteren ve içlerinde özdeş yiyeceklerin bulunduğu iki tabak. Mavi tabaktan yemeye başlarsanız kırmızı tabak kaldırılacak; önce kırmızıyı seçerseniz, mavi tabak olduğu yerde kalacak ve ikisini de yiyebileceksiniz. Bir balığa önce kırmızı tabağın kaldırılacağını doğrudan söyleyemeyeceğimiz için, balık bunu deneyim yoluyla öğrenmelidir. Benzer deneyler başka yerlerde akıllı primatların üç türüyle de gerçekleştirilmiştir: sekiz kapuçin maymunu, dört orangutan ve dört şempanze.

Kim daha başarılı olmuştur dersiniz?[11] Maymunlardan biri olduğu tahmininde bulunduysanız size pizza yok. Balıklar problemi çözerken primatların tümünden daha iyi performans gösterdiler. Deneye sokulan altı yetişkin temizlikçi lapinanın altısı da önce kırmızı tabaktan yemeyi öğrendi. Bunu çözmeleri ortalama kırk beş deneme aldı. Buna karşılık, şempanzelerden yalnızca ikisi problemi yüzden az denemede çözdü (sırasıyla altmış ve yetmiş denemede). Diğer iki şempanze ile orangutan ve maymunların tamamı deneyde başarısız oldu. Deney daha sonra primatların öğrenmesine yardımcı olacak şekilde değiştirildi ve kapuçinlerin tamamıyla orangutanların üçü, yüzden az denemede mevzuyu kavradı. Diğer iki şempanze ise hiç başarılı olamadı.

Araştırmacılar –Almanya, İsviçre ve Amerika Birleşik Devletleri'nden on biliminsanı– daha sonra başarılı denekleri tabaklara aniden zıt rollerin verildiği ters deneylere tabi tuttular. Hiçbiri böylesine bir şeytanlık beklemiyordu. Ve sadece yetişkin temizlikçi lapinalar ile kapuçin maymunları, ilk yüz deneme içerisinde farklı bir tercihte bulunabildi.

Deneye birkaç genç temizlikçi lapina da dahil edilmişti ve yetişkin balıklara kıyasla belirgin ölçüde kötü performans sergilediler, bu da davranışın öğrenilmesi gereken zihinsel bir beceri oldu-

ğunu gösteriyor. Araştırmanın yaratıcılarından biri olan Redouan Bshary, deneyi dört yaşındaki kızına bile uyarladı.[12] Çikolatalı drajeleri farklı görünümlerdeki kalıcı ve geçici tabaklara yerleştirerek denk bir "yiyecek arama" deneyi kurdu. Çocuk yüz denemeden sonra bile önce geçici tabaktan yemeyi öğrenememişti.

Deneyi yapanlar kilit bir sonuca varıyor: "Temizlikçi lapinaların sergilediği sofistike yiyecek arama kararları ... daha büyük ve daha karmaşık beyinleri olan diğer türler tarafından kolay kolay verilemiyor."[13] Fakat bu beceriler birdenbire ortaya çıkmadı. Lapinaların önce hangi tabaktan yiyeceklerine dair verdikleri akıllıca karar, bu temizlikçi balıkların vahşi doğada müşterileri olan resif balıklarıyla etkileşimleri sırasında vermek zorunda oldukları kararlara benziyor. Nitekim deneyin mantığı da kasten bu duruma benzeyecek şekilde tasarlanmıştı. Beyin büyüklüğü ne olursa olsun, eğer bir davranış bir türün hayatta kalması için kritik önemdeyse, o tür muhtemelen bu işte ehil olacaktır.

Temizlikçi balıklar, kendi işi gücü olan diğer balıkların vücutlarından topladıkları lezzetli lokmalarla geçinirler, bu yüzden de besin kaynağının her an yüzerek uzaklaşma ihtimaline karşı daha dikkatli olmaları gerekir. Muzlar böyle yapmaz, kısa süreliğine uğramış müşteri balıklar yapar. Dolayısıyla temizlikçi balıklar bol bol pratik yaparlar. Düşük tempolu bir işgününde dahi temizlikçi balıklar yüzlerce müşteriye hizmet ederler. İşler iyi gittiğinde büyük bir çeşitlilik gösteren müşterileriyle 2000'den fazla etkileşime girebilirler. Müşterilerinin bazıları resifte yaşayan "müdavimlerden", diğerleri (muhtemelen diğer türler) geçerken uğramış "ziyaretçilerden" oluşur. Temizlikçi balıklar bu ikisini birbirinden ayırabilirler ve hemen hizmet almadıkları takdirde uzaklaşıp başka bir istasyondaki başka bir temizlikçide durabilecek ziyaretçilere öncelik tanırlar. Müdavimler daha sonra da civarda olacaktır. Kırmızı tabak, mavi tabak.

Eğer siz de benim gibiyseniz, primatların bize oldukça basit görünen bir zihinsel görev karşısında gösterdikleri performans sizi de hayal kırıklığına uğratmış olmalı. "Maymunların bu beklen-

medik başarısızlığı, görevin yarattığı hüsran duygusundan kaynaklanıyor gibi görünüyor," diye yazıyor deneyi yapan araştırmacılar. Yani sebep, kesinlikle aptal olmaları değil. Büyük maymunlar bulmaca çözmeleriyle ünlüdürler, bazıları insanlardan çok daha iyi performans sergiler.[14] Sözgelimi, bir bilgisayar ekranına rasgele dağıtılmış sayılar üzerindeki bir uzamsal bellek alıştırmasında şempanzeler insanlardan daha iyi performans gösterirler. Şeffaf ve dar bir tüpün dibinde duran bir yerfıstığıyla karşı karşıya kaldıklarında Arşimet prensibinden yani suyun kaldırma kuvvetinden faydalanmayı da akıl ederler.[15] Yerfıstığını yerinden oynatamaz veya tüpün dibine ulaşamazlarsa, yakınlardaki bir kaynaktan ağızlarında taşıyarak getirdikleri suyu, yerfıstığı ulaşabilecekleri seviyeye yükselene kadar tüpün içine püskürtürler. Bazı yaratıcı şempanzelerin tüpün içine işedikleri bile olur. Orangutanlar ormanlarındaki yüzlerce meyve ağacının konumuna dair zihinsel haritalar çıkarır ve bu ağaçların ne zaman meyve verdiğini bilirler.[16] Sahneledikleri kaçış performanslarıyla ayrıca ünlüdürler; anahtar kullanmadan kilitleri açabildikleri ve hatta anahtarlarını vermeleri için bakıcılarını kandırdıkları görülmüştür.

Fakat bunlar farklı türlerde becerilerdir. Gün içinde birkaç kez düzenli olarak yiyeceğin verildiği ve önlerinden kaldırılmadığı esaret koşulları altında doğmuş olmaları muhtemelen primatların deneydeki performansları açısından pek iyi olmamıştı. Buna karşılık vahşi doğadan yakalanmış lapinalar, hayatları boyunca kendi başlarının çaresine bakmak zorunda kalmışlardı.

Balıkların zihinsel bir görevde primatlardan daha iyi performans göstermeleri bize beyin büyüklüğünün, vücut boyutunun, kürk ya da pulların varlığının ve insanlara evrimsel açıdan yakınlığın zekâyı tartmak için sağlam ölçütler olmadığını hatırlatır. Aynı zamanda zekânın çokboyutlu ve bağlamsal olduğunu, yani tek bir genel nitelik olmaktan çok, muhtelif düzlemlerde sergilenebilen bir dizi beceriden oluştuğunu gösterir. Çoklu zekâ kavramının bu denli çekici olmasının sebeplerinden biri, bir kişinin nasıl muhte-

şem bir sanatçı veya başarılı bir sporcu olup, sözgelimi matematiğe veya mantığa ilişkin ödevlerde düşük performans sergilediğini açıklamaya yardımcı olmasıdır.[17] Bu kavram, kendi türümüz için bile çok dar kapsamlı bir dizi insan kabiliyeti üzerinden tanımlanan "zekâ"ya, tarih boyunca gösterdiğimiz itibarı azaltıyor.

Buraya kadar incelediklerimizin çoğu, birey davranışı sergileyen balıklar hakkındaydı. Fakat çok az balık yalnız yaşar; balıkların çoğu sosyal varlıklardır ve oluşturdukları toplumlar, yaşamlarına dair yeni yönleri ortaya çıkarmaya devam ediyor.



BEŞİNCİ BÖLÜM

Balıkların Tanıdıkları

Arkadaşlık kimi en uzun süredir tanıdığınızla değil, kimin gelip bir daha yanınızdan ayrılmadığıyla alakalıdır.

Anonim

Sosyal Hayat

Görünüşümüz ya da konuşmamızla başkalarına
yabancı gelen bizler birbirimize tutunmalıyız.[1]

C. J. Sansom

BİR MERCAN RESİFİNİN etrafında yüzen balıklara şöyle bir baktığınızda, karman çorman bir canlılar topluluğuyla karşı karşıya olduğunuzu düşünebilirsiniz. Ama daha yakından bakarsanız, kiminle yüzmeyi tercih ettiklerinin rasgele olmadığını fark edersiniz. Bir etolog olarak dünyanın dört bir yanına yaptığım seyahatlerde hem esaret altında hem vahşi doğada muhtelif ortamlarda yaşayan balıkları izleme fırsatı yakaladım. Florida'dan Washington D.C.'ye ve Meksika'ya kadar birçok yerde, balıkların farklı şekillerde kümelendiğini ve dolaştığını gördüm. Florida'nın güneyindeki Biscayne Körfezi'nde ve Key Largo açıklarında şnorkelle yüzerken çok sayıda balık türüyle karşılaştım. Bazıları, bir plajın sığlıklarında beni görünce uzaklaşan vatoz ile bir resifin üzerinde hareketsizce asılı kalan baraküda gibi yalnızdı. Fakat çoğu, kendi türünden diğer balıklarla birlikte yüzüyordu. Atlantik zarganaları (*Strongylura marina*) kıyının yanında su yüzeyinin hemen altında, küçük gruplar halinde duruyorlardı. "Homurdanan balık" olarak da bilinen *Haemulon flavolineatum* türünün mensupları, derli toplu kümeler halinde, dalgalarla birlikte sallanarak sürükleniyorlardı. On sekiz papağanbalığından oluşan bir grup, suyun altında avare avare dolaşıyor, mercan kayalarını kemirdikleri sırada duyabileceğim kadar yüksek çıtırtılar çıkarıyorlardı. Sarıkuyruklu kapanbalıkları (*Ocyurus chrysurus*) onlar kadar sosyal değildi ama yine de bu türden bir balığı hiç tek başına görmedim. Farklı

türlerden bireylerin bulunduğu düzensiz sürüler yaygın olsa da, balıklar kendi türlerinin mensuplarını belli ki tanıyorlar ve genelde onların refakatini tercih ediyorlar.

Öte yandan her bir türden daha az temsilcinin bulunduğu kontrollü akvaryumlarda kimin kiminle yüzeceği belli olmaz. Smithsonian Enstitüsü'nün Washington'daki Ulusal Doğa Tarihi Müzesi'ne bir ziyaretimde, canlı bir mercan resifi teşhirinin önünde biraz vakit geçirdim. Akvaryumun içinde yaklaşık yirmi balık türü ve az sayıda omurgasız vardı: karidesler, denizkestaneleri, denizyıldızları ve anemonlar. Bir çift sarı tang –disk biçiminde bir gövdesi ve sivri bir ağzı olan, limon gibi sarı renkte balıklar, hani şu *Kayıp Balık Nemo*'da Bubbles'ın temsil ettiği tür–birbirinden nadiren beş santimetreden fazla uzaklaşıyordu. Bir çift papazbalığı aynı rotayı takip ediyor, hava yutmak için suyun yüzeyine doğru sırayla hamleler yapıyordu. İkinci bir papazbalığı çifti yakınlarda, birbirinden en fazla birkaç santimetre mesafede sakin sakin yüzerek tamamen aynı hareketleri yapıyordu. Bir de iki ayrı grup anemonbalığı vardı; çift olanı, akvaryumun zemininindeki bir anemonun dokunaçları arasına yerleşmişti, üçlü olanı ise su yüzeyi civarlarında yüzüyordu. Sosyal yaşantıları olan bağımsız bireylerden oluşan düzenli bir topluluğu seyrediyordum. Esaret altındaki balıkların, hayatlarını kimlerle paylaşacaklarına dair söz hakları olmadığı halde uyumlu ilişkiler kurabilmelerini fazlasıyla takdir ediyorum.

Akvaryumlar bilimin söylediklerini görünür hale getirirler: Balıkların sosyal yaşamları vardır. Birlikte yüzerler; görme, koklama, işitme ve diğer duyu kanalları aracılığıyla diğer bireyleri tanırlar; eşlerini rasgele olmayan bir şekilde seçerler ve işbirliği yaparlar.

Balıklar için toplumun temel yapıtaşı düzensiz ya da düzenli sürülerdir. Düzensiz sürülerde (*shoal*) bir araya gelen balıklar birbirleriyle etkileşime girer ve sosyalleşirler. Düzensiz sürülerde balıklar birbirlerinin mevcudiyetinin farkındadır ve topluluğun içinde kalmaya gayret gösterirler fakat birbirlerinden bağımsız olarak yüzerler; herhangi bir zamanda tekil balıklar yüzerek farklı

yönlere doğu gidebilirler. Düzenli sürülerde (*school*) ise disiplin hâkimdir: Balıklar belirli bir nizam dahilinde yüzerler, her biri aynı hızda ve aynı yöne doğru ilerler, her biri önündekiyle arasına neredeyse eşit mesafe koyar. Düzensiz sürülerdeki balıklar daha ziyade yiyecek ararlar, tıpkı daha önce bahsettiğim papağanbalıkları gibi; oysa düzenli bir balık sürüsü büyük ihtimalle bir yere yolculuk ediyordur. Adriyatik kıyısı boyunca göç eden bir milyon sardalye, düzenli bir sürüye örnek teşkil eder. Düzenli sürüler genelde daha büyük olur ve düzensiz sürülere kıyasla daha uzun süre bir arada kalırlar.

2015'in nisan ayında kız arkadaşımla beraber Porto Riko'nun batı kıyısında şnorkelle yüzdüğümüz sırada, büyük ve düzenli bir balık sürüsünü –sanırım pullu ringa balıklarıydı (*Harengula jaguana*)– çok yakından gördük. Birkaç metre altımızdaki resiflerin renklerinin güzelliğine bakarken bir anda kendimizi kıyı boyunca kuzeye doğru göç eden küçük, gümüşi gri renkte bir balık bulutunun içinde bulduk. Metalden yapılmış bir tırnak törpüsü büyüklüğünde ve şeklinde olan her bir balık diğerleriyle arasına yaklaşık yedi santimetre mesafe koyarak yüzüyordu. Büyük gözlerinde hafif kaygılı bir bakış vardı ve yüzüşlerindeki kararlılık –akıntı tarafından ileri doğru itilirken kuyruklarını seri bir biçimde çırpıyorlardı– hallerine ciddiyet katmıştı. Rüzgârlı hava yüzünden sualtı görüşü normalden daha zayıftı, bu düzenli sürünün içindeki balıkların sayısı ve yoğunluğu dolayısıyla da başka hiçbir şey görünmüyordu. Balıklardan oluşan bir örtüyle sarmalanmış gibi hissettik. Yönümü değiştirip birkaç saniyeliğine onlarla birlikte yüzdüm ve etrafımdakilere bakınca, hareket ettiğim halde hareket etmediğim gibi tuhaf bir hisse kapıldım. Aralarına karışmış bu yumru yumru iki maymunsu canlının varlığı yüzünden istiflerini bile bozmamışlardı. Sonra, denizin derinliklerine açılan tarafta gümüşi renkte parıltılar gördüm – daha büyük balıklardan oluşan bir sürü onları pusuya düşürmüştü. Bir dakika sonra küçük göçmenler, ortaya çıktıkları gibi ansızın kayboldular ve kuzeye doğru yolculuklarına devam ettiler.

Balıklar neden böyle büyük sürüler oluştururlar? Düzenli veya düzensiz sürüler oluşturmanın avantajları arasında, hareket etme kolaylığı, yırtıcıları tespit etme, bilgi paylaşımı, birlikten doğan güç ve güvenlik bulunur. Çok sayıda balığın aynı yönde hareket etmesi bir akıntı oluşturur; böylece düzenli sürü üyeleri, tıpkı bir bisikletçi grubunun rüzgâr direncini kırmasında olduğu gibi, enerjiden tasarruf eder. Göç eden balıkların vücutlarından çıkan mukusun suda sürüklenmeyi azalttığına dair bazı kanıtlar mevcuttur; Atlantik'te düzenli sürüler halinde hareket eden *Chaetodipterus faber* türü üzerinde yapılan araştırmalar bu etkinin yüzme verimliliğini yüzde 60 oranında artırabildiğini gösterdi.[2] Doğal ortamdan yakalanıp esaret altına alınmış Atlantik gümüşbalıkları üzerinde gerçekleştirilen müteakip bir araştırma ise bu davranışın suda sürüklenmeyi azalttığı hipotezinin doğruluğuna şüphe düşürdü.[3] Araştırmacılar, bir akıntı havuzuna, doğal koşullarda on bin gümüşbalığından oluşan düzenli bir sürünün suya bırakacağı mukus miktarını ziyadesiyle aşar miktarda suni bir sürüklenme azaltıcı eklediklerinde, balıkların kuyruk çırpma oranlarında herhangi bir azalma gözlemlemediler.

Göç eden balıkların oluşturduğu büyük ve düzenli sürülerde, sürü arkadaşlarının kim olduğu önemsizdir. Fakat düzensiz balık sürülerinde tanıdık sürü arkadaşları vardır ve araştırmalar, tanıdıklardan oluşan düzensiz sürülerin, birbirini tanımayan bireylerden oluşan düzensiz sürülere kıyasla daha verimli hareket ettiğini gösteriyor. Tanıdıklardan oluşan düzensiz yassıkafalı golyan sürüleri daha sıkı bir bağlılık ve daha atılgan bir tutum sergiler, daha az donakalırlar.[4] Tanıdıklardan oluşan düzensiz sürüler yırtıcıları yoklamaya daha çok vakit ayırırlar; bu yoklamalarda sürünün bir veya iki üyesi, yerini tespit ettiklerini ve başarıyla sonuçlanacak bir sürpriz saldırı gerçekleştiremeyeceğini göstermek için yırtıcı balığa yaklaşır.

Etrafınız dostlarınızla çevrili olduğunda bile, düzenli veya düzensiz bir sürüdeki bazı konumlar diğerlerinden yeğdir. Cambridge Üniversitesi'nden balık biyoloğu Jens Krause'un yaptığı deney-

lerde, bir tür golyan olan akbalıklar (*Leuciscus cephalus*) içinde bulundukları sürüye dışarıdan müdahale gelmediği sürece sürüde konum alma eğilimi göstermediler. Fakat Krause suya alarm feromonu (*schreckstoff*) eklediğinde, akbalıklar aniden kendileriyle aynı boydaki diğer balıkların yanında yüzmeyi tercih etmeye başladılar.[5] Daha büyük akbalıklar düzensiz sürünün merkezine doğru yüzerken, daha küçük olanlar yırtıcıların saldırma ihtimalinin daha yüksek olduğu, kenarlardaki daha az korunaklı alanlara itildiler. Krause herhangi bir saldırganlık izine rastlamamıştı fakat balıklar nerede yüzmeleri gerektiğini bir şekilde biliyorlardı.

Sürü içinde konumlanma, balık grupları tarafından yırtıcılar karşısında kullanılan yegâne taktik değildir.[6] Salt bir grup içinde olmak dahi, kafa karıştırıcı etkisi sayesinde av olma riskini azaltabilir. Yırtıcı levreklerin, turnabalıklarının ve gümüşbalıklarının, daha kalabalık sürülerden balık avlamadaki başarıları daha düşüktür. Kafa karıştırıcı etkinin nasıl ortaya çıktığı belirsizdir fakat bir biyolog, afallamış yırtıcıyı, şeker dükkânında çok fazla çeşit olduğu için hangi şekeri alacağına karar veremeyen bir çocuğa benzetiyor.

Tek türden oluşan sürülerin homojen görüntüsü kafa karıştırıcı etkiyi güçlendirir. Nitekim bir deneyde, golyanlardan oluşan düzensiz bir sürüde, çini mürekkebiyle işaretlenmiş bireylerin turnabalığı saldırısına uğrama riskinin daha yüksek olduğu görülmüştür. Siyah veya beyaz molilere, siyah veya beyaz renkte balıklarla gruplaşma tercihi sunulduğunda, kendileriyle uyumlu renkteki balıkları sürü arkadaşı olarak seçmeleri şaşırtıcı değildir.[7] Balıkların birçok parazitin bulaştığı sürülerdense (vücutlarındaki siyah noktalarla belli olur) parazitsiz balıklarla gruplaşmayı tercih etmesinin nedenlerinden biri de göze çarpmama isteği olabilir (parazitlerden kaçınma isteğine ek olarak).[8]

Sayısal çokluğun sağladığı faydanın ötesinde, büyük gruplar halinde hareket eden balıklar kolektif eylemler aracılığıyla grubun herhangi bir üyesinin bir düşman tarafından yakalanma riskini aktif olarak azaltabilir. Kaçışmakta olan düzenli sürüler, yırtıcı

bir balığın her iki yanından hızlıca yüzecek ve arkasından tekrar bir araya gelecek şekilde iki kümeye ayrılırlar (fıskiye etkisi). Yırtıcı yön değiştirirse manevra tekrarlanır. Fıskiye etkisi, yırtıcı balık daha hızlı olsa da avın daha çevik olduğu ve farklı yöne giden avın yırtıcıdan daha iyi kaçabildiği gerçeğinden istifade eder. Bu davranış, her ne kadar aralarında kısa süreli gecikmeler yaşansa da aynı anda yön değiştirmiş gibi görünen kalabalık kuş sürülerinde olduğu gibi, diğerlerine çok hızlı bir şekilde ayak uydurma becerisi gerektirir.

Fıskiye etkisinin en muazzam çeşitlemelerinden biri de, düzenli bir sürüdeki bütün balıkların yırtıcı saldırdığında ok gibi merkezden dışarı saçıldığı flaş yayılmadır. Saniyenin sadece ellide biri kadar bir süre içerisinde gerçekleşen bu yayılma sırasında balıklar, kendi boylarının on ila yirmi kat fazlasını katedebilirler. Bu hareket çok hızlı gerçekleşse de av olma tehlikesi altındaki balıklar asla çarpışmazlar; bu da kimin hangi yöne gitmeyi planladığını bir şekilde önceden biliyor olması gerektiği yolunda spekülasyonlar doğurur.[9]

Çizgili killi balıklarıyla (*Fundulus diaphanus*) yapılan çalışmalar, bu balıkların bağlama göre farklı büyüklükte gruplar oluşturduklarını gösteriyor. Davranışsal ekologlar tarafından geliştirilen teoriler, daha büyük düzenli sürüler oluşturmanın yırtıcılar karşısında daha iyi bir savunma şekli olduğunu, daha küçük düzensiz sürülerinse düşük rekabet nedeniyle yiyecek arama açısından daha avantajlı olduğunu ortaya koyuyor. Bu da yiyecekle birlikte alarm ipuçlarına maruz bırakılan balıkların, sadece yiyecek verilen balıklara kıyasla daha büyük ama sadece alarm ipuçlarına maruz bırakılanlara kıyasla daha küçük gruplar oluşturmayı tercih etmesini açıklıyor.[10]*

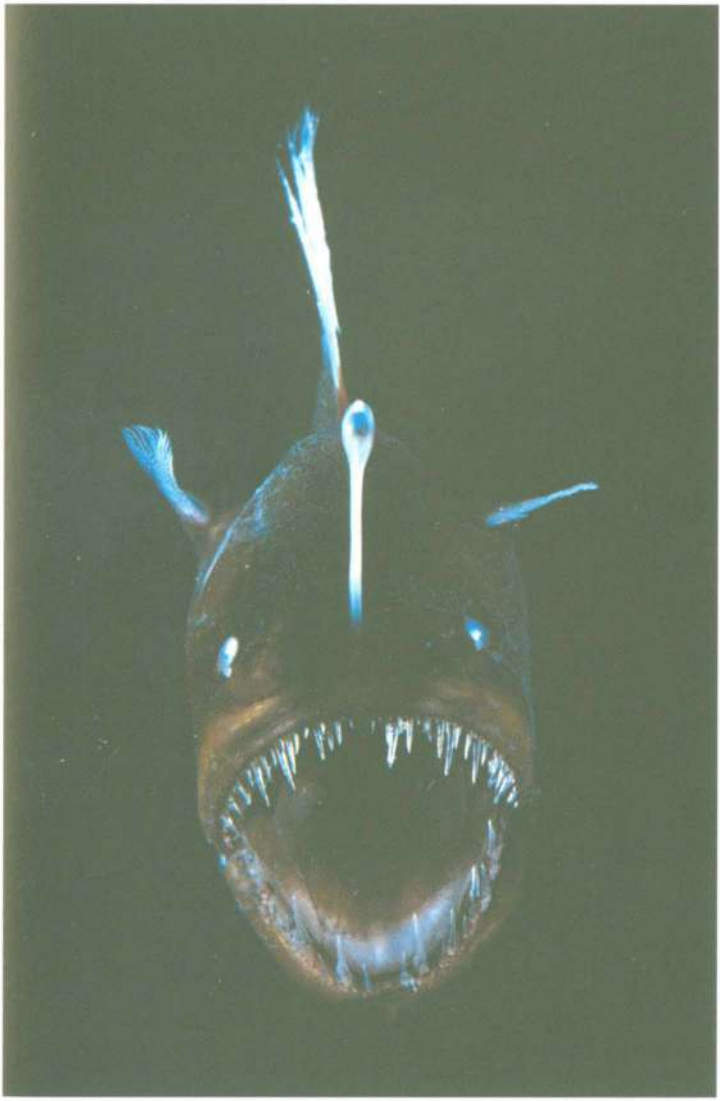
* Ne yazık ki balıklar için düzenli sürüler kurmanın yırtıcı-savar avantajları insan avcılar karşısında geçersizdir, çünkü insanlar neredeyse bütün balıkların yerini tek bir seferde saptayıp toplayabilmelerine yarayan ekipmanlar geliştirmişlerdir.

Balıklar Arasında Kim Kimdir

Yüzeysel baktığımızda, tek bir türün oluşturduğu düzenli bir sürüdeki balıklar birbirlerine o kadar benzer ki, balıkların birbirlerini ayırt edip edemediğini haklı olarak merak edebiliriz. Bunu yapmakla kalmıyorlar; İsviçre'deki Neuchâtel Üniversitesi'nden, balık davranışı üzerine yürütülen araştırmaların önde gelen ismi Redouan Bshary'nin söylediğine göre, araştırmacılar çalışmalarında bireylerin birbirini tanımadığı tek bir balık toplumuna bile *rastlamamışlar*.[11] Balıklar gelişmiş duyu organlarını, diğer bireyleri tanımak ve kendi türlerini diğer türlerden ayırt etmek için, ayrı ayrı veya birlikte kullanabilirler. Örneğin golyanlar, doğal habitatlarında muhtemelen ek ipuçlarını da göz önünde bulundurmalarına rağmen, esaret altındayken diğer balık türlerini sadece koku aracılığıyla tanımak yönünde eğitilebilirler.[12] Bildiğimiz üzere, balıklar kendi türlerinden olmayan bireyleri de tanıyabilirler (temizlikçi-müşteri ilişkilerine dahil olanlar gibi).

Balıklarda bireylerin tanınması üzerine çalışmalar yürüten Culum Brown'un merak ettiği noktalardan biri, bir balık için kimin yanına koyulduğunun önemli olup olmadığıydı. Görünüşe göre bu, balıklar için önemliydi. Lepistesler yaklaşık on ila on iki gün içinde, aralarına yeni katılan lepisteslere aşinalık geliştirdiler ve en az on beş lepistesi tanımayı öğrendiler. Böyle bir beceri geliştirmelerinin sebebi ne olabilir? Nedenlerden biri, kurtlar, tavuklar ve şempanzeler gibi lepisteslerin de sosyal hiyerarşiler kurmalarıdır ve bireyin toplumdaki konumunu bilmesi ona fayda sağlar. Akıllı bir lepistes, daha aşağı konuma sahip olan sürü arkadaşları karşısında yüksek rütbesinden yararlanmayı ve itaatsizlik yüzünden daha yüksek rütbeli bireyler tarafından cezalandırılmaktan kaçınmayı bilebilir.[13]

Dahası, lepistesler bu bilgiyi gözlem yoluyla da edinip kullanabilirler: Diğer iki lepistes arasında bir kavgaya tanık olduklarında, kaybeden tarafa karşı agresif tavırlar takınma olasılıkları daha



Bu kara deniz şeytanı balıkların gizemliliğine güzel bir örnek teşkil ediyor. Derinlerden gelen dev canavarları andırsalar da bu balıkların boyu yirmi santimden küçüktür. Işıldayan sap ve fener, hiçbir şeyden şüphelenmeyen avları cezbetmeye yarar. © David Shale/ Minden Pictures.



Zevk, faydalı davranışları teşvik eder. Mobula vatozlarının (buradakiler Oaxaca, Mexico'da fotoğraflanmıştır) neden sıçradıkları kesin olarak bilinmemekle birlikte, bazı biliminsanları bunu yapmaktan hoşlandıklarını düşünüyor. Aaron Goulding Photography.

Pembe bir anemonbalığı fotoğrafçıyı süzerek, yaşamayı seçtiği deniz anemonunun güvenli kısımlarına çekiliyor. © Mary P. O'Malley.





Elleri olmadığı için alet kullanımında balıkların seçenekleri sınırlıdır. Burada, Büyük Set Resifi'ndeki bir siyah benekli fildişibalığı kayayı örs gibi kullanarak bir midyeyi açmaya çalışıyor. Scott Gardner.

Küçük bir balonbalığı Japonya'nın güney sahilinde bu dairesel yuvayı inşa etmek için saatler harcamış. Kendisi yuvanın merkezinin biraz solunda ve yukarısında belli belirsiz görünüyor. © Yogi Okata/Minden Pictures





Malavi Gölü'nde bir an
çiklit ağzında büyüttüğ
yavrularını, ortamın gü
olduğuna kanaat getird
sonra dışarı salmaya ka
veriyor.
© Georgette Douwma/
Minden Pictures.



Hint Okyanusu'nda ya
bir oryantal tatlıdudak
(*Plectorhinchus vittatus*
ağzını açarak bir temizl
lapina balığının (*Labro*
dimidiatus) içeriyi ince
temizlik yapmasına izin
veriyor.
© Fred Bavendam/
Minden Pictures.



Akdeniz'de çekilmiş bu
fotoğrafta bir örneği gö
avcı orfozlar vücutların
titreterek ve başlarıyla i
ederek mürenleri ava
katılmaya davet ederler
© Reinhard Dirscherl/
Minden Pictures



Birçok balık çiftleşmed
kur yapar. Karayip Der
çekilmiş bu fotoğrafta
Hypoplectrus puella tür
mensup olan bir çift ha
giriyor.
© Alex Mustard/
Minden Pictures.



Akvaryum ticareti için yakalanan ve yok olma tehlikesiyle karşı karşıya olan Banggai kardinalbalıkları Endonezya'dan ABD ve Avrupa'ya nakledilmeyi bekliyor. © Nicolas Cegalerba / Minden Pictures.

Mozambik'te yarı endüstriyel bir trol teknesinin karides avında yakaladığı karidesler ve birçok yavru balığı da içeren yan avlar. © Jeff Rotman / Minden Pictures.

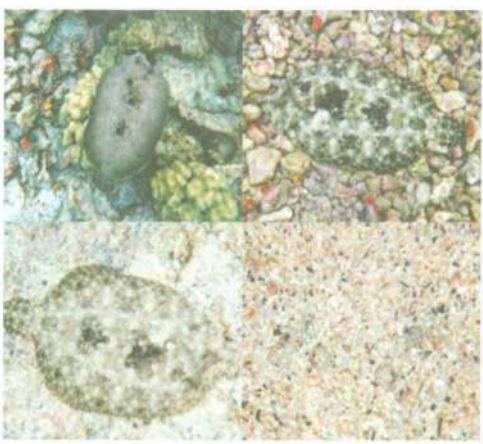




Balıkların çoğu (Raja Ampat'ta açık denizde fotoğraflanmış bu mor anthias da dahil) bize göre daha geniş bir renk spektrumunu görebilir. © NPL/ Minden Pictures.



Bireylerin birbirini tanıması balıklar arasında yaygındır. Ambon papaz-balıkları sadece morötesi spektrumda görünür olan yüz desenleri sayesinde birbirlerini tanırlar. Yanda aynı balığın iki fotoğrafını görüyorsunuz, sağdaki morötesi ışıkta çekilmiş. Ulrike Siebeck, University of Queensland, Australia.



Bir tavus pisibalığı kamuflaj becerisini sergiliyor. Birkaç dakika arayla çekilmiş bu dört fotoğrafın hepsi aynı bireye ait. Son fotoğrafta balık sadece gözleri görünecek şekilde kuma gömülmüş.



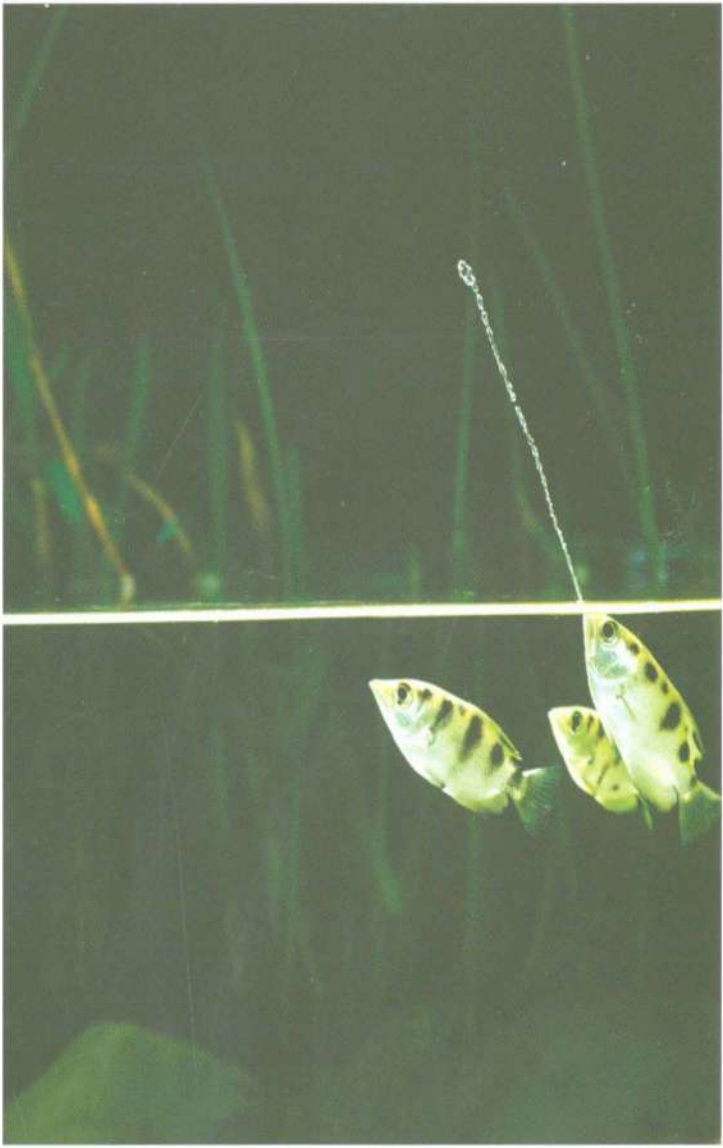
Tali Ovadia ile dokuz yaşındaki fahaka balonbalığı Mango, ara sıra yaptıkları gibi birbirlerine uzun uzun bakarken. Corky Miller.



Cristina Zenato ona zaman içinde güvenmeyi öğrenen köpekbalıklarını (bu fotoğrafta üç Karayip resif köpekbalığı) hafifçe okşayarak rahatlatıyor, böylece onlara yakından bakıp gerektiğinde ağızlarına batan kancaları çıkarabiliyor. Victor Douieb.



Bazı balıklar zaman içinde tanıdık dalgıçlara güvenmeye başlar. Bu fotoğrafta Larry adlı bir orfoz Cathy Unruh'un okşamalarının tadını çıkarıyor.



Okçubalıkları pratik yaparak ve başkalarını izleyerek becerilerini geliştirirler.
© Kim Taylor/Minden Pictures.

yüksektir.[14] Aynı zamanda, kavga eden erkekler kimler tarafından izlendiklerini veya en azından izleyicinin hangi cinsiyetten olduğunu bilirler. Seyircinin dişi olduğu durumlarda saldırganlıklarını dizginlerler, bunun sebebi büyük ihtimalle dişilerin saldırgan erkeklerle çiftleşmeyi sevmemesidir. Fakat izleyicinin üçüncü bir erkek olması durumunda kendilerini dizginleme yönünde hiçbir çaba sarf etmezler. Egemenlik hiyerarşileri bireyleri tanımayı gerekli kılar ve seyircinin varlığının etkisi, göreli rütbelerin de farkında olduklarını gösterir. Örneğin deneylerde, Doğu Afrika'da yaşayan tatlı su çikliti *Astatotilapia burtoni*'ye, A balığının B balığından ve B balığının da C balığından daha yüksek rütbeye sahip olduğu gösterildiğinde, A balığının C balığından daha yüksek rütbeye sahip olduğu sonucuna varabilmiştir.[15]

Balıklar arasında kimin kim olduğu hakkında bilgi sahibi olmanın başka yolları da vardır. Golyanlar üzerinde gerçekleştirilen deneyler, bu balıkların, yiyecek bulmada daha başarısız rakiplerle gruplaşmayı tercih ettiklerini gösterir. Birlikte yiyecek arayan gruplardan alınan balıklar, tercihen, bir havuzun daha yetenekli yiyecek arayanlardansa daha yeteneksiz olanların bulunduğu tarafında vakit geçirirler.[16] Mavisolungaçlı güneşbalığı (*Lepomis macrochirus*) ve muhtemelen diğer birçok balık türü benzer şekilde ayrımlar yapar.[17]

Bir balığın başka bir balığı tanıması bir şeydir. Peki ya bir balık sizi tanıyabilir mi? Sayısız akvaryum meraklısının doğrulayacağı gibi, balıklar onlara bakan insanların kim olduğunu öğrenebilirler ve öğreniyorlar da. California'nın Riverside şehrindeki Biyolojik İzleme Programı'ndan ekolog Rosamonde Cook bana bunun bir örneğini anlattı:

1996-99 yılları arasında Colorado Eyalet Üniversitesi'nde doktora sonrası araştırmalarımı sürdürürken, Balıkçılık ve Vahşi Yaşam Biyolojisi Bölümü'nde çalıştım. Öğrenciler ofisimin yakınındaki bir koridora içinde genç bir küçükağızlı levreğin (*Micropterus dolomieu*) bulunduğu bir tatlı su akvaryumu kurmuşlardı. Yaz tatilinde öğrenciler gidince balığı besleyecek kimse kalmadı ve ben de yardım etmek için gönüllü ol-

dum. Birkaç hafta sonra, akvaryuma her yaklaştığımda levreğin cama ve suyun yüzeyine doğru hevesle yüzdüğünü fark ettim. Belki de beni tanıyordur diye düşündüm. Ama durumdan bahsettiğim balıkçılık profesörlerinden biri beni balıkların insan bireyleri tanımadığı konusunda temin etti.

Sonbahar geldiğinde ve koridorlar öğrencilerle dolduğunda, levreğin davranışlarını gözlemlemeye devam ettim. Onu bazen koridordan gizlice izledim ve başkalarının varlığına tepki verdiğini hiç görmedim. Ama akvaryumun yanına her yaklaştığımda, üç metre uzakta dursam ve etrafım insanlarla çevrili olsa bile, balık beni selamlamak için ortaya çıkıyordu. Balığın bu davranışını, beni tanıyor ve kalabalık içinde ayırt edebiliyor olmasıyla açıklayabiliyorum ancak.

Söylediğine göre Cook bir süre sonra levreği, üniversiteye ait olan bir alanda bulunan, balık tutmanın yasak olduğu bir gölete salmış.

Nisan 2014'te, Potomac Nehri'nin durgun bir kısmında ağla golyan avlayıp su dolu bir kova içinde biriktiren eski bir ABD Balık ve Yaban Hayatı Servisi çalışanıyla sohbet etmiştim. Bu küçük balıkların kaderi, bir büyükağızlı levreğin uzun yıllardır yaşadığı ev tipi bir akvaryuma gitmek olacaktı. "Ona bazen PetSmart'tan aldığım yemlik japonbalıklarından veriyorum," dedi, "ama böylesi daha ucuz."

Rosamonde Cook'tan ve sayısız diğer balık gözlemcisinden öğrendiklerimden yola çıkarak, levreğin onu bir birey olarak tanıdığını düşünüp düşünmediğini sordum.

"Kesinlikle. Onu ben besliyorum, eşim veya kızım odada olduğu zaman hareket etmiyor. Ama odaya ben girdiğimde havuzun en yakın köşesine doğru yüzüyor ve köpek yavrusu gibi kuyruğunu sallamaya başlıyor."[18]

Peki bilim, bir balığın bir insanı tanıyabildiği iddiasını destekliyor mu? Su püskürten şu zeki okçubalıklarıyla yürütülen bir araştırmaya göre, evet. Kendilerine iki farklı insan yüzü gösterilen okçular, hangisinde yiyecek ödülü olduğunu çabucak öğrenmişlerdi.[19]

Sınır Devriyesi

Diğer bireyleri tanıma becerisi kendi bölgenizi korumanız ve savunmanız açısından faydalıdır. Bölgesellik balıklar arasında yaygındır; bölgelerine izinsiz girenlere "Defol git!" demek için muhtelif yöntemlerden faydalanırlar: daha büyük görünmek için yüzgeçlerini ve solungaç kapaklarını genişletmek, bulundukları yerde abartılı hareketlerle yüzmek, ağızlarıyla "pop!" sesleri çıkarmak, renk değiştirmek, kovalamak ve –genelde son çare olarak– ısırmak gibi.[20]

Şimdiye kadar dinlediğim en iyi konuşmalardan biri, yıllar önce Hayvan Davranışı Derneği'nin bir toplantısında yapıldı. Konuşmanın konusu, Rudyard Kipling'in hayvan hikâyelerinden çıkma gibiydi. Renee Godard'ın sarıyüzlü ötleğenleri konu alan çalışması, küçücük bir kuşun zihni hakkında düşündüklerimi değiştirdi. Ağırlığı 14 gramdan bile az olan sarıyüzlü ötleğenlerin olağanüstü yön bulma becerileri vardır. ABD'nin doğusu ile Orta Amerika arasında gerçekleştirdikleri yıllık göçten sağ çıkanlar, ormanın evvelsi yıl mesken tuttukları kısmına geri dönerler. Orada bu küçük renkli periler, şakıyarak ve aktif bir şekilde devriye gezerek yeniden yuva kurarlar.

Godard sarıyüzlü ötleğenlerin erkeklerinin önceden aşina oldukları komşularını sonraki yıllarda da tanıdıkları gibi kayda değer bir keşifte bulunmuştu.[21] Bu komşuların kendilerine özgü şakımaları banttan dinletildiğinde, bu şakımalar bilinen bölgelerdeki belirli erkeklerden geldiği sürece bölge sakinlerinin bunları tolere edebildiğini gözlemlemişti. Fakat hoparlörü hareket ettirip aynı şakımayı bölgenin diğer tarafından yayınladığı zaman, bölge sakinleri tedirgin olmuştu. Bu bir bakıma, yan evde yaşayan komşunuzun size beklenmedik bir şekilde sokağın karşı tarafından selam vermesine benzer.

Bir bireyin şakımasını sekiz aylık bir aradan sonra tanımak ve onu belirli bir konumla ilişkilendirmek, bu kadar küçük bir canlı

için oldukça dikkat çekicidir. Bunun balıklarla ne alakası var diye merak ediyor olabilirsiniz. Bu noktada üçbenekli papazbalığı (*Stegastes planifrons*) sahneye çıkıyor.

Pomacentridae familyasına mensup olan papazbalıkları, hem Atlantik hem de Hint-Pasifik Okyanuslarının tropikal sularında yaşayan yaklaşık 250 küçük, renkli balık türünden oluşur. *Kayıp Balık Nemo*'nun meşhur ettiği anemonbalıkları da bu familyadandır. İsimlerindeki ağırbaşlılığa rağmen papazbalıkları, bir resif üzerindeki yerlerini korurken sergiledikleri gözü pek ve kavgacı tavırlarla bilinirler. Porto Riko'da resif dalışı yaparken, sarıkuyruklu papazbalıklarının (*Chrysiptera parasema*), resifteki bölgelerine gereğinden fazla yaklaşan daha büyük balıkları kovalamak için kovuklarından fırladıklarına defalarca şahit olmuştum.

Peki üçbenekli papazbalığı, Godard'ın sarıyüzlü ötleğenleri gibi komşusunu tanıyabilir mi? Ronald Thresher, Godard'ın ötleğenleri incelemesinden yıllar önce bu soruyu ele almak için çalışmalar yürütüyordu. Thresher o zamanlar Miami Üniversitesi'nde deniz bilimi üzerine doktora sonrası çalışmalarını sürdüren bir öğrenciydi ve Panama kıyılarındaki resiflerde yaşayan üçbenekli papazbalıkları üzerinde çalışmaya karar vermişti.

Thresher, bölge koruma davranışları sergileyen üçbenekli papazbalıklarının, türdeşlerinin sınır ihlallerine verecekleri tepkiyi ölçmek için basit ve etkili bir yöntem buldu.[22] İlk olarak bölgenin sakinlerini yani "evsahiplerini" belirledi. Daha sonra, evsahipleriyle aynı sınır çizgisini paylaşan "komşu" papazbalıklarından ve bölgesi en az on beş metre uzakta olan "yabancı" papazbalıklarından yakaladı. Sonra, komşuyu yaklaşık üç buçuk litre hacminde şeffaf bir şişeye, yabancıyı ise bir diğerine yerleştirdi. Son olarak, birer elinde tuttuğu bu iki şişeyle beraber önce komşu balığın bölgesinden başlayarak yavaşça evsahibinin bölgesine doğru hareket etti.

Farklı papazbalığı erkeklerine on beşten fazla sunum yapan Thresher, evsahibinin hangi noktada saldırmaya başladığını ve iki davetsiz misafire saldırı şeklinin farklı olup olmadığını not etti.

Evsahiplerine ayrıca iki farklı türün oluşturduğu çiftler sundu: üçbenekli papazbalığıyla aynı cinsten bir esmer papazbalığı (*Stegastes adustus*) çifti ile daha uzak akrabası olan bir mavi cerrahbalığı (*Paracanthurus hepatus*) çifti.

Şişe içindeki yabancılara ve komşulara verilen yanıtlar birbirinden oldukça farklıydı. Evsahipleri, şişeye çarparak ve aradaki bariyeri ısırmaya çalışarak, var güçleriyle yabancılara saldırdılar. Buna karşılık, bitişik şişedeki komşu balıkları neredeyse yok saydılar. Öte yandan evsahipleri, diğer papazbalığı çiftleri ile cerrahbalığı çiftlerini birbirinden ayırt ettiklerine dair herhangi bir belirti göstermediler.

Thresher'ın deneyleri, bu papazbalıklarının komşularını boyutlarına ve özellikle renk örüntülerindeki ince farklılıklara göre tanıdıklarını gösterdi. Tüm balıklar, resifteki hak edilmiş yerlerine yeniden yerleşebilecekleri umuduyla kendi bölgelerine özenle bırakıldılar.

O zamandan günümüze, sarıyüzlü ötleğenler gibi papazbalıklarının da uzun bir aradan sonra komşularını hatırlayıp hatırlamadıklarına dair herhangi bir araştırma gerçekleştirilmedi. Göçmen bir tür olmadıkları için belki de hatırlamalarına gerek yoktur. Ama hatırlayabildiklerini duysam şaşırmazdım.

Papazbalıklarıyla benzer şekilde, bazı yumrukafalı papağanbalığı (*Bolbometopon muricatum*) erkekleri de bölgelerini korumaya yönelik davranışlar sergilerler. İsmini yumru şeklindeki kemikli alnından alan bu resif devlerinin boyu bir buçuk metreye, ağırlıkları 75 kiloya ulaşabilir. Bölgesel anlaşmazlıklar sırasında iki erkek birkaç metre mesafeden birbirine doğru yüzer ve çarpıştıklarında alınlarından gürültülü bir *çatırt!* sesi çıkar.[23] Bu davranış, iri boynuzlu Kanada koyunlarının kafa tokuşturma görüntülerini andırır ve benzer bir amaca hizmet eder. İki erkek kavga vaziyeti alıp kafalarını iki kez tokuşturur. Üçüncü atakta iki erkekten biri ürker ve yüzerek uzaklaşır. Şiddet içermesine ve kesinlikle risk barındırmasına rağmen, ritüel haline gelmiş bu karşılaşmalar genellikle ciddi yaralanma veya ölümle sonuçlanmaz, dolayısıyla

galip gelen bölgesini elinde tutarken mağlup olan da daha yeşil otlaklara doğru yoluna devam eder. Savaşta yara alan gazilerin yumrularında ezikler oluşabilir, bu ezikler pulları ve derileri aşındıkça zamanla beyazlaşır. Şaşırtıcı bir şekilde, 2012'ye kadar yumrukafalı papağanbalıklarının –veya herhangi bir deniz balığının– kafa attığına dair bir bulgu elde edilmemişti. Biliminsanları bu davranışı fark etmememizin bir nedeninin, hareketin giderek daha az görülmesi olabileceğini düşünüyorlar. Aşırı avlanma nedeniyle yumrukafalıların sayısı azaldıkça, haliyle karşılarına meydan okuyabilecekleri daha az rakip çıkıyor olabilir.[24]

Kişilik Sadece Kişilere Özgü Değildir

Bireyleri tanıma ve rekabetçi karşılaşmalar, içinde yaşadığımız toplumların başka bir boyutuna işaret eder: kişilik. Kişilik, karada yaşayan hayvanlar özelinde geçerlilik kazanmış bir kavramdır. Peki ya balıklarda kişilikten bahsedebilir miyiz?

Birkaç yıl önce, yaşadığım mahalledeki bir Asya restoranına gidip paket yemek siparişi verdim. Yemeği beklerken dolanmaya karar verdim ve restoranın girişine doğru yürüdüm. Orada, içinde üç garibaldi (*Hypsypops rubicundus*) olan bir akvaryum vardı. Garibaldiler Pasifik Okyanusu'na özgü, parlak kırmızı renkte, yaklaşık 20 santimetre uzunlukta balıklardır; isimlerini, bir İtalyan askeri ve siyaset figürü olan Giuseppe Garibaldi'den almışlardır (Garibaldi'nin destekçileri çoğunlukla kendileriyle özdeşleşmiş kızıl veya kırmızı gömlekler giyerlerdi). Balıkların restorandaki daimi evi –yapay bir kayalık, birkaç plastik bitki ve renkli bir taş yatağından oluşuyordu– yaşam sürelerinin on beş yıla kadar çıkabildiği resifteki doğal habitatlarına kıyasla kısır ve monotondu.

Onları restorana geldiğim birkaç sefer izledikten sonra, rasgele seçilmiş bu üç kırmızı balık üç ayrı kişiye, belirli davranış örüntüleri olan bir sosyal birime dönüştü. Biraz daha büyük olan iki balıktan biri her zaman ayrı takılıyordu; onu sadece akvaryumun bir tarafında, diğer ikisinin genellikle yüzdüğü öbür uçtaki kaya-

ların yaklaşık bir metre uzağında gördüm. İtaatkâr, iddialı veya sevecen görünen tavır ve etkileşimlere tanık oldum. Bir keresinde, yalnız olan ile çift olarak yüzenlerden biri akvaryumun orta hattında yakınlaşıp birbirine kısa hamlelerde bulundular. Gördüğüm kadarıyla bunlar dürtüşme ve hafif ısırıklardan ibaretti ama açıkça şiddet içeren herhangi bir şey yoktu. Başka bir sefer, çift olarak yüzenlerden biri dibe yakın tarafta yanlamasına yüzerken, diğeri ağzıyla onun vücudunu nazikçe dürttü. Vahşi doğada yaşayan garibaldi erkekleri, eşleri için yuva yapabilecekleri bir alan açarlar. Birden fazla kere, akvaryumun zeminini kaplayan küçük mavi taşların koni biçiminde çökmüş olduğunu gördüm – sanıyorum bu balıklar yuva yapma dürtüsü hissediyorlardı. Garibaldi erkekleri bölgelerini güçlü bir şekilde savunurlar ve bazen yuva alanlarına giren dalgıçları ısırmaya çalışabilirler. Bu üçlünün bir balık çiftiyle fazladan bir erkekten oluştuğunu tahmin ediyorum. Dışlanmış olanın dişiye dönüşmesi kendisi için daha iyi olurdu muhtemelen. Garibaldiler, yaşam döngüsü boyunca çeşitli zamanlarda cinsiyet değiştirebilen balık türlerinden yalnızca biridir.

Bu üç balığı toplamda yarım saat anca izlemişimdir herhalde, ki yaşamlarının çok küçük bir kısmına tekabül eden bir süredir bu. Fakat o süre içinde, hiç unutmadığım bir şey tecrübe ettim: Sadece rasgele seçilmiş üç balığı değil, özerk ve bağımsız hayatlar yaşayan üç bireyi izlediğimi fark ettim. Yaklaşık dört yıl orada kaldılar, fakat sonra bir gün restorana tekrar gittiğimde akvaryumda olmadıklarını gördüm, onların yerini farklı türlerden daha küçük balıklar almıştı.

O üç garibaldi aslında kişilikleri olan bireylerdi. Görünüşe göre tüm balıklar için geçerli bir durumdur bu; ister mütevazı bir ringa, ister gıda amaçlı beslenen bir mercanbalığı, isterse Grandma (Büyükanne) adında bir resif köpekbalığı olsun. Cristina Zenato'yu Grandma'dan bahsederken dinlediğinizde, önem verdiği, kişilik sahibi bir bireyi tarif ettiğini anlıyorsunuz: "Yumuşak bir mizacı, okşanmak ve dokunulmak arzusuyla bana yaklaşırken kendine özgü bir tarzı var. Genellikle yanıma gelmeye çok heveslidir.

Elinde yem olan başka biri yakınlardayken ve ben biraz uzakta durduğumda bile diğerlerinden önce bana gelir. Bazen gitmesine izin verdiğimde hemen döner ve kucağıma geri gelir."

Yaşlı bir Karayip resif köpekbalığı olan Grandma, okyanus kâşifi, doğa koruması ve sertifikalı dalış eğitmeni Cristina'nın favorisi. Atletik, coşkulu ve gözü pek biri olan Cristina, halen yaşadığı Bahamalar'da ve dünyanın dört bir yanında yirmi yıldır köpekbalıklarıyla dalış yapıyor. Köpekbalıklarını nesne değil birer kişi olarak görüyor; tercihleri, tutumları ve kişilikleri olan birer birey olarak.

Cristina, Grandma'ya adını, yaşlı bir kadının kır saçlarına benzettiği soluk rengi nedeniyle vermiş. Birbirlerini beş yıldır tanıyorlar. Grandma, Cristina'nın dalış yaptığı noktalardan birini düzenli olarak ziyaret eden Karayip resif köpekbalığı grubundaki en büyük balık. Burundan kuyruğa iki buçuk metre boyunda, yani büyüklüğüne bakıp tahmin yürütecek olursak, yaklaşık yirmi yaşında olduğu söylenebilir.

Cristina'nın bu köpekbalığına olan ilgisi karşılıklıymış gibi görünüyor: "Son derece nazik bir balık. Bana yaklaşmayı ve ona dokunmama izin vermeyi seviyor. Karşılıklı güven büyüdükçe, bu köpekbalıklarıyla harikulade bir bağ kuruyorum."

Grandma, 2014'ün başlarında bir hafta boyunca kayıplara karışmış. Cristina, Grandma'nın hamile olduğunu fark etmiş ve doğum yapmak için tenha bir yer bulmaya gittiğini tahmin etmiş. Yavaş çoğalan Karayip resif köpekbalıkları, iki yılda bir sadece beş veya altı yavru doğurur. Fakat günler geçip de Grandma hâlâ ortaya çıkmayınca Cristina endişelenmeye başlamış. Bir hafta daha geçmiş ve sonra Grandma geri dönmüş; bebeklerini okyanusun beşiğine teslim ettiği için gözle görülür şekilde zayıflamış: "Daha hızlı yüzüyordu. Doğumun ardından beslenmek istiyordu. Bunu vücut dilinden, duruşundan anlayabiliyordum."

Yeniden bir araya geldikleri an, katışıksız bir mutluluk ânı olmuş.

Köpekbalıklarının etrafında bu kadar uzun vakit geçirmek,

Cristina'ya bu balıkların bağımsız doğasını öğretmiş. "Köpekbalıklarıyla ilişki kurmak, bağlanmamanın ve hiçbir beklentiye sahip olmamanın gerçek anlamını öğretiyor bize. Bu da ilişkiyi insani beklentilerimizden farklı, fakat aynı zamanda daha güzel kılıyor. Grandma'ya çok önem veriyorum. Onu gördüğümde gülümsüyorum, beni mutlu ediyor. Bana kalırsa aramızdaki ilişkiden o da hoşlanıyor."

Cristina dalışları sırasında karşılaştığı ve bazen beslediği diğer kemikli balıklara da en az Grandma'ya duyduğu kadar hayranlık duyuyor. Sık sık dalış yaptığı bir bölgede yaşayan üç siyah orfozla (*Mycteroperca bonaci*) arkadaşlık kurmuş: Peanut, Whisperer ve Secret Agent. Onların son derece zeki, meraklı ve hislerine karşı duyarlı olduklarını ifade ediyor.

Peki Cristina bu balıkları nasıl birbirinden ayırıyor? "Matematik öğretmeninizi annenizden ayırmaktan daha zor değil bu. Renkleri, şekilleri, vücut özellikleri ve davranışları birbirinden farklı."

Yaklaşık bir buçuk metre boyundaki, zeytin grisi gövdesi siyah lekeler ve pirinç renginde noktalarla kaplı olan Peanut (Fıstık), bu üçlünün en büyüğü. Bir köpekbalığının ağzından sarkan balık parçasını çalmaya çalıştığı sırada aldığı ısırık yarası, yüzünün sağ tarafının rengini değiştirmesini engelleyen bir sakatlığa neden olmuş; bu yüzden, rahatladığının bir göstergesi olarak vücudu solgunlaştığında, sağ tarafında siyah bir maske kalıyor. *Operadaki Hayalet*'in balık yorumu bu olsa gerek.

Bu üçlüdeki diğer iki orfoz da görünüşleriyle ayırt edilebiliyor; büyüklük açısından Secret Agent ikinci, Whisperer ise üçüncü sırada geliyor. Cristina, en güzellerinin Secret Agent olduğunu düşünüyor. "Derisi zarar görmemiş, izlerle veya renk değişimleriyle bozulmamış, ayrıca daha ince bir suratı var."

Fakat orfozlar boyut ve renk bakımından tamamen aynı olsalardı bile, birbirlerinden elmayla armut kadar farklı olurlardı. Cristina'nın dediğine göre, sakatlığına rağmen Peanut, bu üç orfoz arasında en dışa dönük olanmış. Cristina'yı elinde yiyecekle görür görmez doğrudan ona doğru yüzüyormuş. Peanut, Cristina'nın

"senin sıran değil" (elinde plastik bir boru parçası tutuyor) ve "sıra sana geldi" (plastik boru parçası görünürde değil) sinyallerini de öğrenmiş.

"Yiyecek olmadığında bile bana yaklaşır ve okşanmak için elimi dürter," diyor Cristina gülümseyerek. "Zırhlı dalış elbisemin teninde yarattığı hissi çok seviyor."

Secret Agent (Gizli Ajan) adını Cristina'nın görüş alanının hemen dışında kalmasından, sırtının sağ veya sol tarafında, yukarıda ve aşağıda gezinme alışkanlığından almış. Tıpkı Peanut gibi Secret Agent da köpekbalığı ve orfoz besleme zamanının farklı olduğunu öğrenmiş.

Bu üç balığın en utangacı olan Whisperer (Fısıldayan), adını sürekli Cristina'nın kulaklarının etrafında, sanki "Bana balık ver, hadi balık ver!" diye fısıldarcasına dört dönmesinden almış. Fakat vahşi bir kedi gibi, Whisperer mesafesini koruyor ve Cristina'nın ona dokunmasına asla izin vermiyormuş.

"Dönersem veya hareket edersem o da benimle birlikte hareket ediyor ve başımı yeterince hızlı bir biçimde çevirip onu gafil avlamadığım sürece her zaman görüş alanımın dışında kalıyor."

Grandma ve Whisperer gibi canlılar köpekbalıklarının korku saçtığına ve kemikli balıkların ilkel, sıkıcı canlılar olduğuna ilişkin yaygın önyargılara meydan okuyor. Doğal seçilim, bireyler arasındaki farklılıklar üzerinden işler; zihinleri ve sosyal hayatları olan gelişmiş canlılar için bu farklılığın bir ifadesi de kişiliktir. Bir kişiliğinizin olması için kürkünüzün veya tüylerinizin olması gerekmez; pullara ve yüzgeçlere sahip olmak da kâfidir.

Balıklarda Bağlanma

Yüz ifadelerini değiştiremedikleri için balıklarla özdeşleşmekte ve duygudaşlık kurmakta güçlük çekeriz. (Aslında yunuslar da yüz ifadelerini değiştiremezler ama onlara karşı aynı önyargıları taşımıyoruz. Bu, yüzlerinin mutlu görünmesinden veya büyük beyinli memelilerden olduklarını bilmemizden ya da her ikisinden

dolayı olabilir.) Yine de balıklar arasında sıkı bağların kurulması; çiftleşmek, yavru yetiştirmek, işbirliği yapmak ve güvenliği sağlamak gibi görevlerin yerine getirilmesi için sağlam evrimsel temeller mevcuttur. Ve salt tanışıklığın ötesine geçen sosyal bağlantılar kurduklarına delalet eden çok sayıda kişisel tanıklık da vardır.

Sabrina Golmassian, New Mexico'da İngilizce bölümünde lisansüstü eğitimi aldığı dönemde balık besliyormuş. Akvaryumlar hakkında çok şey bilmeyen Sabrina, yaklaşık iki buçuk santimlik bir altın barb balığı (*Barbus semifasciolatus*) edindiğinde, balıkların beyinlerinde pek bir aksiyon olmadığını düşünüyormuş. Frankie adını verdiği balığı bir salyangoz ve kurbağa ile beraber bir akvaryuma koymuş. Frankie akvaryum arkadaşlarını sık sık dürtüklese de pek karşılık görmüyor ve bundan dolayı sıkılmış görünüyormuş. Hal böyle olunca Sabrina ikinci bir altın barb satın almış. Ona Zooey adını vermiş. Frankie'nin davranışı, akvaryumun yeni sakiniyle beraber hemen değişmiş. Zooey akvaryuma bırakıldığında, Frankie'nin vücudu gözle görülür bir şekilde heyecandan titreyerek suyu dalgalandırmış. Golmassian'ın ifadesiyle: "Yeni akvaryum arkadaşına bir anda âşık olmuştu. Uzun zamandır yalnız yaşadığı düşünülürse bu şaşırtıcı bir durumdu. O zamandan bu yana akvaryumdaki arkadaşlarından korkan veya onlarla ilgilenmeyen başka balıklarım da oldu. Fakat bu, ilk görüşte aşktı."

Zooey ilk başlarda Frankie'yle pek ilgilenmemiş, ama zamanla ona ısınmış ve bu iki barb akvaryumda samimi bir hayat yaşamaya başlamışlar.

Bir gün, Sabrina akvaryumu temizlerken, Frankie içinde durduğu geçici kabın dışına zıplamış ve lavaboya düşmüş. Bunun üzerine Zooey geçici kabın içinde çılgınca yüzmeye başlamış, endişeye kapılmışa benziyormuş. Sabrina Frankie'yi aceleyle tutup kaldırmış ve suya geri bırakmış, balık hareketsizmiş ve bilinci pek yerinde değilmiş. Zooey hemen harekete geçmiş ve hayata döndürmek istercesine Frankie'yi dürtmeye, alttan itmeye başlamış. Frankie toparlandıysa da birkaç gün boyunca hareketleri uyuşuk-

muş. Frankie yüzme becerisini ve bilişsel becerilerini geri kazanana kadar Zooey daha bir hareketli gibiymiş.

Sabrina'nın iki balığının duygusal açıdan ne deneyimlediğine dair ancak tahminde bulunabiliriz. Balıklardan birinin hayatında yaşanan travmatik olayı takiben diğerinin davranışında tezahür eden belirgin değişiklikler, aralarında sadece bir arada var olmaktan ibaret olmayan bir uyumlanma olduğu izlenimini uyandırıyor.

Balıkların sosyal yaşamlarıyla ilgili bir anekdot daha aktarayım. Carnegie Mellon Üniversitesi'nin deneyimli kütüphane görevlisi Maureen Dawley, bir gün Pennsylvania'nın Pittsburgh şehri yakınlarındaki Beechwood Farms Doğa Rezervi'nde bulunan küçük bir göletin kenarında dinleniyormuş. O sırada suyun kenarında birlikte yüzen iki balık dikkatini çekmiş. Sonra yaşananları şöyle aktarıyor: "Balıklardan biri düz durmakta zorlanıyordu ve birkaç saniyede bir sanki ölmek üzereymişçesine yan dönüyordu. Balığın her yan dönüşünde diğer balık, yoldaşının vücudunun yan tarafına dokunarak veya burnuyla nazikçe dürterek onu düz durmaya yöneltiyordu. Bir balığın böyle bir şefkat sergilediğine ilk kez tanık oluyordum."

Bu betimleme bana daha önce tanıştığımız japonbalığını, ciddi şekilde yaralanmış akvaryum arkadaşı Blackie'nin altında yüzerek, onu yem yiyebilmesi için yüzeye yöneltmeye çalışan balığı hatırlatıyor.

Akvaryum balıkları arasında yaygın görüldüğü için size tanıdık geleceğinden emin olduğum bir gözlem daha aktaracağım. Hikâyeyi bana anlatan, New York'taki Marist College'dan ekonomi profesörü John Peters'dı. John gençlik yıllarında birçok balığa bakmış, ama aralarında en unutulmaz olan, John'un yatak odasındaki bir akvaryumda yaşayan astronotbalığıymış (oskarbalığı da denir). Astronotlar yırtıcı balıklardır ve bu balığa akvaryumunda eşlik eden yegâne balıklar, John'un yem olarak suya bıraktığı talihsiz japonbalıklarıymış. John her gece aynı kelimeler ve ses tonuyla "iyi geceler" dediği güzel balığa epey bağlanmış.

Zaman içinde John, Oscar'ın akvaryumunun John'un yatağına

en yakın tarafında, ondan yaklaşık bir metre uzakta uyuduğunu veya dinlendiğini fark etmiş. Oscar'ı edinmesinden yaklaşık bir yıl sonra John, odasındaki eşyanın bir kısmını yeniden düzenlemiş. Oscar'ın akvaryumu yeni düzene uyum sağlayacak şekilde farklı bir duvara, John'un yatağının diğer tarafına taşınmış. Birkaç gün içinde Oscar, akvaryumun rahatlamak için tercih ettiği tarafını değiştirmiş. Artık, John her iyi geceler dilediğinde, balık arkadaşı yine yatağın en yakınındaki camın hemen arkasındaymış.

Bu arkadaşlık mıdır? Belki evet, belki hayır. Astronotbalıklarının birçoğu sahipleri tarafından nazikçe okşanmayı severler. Elbette onları besleyenler de yine bu insanlardır, bu yüzden balıkların sadece yiyecekle ödüllendirilme beklentisinde olması olasılığı da her zaman mevcuttur.

Astronotbalıklarının öngörülen yaşam süresi sekiz ila on iki yıl olsa da Oscar üç yıl bile yaşayamamış. Japonbalıklarının ahı tutmuş olsa gerek. Oscar bir gün hastalanmış ve kısa süre sonra, John'un dediğine göre adeta delirmiş; baş aşağı yüzüp etrafındakilere çarparak akvaryumunun içindeki her şeye epey sert bir şekilde kafa atmaya başlamış. Kendini oradan oraya vurması sona erdiğinde ölmek üzereymiş. John, japonbalıklarının astronotbalıkları için zehirli olduğunu daha sonra öğrenmiş.

Bu ve benzeri anekdotlara genelde pek kulak asılmaz. Bence bu talihsiz bir durum, çünkü bu anekdotlar bir biliminsanı olarak benim için hâlâ değerli. Bizi duygulandırmakla kalmıyorlar, aynı zamanda hayvan davranışlarının bilimin keşfetmeye hazır (veya muktedir) olmadığı yönlerini açığa çıkarma potansiyeli de taşıyorlar. Ben hem biliminsanlarının hem de amatörlerin gözlemlerini birbirleriyle paylaştıklarını görmek isterdim. Böylece, zaman içinde, girişken ruhlu biliminsanlarını bu fenomenleri araştırmaya yönlendirebilecek davranış kalıplarına şahit olabiliriz.

Toplumsal Sözleşmeler

El eli yıkar.

Seneca[1]

KİŞİLİKLERİ, hatıraları ve zaman içinde birbirlerini ayrı bireyler olarak tanıma becerileri olan canlılar söz konusu olduğunda, daha gelişmiş bir etkileşim biçimi –yani uzun vadeli toplumsal sözleşme– için gerekli koşullar artık hazırdır. Berber ve restoran gibi bulunduğu konumda hizmet veren esnaf işletmeleri, geçimlerini hem çat kapı gelenler hem de sadık müşterileri sayesinde sağlarlar. Rekabetçi bir dünyada müşteri portföyü oluşturmanın tek yolu iyi bir ürün sunmaktır. Müşteriler üstünkörü bir tıraştan sonra tekrar size gelmezler ve eğer yemek bozuksa, eh, gidecek başka yerler her zaman vardır. Bazen bir işletmenin dolandırıcı olduğu ortaya çıkar. Cezalar kesilir, itibarlar yerle bir olur.

Resifteki durum da bundan pek farklı değildir.

Balıklarda gözlemlenen temizlikçi-müşteri ortakyaşamını düşünün. Sadece balıklar özelinde değil, herhangi bir hayvanın oluşturduğu en karmaşık ve gelişmiş sosyal sistemlerden biridir bu. Sistem şöyle işler: Bir veya iki temizlikçi balık iş için müsait olduğunun sinyalini verir. Bu balıklar belirli noktalarda hizmet verirler ve sinyalin görünürlüğünü artırmak için çeşitli yüzme tarzlarından ve parlak renklerden faydalanabilirler (berber dükkânlarının dışındaki dönen kırmızı-beyaz-mavi silindirin balık versiyonu). Farklı türlerden diğer balıklar temizlik istasyonunda toplanır ve temizlikçilerin hizmetinden faydalanmak için sırada beklerler. Bu "müşteri" balıklar bazen sabit bir dikey ya da baş aşağı duruş benimseyerek, temizlik için hazır olduklarının sinyalini verirler.

Temizlikçiler sırasını bekleyen müşterilere genelde sıçrayarak veya kuyruklarını sallayarak yaklaşırlar. Müşterilerinin vücutlarından parazitleri, ölü deriyi, algleri ve istenmeyen diğer lekeleri ayıklarlar. Müşteriler (parazit ayıklamayı da içeren) bir kaplıca deneyimi yaşarken, temizlikçiler de böylece karınlarını doyurmuş olurlar.

Temizlik alışverişine dahil olan türlerin çeşitliliği, bu işin bir meslek olarak ne denli fayda sağladığının kanıtı niteliğindedir. Balıklardaki temizlik davranışı birbirinden bağımsız olarak birkaç kez evrimleşmiştir ve bu hizmetlere dünyanın muhtelif habitatlarında rastlanır. Denizlerde yaşayan temizlikçi balıklar arasında lapinagillerin birçok türü, bazı tetikbalığı türleri, kelebekbalıkları, diskuslar, papazbalıkları, melekbalıkları, kayabalıkları, dericeketler (*Oligoplites saurus*), iğnebalıkları (*Syngnathinae*), deniz kefalleri (*Kyphosidae*), bazı levrek türleri (*Embiotocidae*), emici balıklar, istavrit bozması balıkları (*Caranx hippos*) ve *Atherinops affinis* türü bulunur. Tatlı su temizlikçi balıklarının arasında ise çiklitler, lepistesler, sazangiller, güneşbalıkları, killi balıkları ve dikenlibalıklar (*Gasterosteidae*) vardır.[2] Birkaç karides türü de dahil olmak üzere bazı omurgasızlar da temizlik hizmeti verirler. Köpekbalıkları ve vatozlar da dahil bilinen yüzlerce müşteri balık türü vardır. Istakozlar, deniz kaplumbağaları, deniz yılanları, ahtapotlar, deniz iguanaları, balinalar, suaygırları ve insanlar* diğer müşterilerdendir.[3]

Temizlikçi balıkların hiçbir şey yapmadan bir sonraki müşterilerini beklediklerine şahit oldum ama bu balıklar son derece yoğun işgünleri de geçirebilirler. Büyük Set Resifi'nde gerçekleştirilen bir araştırmada, tek bir temizlikçi balığın her gün ortalama 2297 müşteriye hizmet verdiği bulgulandı.[4] Bazı müşteriler belirli bir temizlikçiyi günde ortalama 144 kez ziyaret ettiler.[5] Bu, on iki saatlik bir gündüz mesaisinde her beş dakikada bir ziyaret demek-

* Asya'daki bazı sağlık kaplıcalarında müşteriler ayaklarını aç temizlikçi balıkların bulunduğu havuzlara daldırmak için para öderler.

tir! Kulağa neredeyse bağımlılık gibi geliyor. Temizlikçi balıkları ziyaret etmenin yegâne amacı parazitlerden ve alglerden arınmak olsaydı, böyle bir temizlik ihtiyacı için çok ciddi bir parazit ve alg istilası gerekirdi. Bu demek değil ki temizlikçi-müşteri ortakyaşamında parazitler önemli bir rol oynamaz. Avustralya'daki Queensland Üniversitesi'nden Alexandra Grutter, ortalama bir temizlikçinin müşterilerden günde 1218 parazit ayıkladığını ortaya çıkardı. Grutter, müşteri konumunda olan bir balığı (*Hemigymnus melapterus*) resif üzerinde on iki saat boyunca kafeste tutarak temizlikçi balıklara erişimini engellediğinde, zavallı balığın taşıdığı parazit yükünün 4,5 kat arttığını gördü.[6]

Resiflerde yaşayan balık toplulukları için temizlik istasyonları o kadar önemlidir ki bu istasyonların resifteki balık türlerinin çeşitliliği üzerinde bile büyük etkisi vardır. Grutter'ın liderliğindeki bir araştırma ekibi, temizlikçi lapinaları Avustralya'nın doğu kıyısındaki Lizard Adası'nın açıklarındaki küçük resiflerden on sekiz ay boyunca uzak tuttuğunda, balık çeşitliği yarıya düşmüş ve resifteki toplam balık sayısı dörtte bire inmişti. Araştırmacılar birçok balık türünün, özellikle de resifler arasında göç edenlerin, gidecekleri resifi temizlikçi balıkların varlığına bağlı olarak seçtikleri sonucuna vardılar. Tür sayısında böyle bir azalmanın olması görünüşe göre zaman alıyor, zira temizlikçi balıkların altı ay boyunca uzaklaştırılması çeşitliliği pek etkilememişti.[7]

Müşteriler pasif katılımcılar değildir. Sıra kendilerine geldiğinde temizlik istasyonuna yaklaşırlar, durmaları gereken yerde dururlar, temizlikçilerin köşe bucak temizlik yapabilmesi için yüzgeçlerini geniş geniş açarlar. Bazıları genellikle kendilerinden çok daha küçük boyutta olan temizlikçilerin girip çıkmasını sağlamak için ağzını ve solungaç kapaklarını aralar. Bir temizlikçi bazen burnunu yüzgeçlere ve solungaç kapaklarına değdirerek onları genişletmesi için müşteriye sinyal verir. Temizlikçiler ayrıca alt karın bölgesindeki yüzgeçlerini titreştirerek de müşteriye şöyle bir mesaj iletirler: "Lütfen vücudunuzun bu tarafını muayene için sabit tutun."[8]

Eğer müşteri büyük bir yırtıcıysa çarpıcı bir sahnedir bu. Bir köpekbalığı veya müren, hızlı bir atıştırmalık niyetine temizlikçi balığı ânında yiyebilirdi; fakat size hizmet sağlayanları mideye indirmek akıllıca bir hareket değildir. Öte yandan onlara ufak tefek jestler yapmak makuldür. Örneğin orfozlar, kendilerine hizmet sağlayan temizlikçi balıklara yardımcı olmak için çeşitli sinyaller kullanırlar. Ağızlarını kocaman açmak davetiye işlevi görür. Temizlikçi işini yaparken orfoz da olası tehditlere karşı gözünü açık tutar. Tehlike yaklaştığında temizlikçi balık orfozun ağzının içindeyse, orfoz ağzını kapatır fakat temizlikçinin kaçıp resifteki güvenli bir kovuğa hızla yüzmesine yetecek kadar bir boşluk bırakır. Temizlikçi balık o sırada solungaç içindeyse yine aynı şey olur; sadece, bu kez aralık tutulan solungaç kapağıdır.[9]

Gri resif köpekbalıkları vücutlarını yukarı doğru hizalayıp ağızlarını genişçe açarak temizlikçileri kendilerine hizmet etmeye davet ederler. Köpekbalığının ölümcül mağarasına giren temizlikçiler korku emaresi göstermezler.[10] Kendilerinden yüzlerce kat büyük olan bu dev yırtıcının onlara zarar vermeyeceğini biliyormuş gibi görünürler.

Temizlikçi balıklar şüphesiz zanaatlarının gerektirdiği titizlik sayesinde bazı etkileyici zihinsel beceriler geliştirmişlerdir. Bir temizlikçi balıkla müşterisi arasındaki ilişki rasgele değildir (bir günde gerçekleşen 144 ziyareti hatırlayın). Güven üzerine kurulu bu ilişkinin gelişmesi haftalar veya aylar alır. Bu tür bir toplumsal sözleşme, temizlikçilerin müşterilerini tanımasını gerektirir. Temizlikçi başına düzinelerce müşteri düştüğü için, temizlikçi balıklar etkileyici bir zihinsel müşteri veritabanına sahiptirler.[11] Bir temizlikçi balığın iki müşteriden birinin yakınında yüzmeyi seçebileceği tercih deneylerinde, temizlikçi balığın, tanıdık müşterinin yanında daha fazla vakit geçirdiği görüldü. İlginç bir şekilde, müşteriler benzer bir tercihte bulunmadılar; bunun nedeni, aynı temizlikçi balıkla tekrar etkileşime girmek için temizlikçi balığın yerini hatırlamalarının yeterli olmasıydı muhtemelen.[12]

Kimleri temizlediklerine ek olarak temizlikçi lapinalar, müş-

terilerini *ne zaman* temizlediklerini de hatırlayabilirler. Sözgelimi, son randevusunu kaçırmış bir müşteriye öncelik tanıma olasılıkları daha yüksektir, çünkü bu müşterinin vücudunda birikmiş parazit sayısı muhtemelen daha fazla olacaktır. (Bu bana, sinekkuşlarının en son ne zaman nektar topladıklarına bağlı olarak hangi çiçekleri ziyaret edeceklerine stratejik bir şekilde karar verme becerilerini anımsatıyor.[13]) Kendilerine farklı renk ve desenlerdeki dört tabağa konmuş yiyeceğin sunulduğu deneylerde, temizlikçi balıklar, yemeğin daha yavaş kaldırılacağı tabaklar yerine daha hızlı kaldırılacağı tabakları tercih etmeyi öğrendiler. Temizlikçi balıklar *hangi* müşteriyi temizlemenin daha iyi olacağını da öğrenebilirler. Hafızayı üç boyut –kim, ne zaman, ne– üzerinden kullanarak epizodik hafızaları olduğunu gösterirler; biyologların takdir ettiği bir zihinsel beceridir bu.[14]

Bir balık geçmiş olayların izini sürebiliyorsa, gelecekteki olayları da tahmin edebilir mi? Fransız Polinezyası'nda yapılan bir araştırmaya göre, gezgin temizlikçi lapinalar davranışlarını "geleceğin gölgesi" denen mefhuma göre ayarlıyorlar.[15] İnsanlar tarafından oyun teorisinde kullanılan bu terim, gelecekte etkileşime girme olasılığımızın daha fazla olduğu partnerlerle daha fazla işbirliği yapma eğiliminde olduğumuzu ifade eder. Gezgin temizlikçiler, yaşadıkları bölgelerin yakınlarında yani müşteri balıklarla tekrar karşılaşma olasılıklarının daha yüksek olduğu yerlerde müşterileriyle daha fazla işbirliği yaparlar. Temizleme etkileşimleri esnasında daha az mukus koparır ve müşterilerinin daha az "irkilmesine" neden olurlar. Dolayısıyla bu araştırma bize, insanlar dışındaki canlıların da belli ortaklarla kuracakları ilişkileri gelecekteki getirileri hesaba katarak düzenleyebildiğine dair az sayıdaki örnekten birini sunuyor.

Müphem İlişkiler

Mukus koparmalar? İrkilmeler? İşte temizlikçi-müşteri ortakyaşamının daha karmaşık, hatta Makyavelci bir hal aldığı yer burası-

dır. Temizlikçi-müşteri ortakyaşamı düzgün ve düzenli bir sistem gibi görünebilir – sonuçta herkesin kazandığı, karşı tarafa gösterilen nezaket ve özen üzerine kurulu bir sistemdir bu. Fakat güven ve iyi niyete dayalı olan bir sistem, daha bencil menfaatler güden tarafların sömürüsüne de açıktır. Nitekim biliminsanları temizlikçi-müşteri ortakyaşamını daha derinlemesine araştırdıkça, çıkar çatışmalarının yaşandığını ve bazı nahoş hesapların yapıldığını da ortaya çıkardılar.

Görünüşe göre temizlikçilerin müşterilerinden toplamayı en sevdikleri şey, besleyici değeri şaşırtıcı bir şekilde alg ve parazitlerden daha yüksek olan mukustur. Ayrıca tadı da daha güzel olabilir. Bunu özellikle belirtmeye gerek bile yok ama müşteriler vücutlarından mukus parçalarının koparılmasından hoşlanmazlar. Dolayısıyla temizlikçi balık müşterisinin vücudunu çevreleyen koruyucu mukus tabakasının tadına bakmak istediğinde, müşteri irkilir. Müşterilerin irkilmesinin bir nedeni canlarının yanmasıdır, fakat aynı zamanda temizlikçilere ısırmamaları gereken bir şeyi ısırdıkları ve kendilerinin de bunun farkında olduğu mesajını verirler.

Temizlikçilerle müşteriler arasındaki bu çıkar çatışmasının bir dizi sonucu vardır. Temizlikçiler, ilişkilerinin ilk safhalarında müşterilerini el üstünde tutarlar. Müşterileri dokunsal olarak uyarmak da buna dahildir. Bunu, yüzlerini müşteriden uzağa çevirip alt karın ve göğüs yüzgeçlerinin hızlı hareketleriyle müşterileri okşayarak yaparlar.[16] Görünüşe göre bu okşama hareketinin yapılmasının iki sebebi vardır: birincisi, bir müşteriyi temizlik istasyonunda daha uzun süre kalmaya teşvik etmek ve ikincisi, müşteriyi irkilme sonrasında yumuşatmak. Temizlikçilerin yırtıcı müşterileri okşama olasılığı daha yüksektir, böylece muhtemelen bu tehlikeli müşteriler tarafından saldırgan bir şekilde kovalanmaları ihtimali azalır. Aç ve yırtıcı müşteriler, taşıdıkları parazit yükünden bağımsız olarak, tok olanlara kıyasla daha fazla okşanır.[17] Öfkeli bir müşteri tarafından kovalanıp yakalanma ve ona yem olma olasılığı gerçek bir risk olsa gerek, ama böyle bir olaya tanık olan bir

dalgıç tanımıyorum.

Temizlikçi balıkların işlerini sürdürdükleri bölgelerde yırtıcı balıklar çok daha az saldırgandır, bu yüzden resiflerin bu bölgeleri güvenli limanlar olarak görülür.[18] Kendilerine yiyecek dışında değerli bir hizmet sunan balıklar arasındayken yırtıcıların en iyi hallerini sergilemek istemeleri akla yatkındır. Ayrıca sanıyorum temizlikçilerin müşterileri dokunsal olarak uyarmasının da sakinleştirici bir etkisi vardır.

Bununla birlikte müşteri balıkların büyük bir kısmını yırtıcı olmayan türler oluşturur, bu da bir temizlikçi balığı işini daha iyi yapmaya ve müşterisini daha fazla okşamaya ikna etmeye yarayacak tehdit edici unsurlara sahip olmadıkları anlamına gelir.

Peki mülayim bir müşteri işinin görülmesi için ne yapar? Müşterilerin temizlikçileri hizada tutmak için faydalandıkları bir strateji daha vardır. Bir tür "al gülüm ver gülüm" sistemidir bu. Potansiyel müşteriler, belirli bir temizlikçinin muayenesine izin vermeden önce temizlikçilerin performanslarını izlerler. Bu sayede, söz konusu temizlikçiler için –uydurmuyorum– bir "skor" belirlerler.[19] Bunu çevrimiçi satıcı puanlarının balık versiyonu olarak düşünebilirsiniz. Daha dürüst temizlikçiler tercih edilir ve müşterilerin daha fazla irkilmesine neden olan mukus düşkünü temizlikçilerden uzak durulur. Bu kalite güvence sistemi, işlerin daha erdemli bir şekilde yürütülmesini sağlar. Temizlikçilerin de bir itibarı vardır ve eğer mukus koparmaya yeltenirlerse bir bedel ödemek zorunda kalırlar. İzlenmekte olan temizlikçilerin bir müşteriyle daha fazla işbirliği yapmasına şaşmamak lazım.[20]

Temizlikçiyle herhangi bir geçmiş deneyimi olmayan yeni bir müşteri eğer kazıklanırsa öylece yüzüp gider. Fakat temizlikçiyle güven ilişkisi kurmuş daimi bir müşteri, böyle bir durumda hakarete uğramış gibi davranır ve temizlikçiyi kovalar.[21] Bu tür cezaların temizlikçileri, takip eden etkileşimlerde daha işbirlikçi hale getirdiği bulgulanmıştır.[22]

Temizlik kalitesi ayrıca müşteri sayısına da bağlıdır. Müşterilerin temizlik istasyonunu daha seyrek ziyaret ettiği resiflerde, te-

mizlikçi kayabalıkları yuttukları parazit miktarına kıyasla çok az pul koparark işlerini daha iyi icra ederler. Temizlikçinin bu koşullarda işini daha iyi yapma eğilimi, arz-talep piyasasının temel ilkesine uygundur: Müşteriler için rekabet daha yoğun olduğunda, müşterilerin pazar değeri de yükselir ve bu da daha iyi hizmet almalarını sağlar.[23]

Balıklarda temizlikçi-müşteri ortakyaşamı, doğadaki en karmaşık ve en iyi araştırılmış sosyal sistemlerden biridir. Bu ortakyaşamın uzmanlarından biri olan Redouan Bshary, her bir temizlikçi lapinanın farklı türlerden 100'den fazla müşteriyi tanıyabildiği ve onlarla girdiği son etkileşimi hatırlayabildiği tahmininde bulunuyor. Sistem buna ek olarak güven, suç ve ceza, seçicilik, izleyici farkındalığı, itibar ve yalakalık üzerine inşa edilmiş uzun vadeli ilişkiler barındırır. Bu sosyal dinamikler, balıklara dair kültürel izlenimlerimize pek uymayan bir farkındalık düzeyi ve toplumsal gelişmişlik gerektirir.

Temizlikçi-müşteri ortakyaşamının hem temizlikçiler hem de müşteriler için bariz evrimsel faydaları olmasına rağmen, bu ilişkinin sürmesinde zevkin de önemli bir rol oynadığını düşünüyorum. Zevk, doğanın "iyi" (adaptif) davranışı teşvik etme aracıdır. Bu etkileşimlerin farklı veçheleri, etkileşimlerin balıklara kendilerini iyi hissettirdiği sonucunu destekler. Müşteri balıklar, ilgilenilmesi gereken parazitleri veya yaraları olmadığında dahi ısrarla temizlenmek isterler. Ve temizlikçiler sırf müşterilerinin gözüne girmek için onları yüzgeçleriyle okşarlar. Müşteriler bazen renk de değiştirebilirler, bu da muhtemelen duygusal olarak daha olumlu bir ruh haline geçtiklerine işaret eder. Zevk duymanın kendisi adaptiftir – masajın sağaltıcı faydalarına siz de tanık olmuşsunuzdur belki.

Etkileyici zihinsel becerilerine rağmen, temizlikçi balıkların müşterilerle veya müşterilerin temizlikçi balıklarla etkileşimlerinin evrimsel etkileri üzerine düşündükleri şüphelidir. Müşteri balıkların temizlikçi balıkları ziyaret etme sebebinin, bu alışkanlığın onları Darwinci anlamda daha zinde kıldığını bilmeleri olduğunu

iddia eden kimse görmedim. Bunu yapıyorlar çünkü yapmak istiyorlar.

Vitrine Oynayanlar

Temizlikçi-müşteri ortakyaşamı, daha kötücül bir diğer hile biçimine de açıktır. Temizlikçileri taklit eden türler vardır. Temizlikçi balıklarla neredeyse özdeş görünen bu balıklar, her şeyi olması gerektiği gibi yaparlar. Derken bu küçük üçkâğıtçılar, en hazırlıksız olduğu anda müşterinin yüzgecinden bir ısırık alıp ok gibi fırlayarak saklanırlar.

Bu üçkâğıtçıların en başarılılarından biri kılıçdişli horozbina (*Aspidontus taeniatus*) türüdür. Bu küçük şeytanlar, en az taklit ettikleri temizlikçi balıklar kadar hünerlidirler. Horozbinaların müşteri balık simülasyonlarıyla karşı karşıya bırakıldığı bir dizi deneyde, horozbinaların saldırılarına bazı müşteriler onları kovalayıp misilleme yaparak cevap vermiş, bazıları ise herhangi bir tepki göstermemişti. Misilleme karşısında horozbinalar gelecekte benzer saldırılardan kaçınmak için farklı müşteri türlerini seçmeye meylettiler. Bu yalnızca horozbinaların geçmişte yaşadıklarını hatırladıklarını göstermekle kalmaz, aynı zamanda misillemenin gerçek bir ceza işlevi gördüğüne de işaret eder. Söz konusu ceza horozbinaları ortamdan uzaklaştırarak bu türe mensup olan müşteriler için "amme hizmeti" görevi de görür.

Geleneksel evrim teorisi, "beleşçilerin" herhangi bir bedel ödemeden faydalanabileceği davranışların evrilmemesi gerektiğini öngörür. Bu öngörü, müşteri balıkların olan olduktan sonra horozbinaları cezalandırmak için neden enerji sarf ettikleri sorusunu gündeme getirir. Görünüşe göre horozbinalar, misilleme yapanları beleşçilerden (misillemeyle kendileri uğraşmayıp bu işi türdeşlerine bırakanlardan) bir şekilde ayırabilirler ve beleşçiler gelecekte horozbina saldırılarına maruz kalmak açısından daha büyük bir risk altındadırlar.[24] Yani, bir horozbina tarafından yüzgeci ısırılmış acı içinde bir müşteriyseniz, misilleme yapmanıza değer.

Bu akıllıca bir çözümleme fakat bana biraz soğuk ve mekanik geliyor. Kendimizi evrimsel hesaplarla sınırlandırdığımızda hayvanları hafife alabiliyoruz. Müşteri balıkların misilleme yapma sebebi birtakım duygular geliştirmiş olmaları olabilir mi mesela? En temel duygulardan biri olan öfkeye kapılıyor olabilirler mi? Balıkların duyguları olduğunu gösteren kanıtlar ışığında, bir müşterinin kendini bilmez bir horozbinanın ısırığına yaptığı misillemeyi kızgınlıktan kaynaklanan bir hareket olarak yorumlamanın bana kalırsa hiçbir sakıncası yok.

Kültürlü

Karmaşık sosyal farkları göz önünde bulundurulduğunda, temizlikçi-müşteri ortakyaşamının bir kültür barındırdığını duymak beni şaşırtmazdı. Biyologlara göre kültür, nesiller boyunca aktarılan, kalıtsal olmayan bir bilgidir. İnsan genleri bizi dövme yaptırmaya ya da sinemaya gitmeye yöneltmez; birçok insan bu alışkanlıkları başkalarının yaptıklarını örnek alarak benimser. Bir zamanlar insanlara özgü olduğu düşünülen kültürün şimdilerde memelilerde ve kuşlarda, özellikle de uzun süre yaşayan sosyal türlerde yaygın olduğu biliniyor. Hayvanlarda kültür yoluyla aktarılan özellikler arasında kargalarda alet yapımı, fillerde göç yolları bilgisi, katil balinalarda "lehçeler" ve antiloplarda ortak çiftleşme yerleri bilgisi bulunur.

Öğrenme, kültürün varlığını sürdürmede merkezi önemdedir. British Columbia'nın tarlalarında ve ormanlık bölgelerinde, yiyecek arayan yarasaların ekolokasyon çağrılarını hoparlörle yayınladığımda, ilkbaharın sonlarında ve yaz başında çok az sayıda yarasanın bu sinyallere ilgi gösterdiğini gözlemledim. Yılın bu zamanında sadece yetişkin yarasalar uçar ve en iyi beslenme noktalarının nerede olduğunu muhtemelen hepsi bilir, bu durumda neden tanımadıkları yeni bir yiyecek arama çağrısı kaynağına cevap versinler ki? Genç yarasaların sütten kesilip yiyecek aramak için geceye karıştığı ağustos ve eylül aylarıyla beraber ise hikâyenin

seyri değişti. Hoparlörlerim yarasa gruplarının ilgisini çekmişti.[25] Görünüşe göre genç, deneyimsiz yarasalar daha yaşlı ve daha deneyimli olanların böcekleri yakalamak için hangi noktaların iyi olduğunu bildirdiği çağrılarından faydalanıyorlardı. Üç yıl sonra, Teksas'ın güneyinde yaz sonunda bir günbatımı sırasında milyonlarca Meksika serbestkuyruklu yarasasının mağaralardan sel gibi dışarı akışını izlerken, iyi beslenme bölgelerinin nerede olduğunu öğrenmek için gençlerin daha yaşlı yoldaşlarını takip ettiklerini tahmin ettim. O zamanlar buna kimse kültür demiyordu, ama yarasaların göç yollarına, tüneklere ve beslenme alanlarına kuşaklar boyunca gösterdiği sadakati göz önüne aldığımda bunun kültür olarak adlandırılabileceğini düşünüyorum.

Balıkların da kültürü var mıdır? Santa Barbara'daki California Üniversitesi'nden Robert Warner, Panama açıklarında bulunan San Blas Adaları'ndaki iyi araştırılmış bir dizi yama resifi çevresinde yaşayan mavibaşlı lapinalar (*Thalassoma bifasciatum*) üzerine yürütülen on iki yıllık çalışmasında, bu balıkların çiftleşmek için tercih ettiği seksen yedi alanı gözlemledi. Bu Karayip resif balıkları cinsel olarak yıl boyunca aktiftirler ve her gün çiftleşirler. Warner bu balıkların uzun süreli çiftleşme alanı seçimlerinin çarpıcı seviyede tutarlı olduğunu bulguladı. Aynı noktalar on iki yıl boyunca her gün kullanılmıştı, ki bu da en az dört nesle tekabül eder çünkü bu türün azami ömrü yaklaşık olarak sadece üç yıldır. Warner bu yama resiflerinde en az bunlar kadar cazip görünen yüzlerce potansiyel çiftleşme alanının olduğu tahmininde bulunuyordu, ne var ki bazı sebeplerle resifin sakinleri bu alanları kullanmayı tercih etmemişti. Ayrıca o dönemde bazı büyük çaplı nüfus dalgalanmalarının yaşanmasına karşın, tercih edilen seksen yedi aşk yuvasından hiçbiri tedavülden kalkmamıştı. Warner bu çiftleşme alanlarının en iyi kaynak kombinasyonu buralarda olduğu için mi tercih edildiğini merak etmişti. Eğer öyleyse, resif sakinlerinin uzaklaştırılmasının ardından yeni balıkların da aynı alanları kullanması gerekirdi.

Warner yerel mavibaşlı lapina popülasyonunun tamamını

uzaklaştırmaya karar verdi; sonra onların yerine farklı resiflerden toplanmış mavibaşlı lapinalar yerleştirdi.[26] Kısa süre içinde çiftleşme alanları oluşturan yeni gelenler, kendilerinden önceki sakinlerin oluşturdukları alanlara mı yerleştiler dersiniz? Hayır. Yeni çiftleşme alanları oluşturdular ve takip eden nesiller boyunca kendilerinden önceki sakinler gibi kendi alanlarına sadık kaldılar. Mavibaşlı lapina popülasyonunun tamamının bir resiften önce uzaklaştırılıp daha sonra yeniden geri getirildiği kontrol deneylerinde, geri getirilen balıklar önceki bölgelerine yöneldiler (bu da çiftleşme alanlarının değişmesinin, tahliye edilmekten ve bir süre esaret altında kalmaktan doğan kargaşadan kaynaklanmadığını gösteriyor). Warner, çiftleşme alanlarının, bölgenin yapısal özelliklerine göre seçilmediği, bunun yerine kültürel olarak aktarılan gelenekleri yansıttığı sonucuna vardı.*

Mavibaşlı lapinalar, geleneksel üreme alanlarını sosyal uzlaşmalara göre oluşturduğu bilinen tek balık türü değildir. Ringalar, orfozlar, kapanbalıkları, cerrahbalıkları, tavşanbalıkları (*Siganus*), papağanbalıkları ve kefaller, bunu yapan diğer türlerden birkaçıdır.[27] Balıklarda başka bağlamlarda da kültürel ifade farklılıkları mevcuttur, günlük ve mevsimsel göç yolları gibi.

Küçük balıkları birçok yırtıcı tür avlamak ister ve küçük bir balığın diğer grup üyeleri gibi görünmesi ve davranması, yırtıcının dikkatini çekmemesine yarar. Yiyecek bulunan yerlere çıkan yolları kendilerinden daha bilgili balıklardan öğrenmiş olan ve rehberler sahneden çekildikten çok sonra dahi bu yolları kullanmaya devam edebilen lepisteslerin sergilediği kültürel uyumun açıklaması bu olabilir. Bir deneyde lepisteslerin, seçtikleri yolu, kendilerine yeni ve daha kestirme bir rota sağlansa bile kullanma-

* İtiraf etmem gerekirse bu tür araştırmaları karmaşık duygularla okuyorum. Bir yandan, hipotezleri test etmenin yollarını tasarlayan ve bunları hayata geçiren bilim insanlarının özveri ve yaratıcılığına hayranım. Öte yandan, hayatları üzerinde çok fazla kontrol sahibi olduğumuz canlılar için üzülüyorum. Evlerinden alınan sakinlere ne oldu? Kendi kültürü olan ve değer verdiği yerden uzaklaştırılan bir hayvanın ne hissettiğini merak ediyor insan.

ya devam ettikleri görüldü – en azından ilk başta.[28] Bu, insanların, daha yeni ve daha etkili bir yöntem ortaya çıktıktan sonra dahi bir şeyler yapmanın geleneksel yollarına inatla tutunmasına benzer. (Kâğıt kalemle not almak gibi.) Yine de lepistesler bu yöntemlere kısa bir süre bağlı kaldıktan sonra daha etkili olan yöntemi benimsediler ve geleneğin sorgusuz sualsiz kölesi olmama konusunda bizimle benzeştiklerini gösterdiler.

Balıkların insanlar tarafından avlanması, kültürel bilgi kaybının daha üzücü bir yanını gözler önüne serer. Su ürünleri biyologları ve biyofizikçilerden oluşan bir ekip tarafından 2014 yılında gerçekleştirilen bir araştırmaya göre, balık popülasyonlarının insanlar tarafından yağmalanması ve daha büyük (dolayısıyla daha yaşlı) balıkları tercih edişimiz, göç yollarına dair bilginin balıklar arasında iletimini sekteye uğrattı. Araştırmacıların geliştirdiği matematiksel model şu üç faktöre dayanıyordu: balıklar arasındaki sosyal bağlantıların gücü, bilgi sahibi olanların genele oranı (sadece yaşlı balıklar göç yollarını ve nereye göç edileceğini bilirler) ve bilgi sahibi olan bu bireylerin göç etmek için belli başlı yerleri tercih edişi. Araştırmacılar, sosyal dayanışmanın ve bilgi sahibi olan bireylerin varlığının, koordinasyon kaybını ve grupların dağılmasını önlemede en önemli etmenler olduğunu bulguladılar.[29]

Kültürün bu şekilde darbe alması geri dönüşsüz bir kayıp yaratabilir. Kültür genlere kodlanmaz; bu yüzden de bir kez kaybolduktan sonra yeniden kazanılması pek olası değildir. "Balık popülasyonlarını eski hallerine getirmek yetmeyebilir," diyor araştırma ekibindeki biyofizikçilerden Giancarlo De Luca. "Çünkü toplumsal hafızayı yitirmiş oluyorlar bir kere." Bu, zulüm sona erdikten sonra bile birçok hayvan popülasyonunun neden eski haline dönemediğini açıklayabilir. Kuzey Atlantik buzul balinaları (*Eubalaena glacialis*), Kuzey Pasifik gri balinaları (*Eschrichtius robustus*) ve birçok mavi balina popülasyonu, ticari balina avcılığını durdurmamızın üstünden en az yarım yüzyıl geçtiği halde fazla bir artış göstermedi.[30] Aynı durum, sayıları ticari avcılığın sürdürülemeye-

ceği kadar azalmış olan birçok balık türü için de geçerlidir. Morina, turuncu imparatorbalığı, Şili deniz levreği olarak da bilinen Patagonya dişbalığı ve nesiller boyunca birikmiş kültürel bilgiye sahip olduğu varsayılan diğer uzun ömürlü türlerin durumu, ağ ve kancalar artık diğer türlere çevrildiği halde iyiye gitmiyor.

Okyanusları yağmalamamız bir yana, kültürlü insanlar olarak birçok toplumsal faaliyetimizde erdem bulmaya eğilimliyiz. Despot hükümdarların ve feodal beylerin yerini, modern çağda büyük ölçüde, seçilmiş liderlerin kendi seçmenlerinin istek ve ihtiyaçlarına daha duyarlı olduğu demokrasiler aldı. Günümüzde bölgesel çatışmaların, işbirliği yapan ulusların ortak çabasıyla çözülme olasılığı geçmişe nazaran daha yüksek. Bir sonraki bölümde göreceğimiz üzere, erdem, demokrasi ve barışı korumak gibi kavramlar balık toplumlarında da önem arz ediyor.

İşbirliği, Demokrasi ve Barışı Koruma

Bireyler bencilliklerini bir kenara bırakıp
işbirliği yapmadan, gerçekten değerli
hiçbir şey elde edilemez.[1]

Albert Einstein

2015'İN NİSAN AYINDA, Porto Riko'nun batı kıyısında Karayip Denizi'ne nazır bir villanın ikinci kattaki odasında kalırken, balkonda bazı çarpıcı balık davranışlarına şahit oldum. Her şey sahil boyunca kıyının kırk beş metre kadar içerisinde ani bir kargaşayla başladı. Her biri yaklaşık yedi santimetre olan düzinelerce gümüşi balık bir anda suyun dışına sıçradı. Onlar henüz suya düşmeden, daha da fazlası havalanmıştı, tıpkı bir havai fişek gösterisinin finali gibi. Sürüde birkaç yüz balık olmalıydı. Derken daha büyük yüzgeçlerden oluşan bir grup suyun yüzeyini hızla yarınca, yırtıcı balıkların onların peşlerinde olduğunu anladım.

Heyecan verici bir görüntüydü. Kaçan balıkların enerjisi öylesine yoğundu ki, kız arkadaşım ve ben, kıyı boyunca ilerledikleri sırada balıkların havaya zıplayıp suya düşerken çıkardıkları sesleri duyabiliyorduk. Zaman zaman birkaç saniyelik bir huzur hüküm sürüyor, derken bunu akşam güneşine karşı parıldayan gümüşi bedenlerin havaya adeta püskürdüğü kaotik bir hareketlilik hali takip ediyordu. Çaresizlik içinde kaçmaya çalışırken bazı balıklar karaya vuruyor, sonraki dalga onları kurtarana kadar çırpınıp zıplıyorlardı. Bir deniz kırlangıcı birdenbire iniş yaparak balıklardan birini kumdan ustaca çekip aldı. Bazıları suyun sığ kesiminde çıkıntı yapmış yosun kaplı bir kaya üzerinde mahsur kalmıştı.

Sürü gözlem yapmak için tünediğimiz yerin birkaç metre uzağına geldiğinde, hemen arkalarından onları takip eden, her biri yaklaşık yarım metre boyundaki daha büyük balıklardan oluşan grubu fark ettik. Birbirlerine yakın yüzmeleri ve avlarının üzerindeki etkileri bana kolektif avlanan yunusların performansını hatırlattı: Yunuslar bir sürünün etrafını kuşatır veya onları karaya doğru sürerler, bu kuşatmadan kurtulmak için çaresizce zıplayan talihsiz balıkları da havada kaparlar. Bu örnekte kuşatma yoktu ama avcı ekibi, avlarını köşeye sıkıştırmak için kıyı şeridinden faydalanıyor gibiydi.

Balkondan gördüğümüz şey, küçük bir balığı büyük bir balık tarafından, onu da daha büyük bir balık tarafından yenmek üzereyken resmeden popüler karikatürlerle çok az benzerlik taşıyordu. Bana göre bu klişe, bir balığı açlık dürtüsüne körü körüne tepki veren bir otomattan farksız görüyor. Bizim tanık olduğumuz şey işbirliği yaparak avlanan balıklardı. Ve bu bir ilk değildi. Birçok balık türünün işbirliği yaparak avlandığı bilinen bir gerçektir. Örneğin baraküda sürüleri sıkı sarmallar halinde yüzerler ve böylece avlarını, daha kolay avlamak için sığ sulara sürerler.[2] Benzer şekilde, avlanan tonbalıklarından oluşan bir sürünün parabolik şekli, bu türün işbirliği yaparak avlandığını gösterir.

Aslanlar işbirliği yaparak avlanma yetenekleriyle bilinirler. Katil balinalar da öyledir. Biliminsanları aslanların ava çıkma zamanının geldiğini birbirlerine nasıl işaret ettiklerini bilmiyorlar, ama belli ki aslanlar bu işareti biliyor.

Balıklar da avlanma niyetlerini birbirlerine işaret ediyor olabilirler mi?

Aslanın denizde yaşayan adaşı aslanbalığı (*Pterois*), başlamak için iyi bir yerdir. Aslanbalığı, adını uzun, şerit benzeri, zehirli göğüs yüzgeçlerinin oluşturduğu "yelelerinden" alır, ama işbirliği yaparak avlandıkları için de pekâlâ böyle adlandırılabilirlerdi. 2014'te iki aslanbalığı türü üzerinde gerçekleştirilen bir araştırmada, balıkların birlikte avlanma arzularını işaret etmek için belirgin bir kanat yüzgeci hareketinden faydalandıkları görüldü.

Birlikte avlanmayı talep eden balık, başı aşağıda ve göğüs yüzgeçleri genişlemiş şekilde diğerine yaklaşıyor, sonra kuyruk yüzgecini birkaç saniyeliğine hızla çırpıyor, bunu diğer göğüs yüzgeçlerinin yavaşça salınması izliyordu. Karşı taraf ise neredeyse her zaman bir yüzgeç dalgalanmasıyla cevap veriyor, daha sonra çift birlikte avlanmak için yola çıkıyordu. Bu çalışmada gözlenen avcılık, işbirliği yapan bu çiftin uzun göğüs yüzgeçleri vasıtasıyla daha küçük bir balığı köşeye sıkıştırması ve ardından kurbana sırayla saldırmasını içeriyordu. Ava çıkına işareti her iki aslanbalığı türü için de aynıydı ve işbirliği yapan balıklar bazen farklı türlerden olabiliyordu. İşbirliği yapan balıkların başarı oranı, yalnız avlanan aslanbalıklarınınkinden daha yüksekti.[3] Sırayla hareket ediyor ve av partnerleriyle ganimeti paylaşıyorlardı. Zaten akla yatkın olan da paylaşmalarıdır çünkü bencillik, işbirliği yapma arzusunun kısa sürede yok olmasına neden olur.

Sarı eyerli keçibalıklarının (*Parupeneus cyclostomus*) avlanma tarzı, ekip üyelerine farklı rollerin atanması dolayısıyla aslanın avlanma tarzıyla daha da fazla benzerlik gösterir. Direnci azaltan bir vücut yapısına sahip olan, yaklaşık otuz santimetre boyundaki bu resif sakinleri –genelde sarı renklidirler fakat pembe ve mavilere de bürünebilirler– eşgüdümlü hareket eden gruplar halinde avlanırlar; bazı bireyler avları kovalarken bazıları da yol keser. Kovalayanlar avı saklandığı yarıktan çıkmaya zorlarken yol kesenler de avın kaçmasını önler.[4] Farklı, tamamlayıcı rolleri uyumlu bir şekilde yerine getiren keçibalıkları, işbirliğine dayanan gelişmiş bir avlanma yöntemi kullanır.

Balık avlamak amacıyla oluşturulan ittifaklar daha da karmaşık yapıda olabilir. Orfozlar ve mürenler, aslanbalıklarıyla keçibalıklarının taktiklerini bir araya getirirler: Arzu ve niyetlerini göstermek için birtakım işaretlerden faydalanırlar ve avı yakalamak için birbirini tamamlayıcı roller üstlenirler. Bu davranış ilk kez 2006'da betimlendi: Redouan Bshary ile üç meslektaşı, Kızıldeniz'den gelmiş göçebe mercan orfozlarının (*Plectropomus pessuliferus*) devasa mürenlerle birlikte avlanmak istediklerini göster-

mek için bütün vücutlarını hızla titrettiklerini gözlemlemişti. Takımdan iki balık, dolaşmaya çıkmış iki arkadaş edasıyla resif üzerinde yüzüyordu. Araştırmacılar bu tür onlarca etkileşime tanık oldular ve takım oluşturarak hareket eden orfozlarla mürenlerin, tek başlarına avlananlara kıyasla daha fazla balık yakaladığını gösterebildiler. Bu başarının nedeni, her balığın oynadığı tamamlayıcı roldür.[5] Mürenler balıkları resifteki dar bölgelere doğru takip edebilirken, orfozlar mercanları çevreleyen açık suda daha başarılıdır. Zavallı kurban kurtulmak için hiçbir yol bulamaz.

Orfozlarla mürenler arasındaki sinyalleşmenin en etkileyici özelliklerinden biri aynı zamanda en az belirgin olanıdır: Bu olay, nihai hedef henüz ortada yokken gerçekleşir. Bir orfoz, mürene avlanma niyetinde olduğunu işaret ettiğinde ortada henüz av yoktur. Orfoz (ve muhtemelen müren), gelecekteki bir olayı öngörmekte ve tasarlamaktadır. Bu, balıkların plan yaptığına yönelik diğer bir örnektir. Bu işbirliği üzerine yorum yapan primatolog Frans de Waal, bir balığın yapamayacağı bir şey olup olmadığını gerçekten merak ettiğini belirterek şöyle devam ediyor: "İş hayatta kalmaya gelince, bizden balıklar kadar farklı hayvanlar bile, üst düzey bir akıl gerektiren çözümler ortaya koyacak kapasiteye sahiplerdir."[6]

2013'te başka bir araştırma ekibi, Kızıldeniz'de yaşayan orfozlarla partnerlerinin işbirliğine dayalı bir dizi iletişim ve avlanma şeklini ortaya çıkardı, fakat bu kez sinyal, gizli bir nesnenin yerini bildirmek için yaptığımız bir şeye benziyordu: göstermek. Göçebe mercan orfozları ve yakın akrabaları olan leopar mercan orfozları (*Plectropomus leopardus*), işbirliği yaptıkları çeşitli türlerden av partnerlerine –dev mürenler, Napolyonbalıkları (*Cheilinus undulatus*) ve büyük mavi ahtapotlar– gizlenmiş avın yerini bir "kafa" hareketiyle gösterirler. Bağlam her ne kadar benzer olsa da bu jest temelde bütün vücutlarını titretmelerinden farklıdır, çünkü kafa hareketi orfozun ulaşamadığı bir yere saklanmış bir balığı veya yenebilir başka bir canlıyı doğrudan işaret eder. Bu da balıkların bu jestinin gönderimsel olduğu anlamına gelir, ki önceden sadece

büyük kuyruksuz maymunlarla kuzgunlara –hayvanlar âleminin Einstein'ları olarak bilinen iki gruba– atfedilen bir özellikti bu.

Kafa hareketi, biyologlar Simone Pika ve Thomas Bugnyar'ın, kuzgunların iletişimi üzerine yürüttükleri çalışmalarına dayanarak gönderimsel hareketler için ileri sürdükleri beş ölçütü yerine getirir:[7]

1. Bir nesneye yöneliktir (resifteki bir çatlakta gizlenen av),
2. Tamamen iletişimseldir ve mekanik olarak işlevsizdir (yani avı doğrudan yakalamaz),
3. Potansiyel bir alıcıya yönelik olarak yapılır (örneğin bir müren, lapina veya ahtapot),
4. Gönüllü bir yanıt ortaya çıkarır (örneğin bir müren gelip avı arar),
5. Kasıtlı olduğu bellidir.

Çok ilginç! Parmakla işaret etme, çocuk gelişiminde iletişim ve sosyal beceriler açısından kritiktir ve bir kilometre taşı olduğu kabul edilir. Çocuk bir şeyi işaret ettiğinde, dikkat ortaklaşır; yani sizden dikkatinizi işaret ettiği ilgi nesnesine vermenizi ister.

Orfozlar çok sabırlıydılar, bulundukları yerde bazen 10 bazen de 25 dakikaya kadar bekliyorlardı. Bazı durumlarda avlanma partnerlerinden biri (örneğin müren), orfozun bir şeyi işaret ettiğini fark etmek için çok uzaktaydı. Araştırmacılar bu tür durumlarda orfozun mürene doğru yüzdüğünü ve vücudunu baştan sona titretme hareketini sergilediğini gözlemlediler. Davet çoğu zaman işe yarıyor ve müren, avın gizlendiği çatlağa kadar orfozla birlikte yüzüyordu.

Aynı ekip bu araştırmayı takiben gerçekleştirdikleri diğer bir araştırmada, esaret altındaki orfozların işbirliği kapasitesinin şempanzelerinki kadar iyi olduğu sonucuna vardı. Orfozlara, gerçekçi görünümlü iki sahte mürenden (gizli kablolar ve makaralar aracılığıyla hareket ettirilen, şeffaf plastik katmanlarıyla kaplanmış gerçek boyutlu fotoğraflardan) biriyle avlanma seçeneği sunuldu.

Sahte balıklardan biri iyi bir işbirlikçiydi ve avı saklandığı yerden çıkarıyordu, diğeri ise avın bulunduğu yönün zıt yönünde yüzüyordu. Deneyin ilk gününde orfozlar sahte mürenlerden herhangi birini tercih etmediler. Fakat ikinci gün, başarılı partnerin hangisi olduğunu belirlemişlerdi ve onu tercih etme oranları da şempanzelerinkiyle hemen hemen aynıydı.[8] Orfozlar, menzillerinde yiyeceğin olmadığı ve yiyeceğe ulaşmanın işbirliği gerektirdiği durumlarda, vakaların yüzde 83'ünde bir ortağı ne zaman çağırmak gerektiğini belirleme konusunda başarı göstererek, en az şempanzeler kadar iyi performans sergilediler. Balıklar, bir ortağın gerekli olmadığı durumları da şempanzelere göre daha kolay öğrenmişlerdi.

Bundan orfozların şempanzeler kadar zeki olduğu çıkarını yapılabilir mi? Hayır. Karada yaşayan ve kavrama yetisine sahip elleri olan maymunu, bu özelliklerin her ikisinden de mahrum olan balıkla nasıl karşılaştırabiliriz ki? Bu davranışın bize gösterdiği şey şudur: İhtiyaçlar mevzubahis olunca bir balık, zekâ gerektiren esnek davranışlar ortaya koyma becerisine sahiptir. Alexander Vail mercan orfozlarının ve mürenlerin ortaklaşa gerçekleştirdikleri avları sosyal araç kullanımına örnek olarak değerlendirebileceğimizi düşünüyor: "Bir şempanze, eline aldığı ince bir dalı deliğe sokup oradan bal çıkarabilir. Bir orfozun ise elleri yoktur, dolayısıyla dal tutamaz. Fakat ihtiyacı doğrultusunda, farklı bir türün davranışını manipüle etmek için kasıtlı iletişime başvurabilir." Esprili bilim yazarı Ed Yong bir makalesine attığı başlıkla aslında bütün mevzuyu özetliyor: "Av Girdiyse Deliğe, Çubuk da Yoksa Elinde, Müreni Dene."[9]

Demokrasi

Bana kalırsa orfozların avlanmak için işbirliği yapmalarının en güzel tarafı, bu hareketin bilinçli ve kasıtlı olmasıdır. Arzu ve niyetlerini faydalı sonuçlara dönüştürmek için birlikte çalışan iki balık zihni söz konusudur burada.

Arzuların toplumsal sonuçlar doğurmasının bir diğer yolu da kolektif karar vermedir. Princeton Üniversitesi'nden evrimsel biyolog Iain Couzin şöyle diyor: "Düzenli sürüler halinde yüzen balıklardan sürüler halinde uçan kuşlara ve primat gruplarına kadar bütün hayvan gruplarında gördüğümüz ortak bir özellik vardır, o da nereye gidecekleri ve ne yapacakları konusunda oy kullanmalarıdır. Bir balık potansiyel bir yiyecek kaynağına yöneldiğinde, diğer balıklar, onu takip edip etmeyecekleri yönünde yüzgeçleri aracılığıyla oy kullanırlar." Bu hayli demokratik süreç, hayvanların tek başlarına aldıkları kararlara kıyasla daha iyi kolektif kararlar almalarına yarar.[10]

Mutabakata dayalı karar verme yönteminin bir yararı da, kararların alınma hızının ve isabetliliğinin grup büyüdükçe artmasıdır, çünkü tek tek grup üyelerinin sahip olduğu bilgi bir araya getirilir. Örneğin *Notemigonus crysoleucas* türüne mensup olan balıklar grup dahilinde yüzerken hata yapmaya daha az meyillidir. Görünüşe göre gruplar karar verirken ya yeter sayı arıyor ya da bilgili uzmanları veya liderleri takip ediyorlar.[11]

Kimin izleneceği kararında, tekil balıkların görünüşleri de belirleyici olabilir. Diğer bütün koşullar denk olduğunda, daha sağlıklı ve kuvvetli bir balığın kendine nasıl bakacağını bildiği, dolayısıyla daha çelimsiz bir bireye göre daha iyi bir karar verici olduğu düşünülebilir. Bir balık bu tür bir ayrım yapabilir mi? Bunu araştırmak için İsveç, Birleşik Krallık, Amerika Birleşik Devletleri ve Avustralya'dan biyologlardan oluşan bir çalışma ekibi bir dizi deney tasarladı. Deneylerde dikenlibalıklar pleksiglastan yapılmış bir havuzun orta kısmına bırakıldı; havuzun her iki ucunda da hoş görünümlü kaya ve bitkilerden oluşan, birbiriyle özdeş birer sığınma bölgesi vardı. Havuzun arka camına yakın bir noktada bir çift plastik dikenlibalık modeli, merkezden başlayarak havuzun zıt taraflarındaki sığınaklara doğru (bir misina boyunca sabit hızda çekilerek) "yüzüyordu". İki modelden birine, diğerine kıyasla daha sağlıklı bir görünüm verilmişti. (Büyük bir model kendisinden küçük olana göre daha zinde olduğu izlenimini uyandırır

çünkü görünüşe göre yiyecek bulma konusunda daha başarılı olmuş ve daha uzun süre hayatta kalmıştır. Karın bölgesi şişkin olan tombul bir modelin de daha iyi beslendiği düşünülür; oysa koyu lekeleri olan bir model muhtemelen parazitlere konaklık ediyordur.)

Dikenlibalıklar çalışmanın planını önceden görmüş gibi hareket ettiler.[12] Tek bir balığın iki modelle birlikte havuzda bulunduğu denemelerin yüzde 60'ında, balık daha sağlıklı görünen modeli sığınağına doğru takip etti. Performans grup büyüklüğüne paralel olarak istikrarlı bir şekilde iyileşme gösterdi ve on bireyden oluşan gruplarda takip oranı yüzde 80'in üzerine çıktı. Mutabakata dayalı karar verme yönteminin bir örneğidir bu.

Balıklarda demokrasiyi incelemek için daha incelikli bir araç da geliştirildi. "Robo-balık" –golyan gibi balıkların kendiliğinden tepki verdiği, gerçekçi ve yüzebilen bir robot balık– biliminsanlarının kolektif davranışın değeri hakkında daha fazla bilgi edinmelerine olanak sağlıyor. Örneğin tek başına hareket eden dikenlibalıklar, yırtıcıya doğru yüzmek gibi tehlikeli bir davranış sergileyen robo-balık liderinin kolayca etkisi altında kalsalar da, çoğunluk kararıyla hareket eden bir sürü bu tuzağa genelde düşmez.[13] Yeterli sayıda birey robo-balığın peşinden ayrılırsa, diğer balıkların da onları takip etme olasılığı artar. Benzer şekilde, sivrisinekbalıklarının (*Gambusia affinis*) oluşturduğu küçük sürüler Y biçiminde bir labirente koyulduklarında robo-balığı takip ederek labirentin bir yırtıcının beklediği koluna giderler; oysa daha büyük sürüler robotu takip etmeyi bırakarak labirentin daha güvenli kolunu tercih ederler.[14]

Gerçekçi taklitler, modeller ve kopyalar üzerine bir not: Balıkların bunlara tepki vermesi, onları gerçek olarak algıladıkları anlamına gelmez. Ayrıca balıkların yapay koşullarda yaşadıklarını ve aşina olmadıkları ortamlarda tutulduklarını unutmayın. Bu yüzden balıkların esaret koşullarına alışması için çoğunlukla haftalarca, hatta aylarca beklemek gerekir ki "normal" davranacak kadar sakinleşsinler. Algıları kuvvetli olan balıklar insan yapımı

modellerde bir tuhaflık olduğunu fark edebilirler, ama ürkütücü bir uyarandan kaçınma motivasyonu bu şüphelere baskın gelebilir.

Barışı Korumak

Yırtıcılarla burun buruna gelmek, hayvanların karşılaştıkları yegâne sorun değildir. Balıklar kendi türleri içinde de çatışırlar, fakat hayatta kalmanız ve soyunuzu devam ettirmeniz gerekirken yaralanmanız ve ölmeniz kötü sonuçlar doğuracağından, rakipler arasında gerçek fiziksel mücadelelere nadiren rastlanır.[15] Diğer hayvanlar gibi balıklar da rakiplerden birinin veya her ikisinin yaralanmasına neden olabilecek daha ciddi fiziksel çatışmaları önlemek için genellikle ritüele dönüşmüş kuvvet ve erkeklik gösterilerine başvururlar.[16] Balıklar savaşın iyi bir fikir olmadığı izlenimini vermek için bir dizi taktiğe başvururlar. Yüzgeçlerini yayarak, solungaç kapaklarını açarak veya vücutlarını cepheden sergileyerek kendilerini mümkün olduğunca büyük gösterirler. Ses çıkarmak ebat ve kuvvetin etkisini artırır; suyun yer değiştirmesini sağlayan kuyruk vuruşları da bu tehdit gösterilerine fiziksel bir yön katar. Kafa sallamak, gövdeyi döndürmek, vücudun parlak renkli taraflarını sergilemek ve renk değiştirmek gibi taktiklere de başvururlar.[17]

Bu tür hareketlerin hepsi saldırgan görünme amaçlı değildir. Balıkların aynı zamanda yatıştırma becerileri de vardır. Etkili bir yatıştırma hareketi vücudun savunmasız kısımlarını açığa çıkarmayı gerektirir; kurtların boğazlarını veya maymunların cinsel organlarını açtıklarında olduğu gibi, yapılan jestin sahiciliğini artıran bir taktiktir bu. Bölgesini saldırgan bir şekilde koruyan bir çiklit türü (*Tropheus moorii*), savunmasız diyaframının etrafındaki parlak sarı şeridi gösterdiği bir titreme hareketiyle rakiplerini yatıştırır.[18]

Kriz buna rağmen tırmanmaya devam edecek olursa, çiklitler arabulucu görevi üstlenebilirler. Bu duruma Malavi'ye özgü bir

diğer çiklit olan altın mbuna (*Melanochromis auratus*) balığında rastlanır. Esaret koşullarında, her iki yanlarında kenarları beyaz olan siyah şeritler bulunan tereyağı rengindeki bu güzel balıklar, lineer bir egemenlik hiyerarşisi oluştururlar ve etkileşimlerin çoğu, komşuların rütbesine göre gerçekleşir. Bir erkek, iki dişi arasındaki bir anlaşmazlığa fiilen müdahale eder. Taraflardan hiçbirini desteklemeden kavgayı ayırır. Dişilerden birinin yabancı olması durumunda yabancı dişi kayırılır ve erkeğin müdahalesi yeni dişinin gruba dahil olma ihtimalini artırır.[19] Bu, yeni bir potansiyel eş kazanan erkek için hoş bir katılımdır elbette.

Hayvan hiyerarşilerinde rütbeler genellikle vücut büyüklüğüne göre dağıtılır; daha büyük bireyler daha yüksek rütbeye sahip olurlar. Kendi haremini oluşturan ve diğer erkeklerin "onun" dişileriyle çiftleşmesini engellemeye çalışan alfa erkek elk gibi, bazı balık toplumlarında da uygun bir dişiyle çiftleşme şansını yalnızca en büyük erkek yakalar. Düşük seviyedeki bir erkek, daha iri bir erkekten yüzde beş oranında küçükse o erkekle dövüşmek zorunda kalabilir. Olası bir yenilgi, bu balığı çiftleşme kuyruğunda birkaç sıra geriye düşürebilir. O zaman küçük balık ne yapacak? Kendilerine hâkim olma konusunda takdire şayan bir beceri gösteren kayabalığı erkekleri, kuyruktaki sıralarını muhafaza etmek için tükettikleri yiyecek miktarını kasten sınırlarlar.[20]

Fakat diyet yapan kayabalıkları aziz değildir; kendilerine hâkim olmaları onlara uzun vadede fayda sağlayabilir. Yaklaşık bir düzine üyeden oluşan sosyal grubunun içindeki bir kayabalığının rütbesi ancak üst rütbedeki bir birey öldüğü takdirde yükselir. Diyetin birçok hayvanda yaşam süresini uzattığı kanıtlandığına göre, oruç tutmak da uzun vadede üremek için faydalı bir strateji olabilir.[21]

Sosyal bir ortamda, en kavgacı hayvanlar bile kendilerine hâkim olma ve diğerlerine dostça davranma eğilimindedir. Florida'nın Tampa şehrinde yaşayan Lori Cook bir gün, semtindeki bir mağazada ayrı kaplarda tutulan, cins adları dolayısıyla betalar olarak bilinen kavgacı siyamlara (*Betta splendens*) acıyıp onları

oradan kurtarmış. Lori küçük bir süs havuzuna yerleştirdiği balıklara iyi bakmış. Balık dostu olarak ünü arttıkça beta koleksiyonu da büyümüş, çünkü yaşadığı semtteki istenmeyen balıklar ona teslim ediliyormuş. Bir müddet sonra bir hayvan mağazasından tanesi bir dolara birkaç dişi satın almış; dişi betalar evcil hayvan meraklılarının çok azının ilgisini çeker çünkü bu balıklar agresif değildir, dolayısıyla sıkıcı oldukları düşünülür.

Lori'nin bu balıklarla beraber deneyimledikleri, balıkların savaşçı olduklarına yönelik şöhretlerine meydan oluyor. Lori her sabah balıkları beslemek için dışarı çıktığında balıklar da yemek için havuzun kenarında toplanıyormuş. Betalar tropik balıklardır; Florida'nın güney kesimindeki sıcaklıklar bile onlar için çok düşük olabileceğinden, Lori daha soğuk aylarda bir akvaryum ısıtıcısı kullanmış. Bugün çoğu erkek olmak üzere çok sayıda kavgacı siyam nesli yetiştirmiş olan Lori'nin gözlemi şöyle: "Bir kez bile olsun iki erkeğin kavga ettiğini görmedim, kavga ettiklerini gösteren ısırık veya yüzgeçte parçalanma gibi en ufak bir ize de rastlamadım."

Savaşçı olarak bilinen bu balıklar neden bu kadar pasifti? Muhtemelen, iyi geçinmek savaşmaktan daha faydalı olduğu için. Erkek betaları karşı karşıya getirmedeki sorunlardan biri, bu balıkların yapay koşullar altında tutulmalarıdır, bu durum "kaybedenin" kaçma yönündeki doğal dürtüsüne uymasını engeller. Aşağı rütbedeki balığın uzaklaşarak gerginliği azaltma çabalarının engellenmesi, baskın balıkta rakibin fikrini değiştirdiği ve tekrar savaşmak istediği izlenimini uyandırabilir. Sanıyorum bir akvaryumda gerçekleştirilen yarışmaların ölümle sonuçlanabilmesinin sebebi de bu.

Betaların zihinsel becerileri, tehlikeli kavgalardan kaçınmalarına yardımcı olur. Lizbon'daki Uygulamalı Psikoloji Yüksek Enstitüsü'nden Rui Oliveira ve meslektaşları, birbirine rakip olan erkek betaların, diğer erkeklerin kavgalardaki performansını seyrettiklerini ve kazananlara kaybedenlerden daha fazla saygı gösterdiklerini gözlemledi. Diğer erkeklerin yarışmalarını seyreden

erkekler, kaybettiklerini gördükleri erkeklere kıyasla kazandıklarını gördükleri erkeklere yaklaşmak konusunda daha az istekliyken, kimin kazanıp kimin kaybettiğini seyretmedikleri durumlarda böyle bir ayrım yapmıyorlardı.[22]

Aldatmaca

Balıklar âleminde görülen tüm bu işbirliği, arabuluculuk ve kendine hâkim olma örneklerini baz alarak her balığın bir melek olduğunu düşünebilirsiniz. Ama çok acele etmeyin. Temizlikçi-müşteri ortakyaşamında gördüğümüz gibi, işbirliğinin veya sosyal etkileşimin her türü, şahsi çıkarlar için başkalarını manipüle etme fırsatları yaratır. İnsanlar gibi balıklar da başkalarını kandırmak için baş döndürücü bir dizi görsel ve davranışsal aldatmacadan faydalanırlar.

Bazı aldatmacalar yırtıcılar tarafından tespit edilmekten kaçınmaya yarayan basit hilelerdir. Birçok balık, en savunmasız olduğu yavru dönemindeyken, zehirli olduğunu şatafatlı renklerle ilan eden diğer canlıları taklit eder. Yavru bir siyah yarasabalığının (*Platax pinnatus*) şekil ve rengi, zehirli bir yassısolucanınkine çarpıcı şekilde benzerken, inci beyazı bir fon üzerine serpiştirilmiş siyah noktalarıyla genç bir barramundi (*Cromileptes altivelis*) zehirli başka bir yassısolucan türüne benzer.

Davranışlar aracılığıyla aldatmaca daha da geliştirilebilir. Almanya'daki Göttingen Üniversitesi'nden Godehard Kopp, 2011'de Endonezya sahillerinde balıklar tarafından sergilenen muazzam taklit yeteneğinin bir örneğini filme aldı. Kopp, kendisi de diğer deniz canlılarını ustalıkla taklit eden ve filme alındığı sırada kumun üzerinde sürünen bir taklitçi ahtapotun (*Thaumoctopus mimicus*) dokunaçları arasında bir siyah mermer çenebalığı (*Stalix histrio*) olduğunu zar zor fark etmişti. Balığın rengi ve desenleri kafadanbacaklınınkilerle bire bir aynıydı; dahası bedenini omurgasızın kollarına paralel olarak konumlandırarak kamuflajını daha da ileri götürmüştü. Biliminsanları, hayatının çoğunu kumdaki

yuvasının yakınlarında güven içinde geçiren çenebalığının, bu aldatmaca sayesinde, evinden uzakta görece güvenli bir şekilde yiyecek arayabildiği tahmininde bulundular.[23] Bu, bir taklitçinin başka bir taklitçiyi taklit ettiğine dair bilinen tek örnektir.

Taklit ve kamuflaj araçlarının yegâne işlevi yırtıcılardan kaçınmak değildir; avcılar da avlarına gizlice yaklaşırken bu araçlardan faydalanırlar. Güney Amerika'nın ve Afrika'nın tatlı sularında yaşayan yaprakbalıkları, suyun içinde süzülen veya dibe çöken ölü ve çürüyen yaprakları taklit edecek şekilde evrim geçirmiştir. Bu sabırlı avcılar, görsel ve davranışsal bir hile kombinasyonuyla, başıboş yüzerken kendilerine çok yaklaşan küçük balıkları yakalarlar. Yaprakbalıkları kendilerini stratejik bir şekilde konumlandırırlar; etraftaki bitkilere en iyi şekilde uyum sağlamak için suda süzülür veya öylece asılı kalırlar. Minik, şeffaf göğüs yüzgeçleri, suyun içindeki konumlarını korumaları için büyük bir hızla çalışır. Çeneden sarkan biçimsiz, etli bir çıkıntı tıpkı çürüyen bir yaprak sapına benzer ve hiçbir şeyden şüphelenmeyen bir kayabalığına lezzetli bir lokma gibi görünür. Küçük balık menzile girdiğinde avcı, genişleyebilen çenesiyle balığı kendine çekip yutar. Her şey bir anda olup biter.

Yaprakbalıklarının aldatmacasının dehşet verici bir çeşidini sahneleyen, Doğu Afrika'daki Malavi Gölü'nde yaşayan *Nimbochromis* cinsinden bazı çiklit türleri, gölün tabanına yanlamasına yatarak ölü taklidi yapar. Meraklı bir leşçil balık bakmaya geldiğinde, "ceset" bir anda hayat bulur, meraklı araştırmacıyı ele geçirir ve yutuverir.[24]

Trompetbalıkları (*Aulostomus*) ve deniziğneleri (Syngnathinae) avlarına gizlice yaklaşırken iki popüler çocuk oyununu bir araya getirirler: Papağanbalıklarının sırtına binerek saklambaç oynarlar. Yakalamayı umdukları küçük balıklar vejetaryen papağanbalığı karşısında istiflerini bozmazlar ve menzile girecek herkese saldırmak için hazır bekleyen deniziğnesini çoğu zaman fark etmezler.[25] Trompetbalıkları ayrıca yanlarından geçmekte olan daha küçük balıkların oluşturduğu bir balık sürüsüne girip kala-

balığa karışarak potansiyel avlar tarafından kolayca tespit edilmekten kaçınırlar.[26] Bu kurnazlık başlı başına etkileyicidir, ama görünüşe göre aralarındaki bu yırtıcıdan korkmayan suç ortaklarının gösterdiği toleransın da en az onun kadar etkileyici olduğunu düşünüyorum.

Okyanusun sonsuz karanlığında yaşayan derin deniz fenersileri saklanmaya ihtiyaç duymazlar. Fakat onların da kendilerine özgü bir aldatmaca tarzları vardır: Sırt yüzgeçlerini, ikna edici birer yem olarak kullanırlar.[27] Fenersileri muhtemelen duymuşsunuzdur, tuhaf şekilleri ve aralık duran ağızlarıyla bana ortaçağ kilise cephelerini süsleyen gargoyleleri anımsatıyorlar. Ama belki şunu bilmiyorsunuzdur: Uzmanlar tarafından *illicium* (Latince kökü "ayartmak" veya "yanıltmak" anlamına gelen bir kelime) olarak adlandırılan ipliksi yapıdaki sapın ucuna iliştirilmiş ışıldayan "yem" (*esca*) yalnızca dişi fenersilerde bulunur. Derin deniz fenersileri bilindiği kadarıyla 160 tür içeren geniş bir gruptur ve kullandıkları yemler herhangi bir balıkçının malzeme çantasındakilerle yarışabilecek yetkinliktedir. Bazı yemler fenerbalığının anteninin kökündeki kasları seğirterek iştah açıcı bir şekilde kıvrandırdığı solucanları andırır. Sığ sularda yaşayan türlerde bu yemler parlak renklidir. Işığın nüfuz edemediği derin denizde yaşayan fenerbalıklarında, renk yerine, yemin içindeki özel bölmelerde yaşayan bakteriler tarafından biyolüminesans yoluyla üretilen ışık vardır. Bazı türlerde *esca*'nın ucunda bir mercek bulunur, bu mercek ayarlanabilen anteni kullanışlı, boru şeklinde bir ışık kılavuzuna dönüştürür – fiber optiğin doğadaki versiyonu. Başka bir türde, antenin ucundaki yem fenersinin ağzının içine doğru kıvrılmıştır, her şeyden habersiz içeri giren küçük balıkların kaderi burada mühürlenir (büyük balıkların da kaderi benzer olabilir çünkü fenersiler kendi boylarındaki balıkları bile yutabilirler).

Bir fenersi, sırt yüzgecinin ucundaki yemi kıpırdatarak yarattığı aldatmacanın farkında mıdır? Hayvanların zihinsel yaşamlarına ilişkin her soruda karşılaşılan zorluklardan biri işte budur. Şüpheciler, kuşları ve diğer yırtıcı hayvanları kandırmak için tak-

lit yöntemine başvuran böcekleri işaret ederek, balığın ne yaptığının farkında olmadığını iddia edebilirler. Amacım böcekleri küçümsemek değil ama fenersiler, yaprakbalıkları ve trompetbalıkları omurgasızlar grubuna mensup değildir. Omurgalılar sınıfına dahil olan bu hayvanların beyinleri, duyuları, biyokimyaları ve zihinleri de bulundukları konuma uygundur. Denizin karanlıklarında bir balık olarak hayatını sürdürmek kayda değer bir beceriklilik ve bilgi donanımı gerektirir, özellikle de avlarınız kendi zihinleri olan diğer omurgalılardan oluşuyorsa.

Buraya kadar balıkların kendi dünyalarını nasıl algıladıklarını, hem fiziksel hem duygusal olarak neler hissettiklerini, düşüncelerini ve sosyal hayatlarını inceledik. Balıkların bildiklerinin bu veçhelerinin ışığında çıkarabileceğimiz temel sonucu şöyle özetleyebiliriz: Balıklar zihinleri ve hafızaları olan, plan yapabilen, diğerlerini tanıma becerisine sahip olan, birtakım içgüdülerle donatılmış ama aynı zamanda deneyimleri aracılığıyla öğrenebilen bireylerdir. Bazı örneklerde balıkların kültüründen de bahsedilebilir. Gördüğümüz gibi, balıklar tür içinde ve türler arasında işbirliğine dayalı ilişkiler kurarak erdemli davranışlar da sergileyebilirler.

Bir balığın sosyal yaşantısının henüz üzerinde durmadığımız hayati bir yönü daha vardır, ki bütün organizmaların nihai amacıdır bu: kendilerinden daha çok yapmak. Doğru zaman geldiğinde, üreme dürtüsü en temel ihtiyaç olan yiyecek bulmanın bile önüne geçer. Çeşitliliklerinden bekleneceği üzere, balıklar üreme ve ebeveynlik konusunda sayısız yöntem geliştirmiştir.



ALTINCI BÖLÜM

Balıkların Üreme Biçimleri

"'Sevgi' nasıl yazılır?" – Piglet
"'Sevgi' yazılmaz... hissedilir." – Ayı Winnie

A. A. Milne[1]

Seks Hayatları

Balıkları ... balık yapan özelliklerden biri
cinsel esneklikleridir ve bu özellikleriyle
diğer omurgalılar arasında rakipsizdirler.

Thavamani J. Pandian
Sexuality in Fishes (Balıklarda Cinsellik)[2]

MUAZZAM ÇEŞİTLİLİKTE biçimlere sahip olmalarından bekleneceği gibi, balıklar üreme sistemleri konusunda da son derece yaratıcıdır: Tam otuz iki üreme sistemleri vardır.[3] Balıklardaki üreme davranış ve stratejilerinin çeşitliliği, diğer bütün omurgalılardakilerin toplamına denktir.* Balıklar arasında da rasgele cinsel ilişkiye girenler, çokeşliler ve tekeşliler vardır (bazıları hayatının sonuna kadar bir eşe bağlı kalır). Cinsel alışkanlıklarına bağlı olarak bir erkek balık harem oluşturabilir, bölgesini savunabilir, birçok dişinin yumurtalarını dölleyebilir, gizli çiftleşmelere dahil olabilir, "uydu erkek"** rolüne bürünerek sırasının gelmesini bekleyebilir veya cinsel korsanlık eylemlerinde bulunabilir. Ve göreceğimiz gibi, dişiler de pasif aksesuarlardan ibaret değillerdir.

Balıkların büyük çoğunluğu, hayatları boyunca dişi ya da erkek olarak kalır (kendisi gayet tanıdık olan bu örüntünün pek bi-

* Thavamani Pandian, balıkların cinsel alışkanlıklarını ortaya çıkarmada en faal olan araştırmacıların Japonlardan çıktığını belirtir. Bazı biliminsanlarının tek bir çalışmada kullanılmak üzere veri toplamak amacıyla sualtında geçirdikleri süre beş yüzden saatten fazladır. SCUBA teknolojisindeki gelişmeler balıklarda üremeyi anlamamıza büyük katkı sağlamıştır.

** İng. *satellite male*: Hayvan gruplarında, bölgesini savunan baskın bir erkeğin civarında dolaşan (ya da gösteriş yapan erkeklerin arasında göze çarpmadan duran) ve fırsat buldukça dişilerle gizlice çiftleşen erkek. –*y.n.*

linmeyen bir adı vardır: "gonokromizm"). Fakat bunun neyi ima ettiğini tahmin edebilirsiniz: Cinsiyet sınırlarını ihlal eden birçok balık vardır.[4] Bir şekilde, özellikle resif yaşantısının cinsel ifade üzerinde çeşitlendirici bir etkisi olmuştur. Bir resif üzerinde yaşayan bütün balıkların dörtte birinden fazlası erkekten dişiye veya dişiden erkeğe dönüşebilir, hem de pahalı bir ameliyat geçirmek zorunda kalmadan. Bazı balıklar ise hem erkek hem dişi kimliklerini eşzamanlı olarak veya sırayla benimsedikleri üniseks bir yaklaşım tercih ederler.

Aynı anda hem sperm hem de yumurta üreten türlerin çoğu (terminoloji meraklıları için: "eşzamanlı hermafroditler"), derin denizin engin karanlığında yaşarlar. Kendini dölleyebilmek son derece kullanışlı bir uyum sağlama biçimidir, özellikle de kendi türünüzden biriyle karşılaşma olasılığınız etrafınızdaki ışık miktarı kadar düşükse. Cinsiyet değiştiren balıklar ("sıralı hermafroditler") bu kadar kısıtlanmış değillerdir ve farklı yaş ve boyutlara ulaştıklarında farklı cinsiyetlere sahip olmanın avantajlarından faydalanırlar. Sözgelimi, bir erkeğin birçok dişiyi tekeline aldığı bir çiftleşme sisteminde sürece dişi olarak başlamak ve büyüyüp de rakipleri alt edebilecek hale gelindiğinde erkeğe dönüşmek daha avantajlıdır.[5] Genellikle bir türün tüm genç üyeleri, kendi haremini oluşturmuş bir alfa erkeğin yönettiği dişilerden oluşur. Bazı durumlardaysa komuta zinciri tersine çevrilmiştir ve daha zayıf olan bir grup erkek, üremeye müsait dişilere dönüşmek için fırsat kollar.

Kayıp Balık Nemo filmindeki popüler anemonbalıkları, sosyal düzeni sürdürmek için boyut, hiyerarşi ve cinsiyet değişiminden faydalanır. İki büyük ve birkaç küçük bireyden oluşan gruplar halinde yaşarlar. Büyük olanlar üreyen çifttir, bunların da büyüğü dişidir. Onların altındakiler (hepsi erkektir) boyutlarına göre hiyerarşik olarak sıralanırlar. Daha düşük rütbeli bu balıklar üreyen çift kadar yaşlı olabilir, ama cinsel olgunluğa erişmiş bireylerin davranışsal baskınlığı, baskı altındakilerin büyümesini ve gelişmesini engeller. Bu katı çiftleşme sistemini inceleyen Hans ve Si-

mone Fricke, düşük rütbeli erkekleri özünde psikofizyolojik anlamda hadım edilmiş balıklar olarak betimliyor.[6] Bu balıkların her biri, yönetim ofisinde yeni bir pozisyon açıldığına dair duyuru yapılana kadar sıradaki yerini muhafaza eder. Üreyen dişi ölecek olursa baş erkek cinsiyet değiştirerek dişiye dönüşür ve düşük rütbeli balıkların en büyüğü de baş erkeğin rolünü üstlenir. Yani bir anemonbalığı grubunda yaşayan düşük rütbeli erkekler için her zaman umut vardır. (Bütün bunlar *Kayıp Balık Nemo*'da olay akışı bakımından gerçeklerden biraz sapma olduğunu gösteriyor.[7] Aslında Nemo'nun annesini kaybetmesinin ardından babası Marlin onun yeni annesine dönüşmeliydi.)

Cinsiyet değiştiren balıklar, mevcut cinsiyet atamaları doğrultusunda erkeklere ya da dişilere özgü cinsel davranışlar sergilerler. Cinsel davranış esnekliği, normalde cinsiyet değiştirmeyen ama hormon manipülasyonuna tabi tutulan balıklarda da gözlemlenebilir. Bunun balıklarda nasıl gerçekleştiği her ne kadar belirsizliğini korusa da, saha ve laboratuvar gözlemlerinden elde edilen sonuçlar (kıkırdaklı köpekbalıkları ve vatozlardan farklı olarak) bazı kemikli balıkların iki tür davranışı da yönetebilen, cinsel açıdan bipotansiyel beyinlere sahip olduklarını gösteriyor. Diğer omurgalıların çoğunun beyinlerinde keskin bir cinsiyet farklılaşması vardır ve sadece kendi cinsiyetlerine özgü cinsel davranışlar sergileyebilirler.[8]

Balıkların cinsiyet değiştirme becerisi, doğadaki cinsiyet ayrımlarının ne kadar akışkan olabileceğini gösteriyor. Toplumsal eğilimleri takip eden biriyseniz, toplumsal cinsiyet sınırlarının insanlarda da giderek daha bulanık hale geldiğini biliyorsunuzdur. Örneğin *Becoming Nicole* (Nicole Olmak) adlı kitapta, tek yumurta ikizlerinden olan oğlu erken yaşta cinsiyet değiştirme ameliyatı olmak isteyen bir ailenin karşılaştığı sosyal zorluklar anlatılıyor. Tıpta yaşanan gelişmeler gerçek cinsel kimliklerimizi yaşamamız için seçeneklerimizi artırdıkça, bizler de balıklara farkında olmadan giderek daha çok benziyoruz.

Sanatsal Beceriyle Baştan Çıkaranlar

Cinsiyetiniz belli olduktan sonra hâlâ bir mesele daha vardır: kiminle çiftleşeceğiniz. Bu önemsiz bir karar değildir. Bir seks partneri, çocuklarınıza aktarılacak genlerin diğer yarısını sağlayan kişi olacaktır, bu yüzden o genlerin kaliteli olmasını istersiniz. Potansiyel bir eşin kalibresini ve arzu edilirliğini değerlendirmenin yollarının olması faydalıdır. İşte kur yapma bu noktada devreye girer. Evlenmeden önce nabız yoklamak için dışarıda yemek yemek, dans etmeye gitmek, birbirimize hediyeler vermek ve benzeri yöntemlerden faydalanırız. Balıkların birçoğu da potansiyel eşlerini kendi yöntemleriyle, dans numaraları, aşk şarkıları ve şehvetli dokunuşlarla baştan çıkarır.

Balık türlerinden en az biri ise bunun için sanattan faydalanır. Genelde balıkların sanatçı olduklarını düşünmeyiz – en azından birçoğunun vücudunu süsleyen güzel desen ve renklerde görülebilecek pasif sanatın ötesinde. Fakat Japonya'nın güney ucunun açıklarında yaşayan tecrübeli Japon dalgıç ve fotoğrafçı Yoji Ookata'yı şaşırtan şey sanatın ta kendisi olmuştu. Yaklaşık yirmi beş metre derinlikte kumun üzerinde çapı yaklaşık iki metre olan mükemmel bir dairesel desen uzanıyordu. Merkezdeki bir diskten dışarı doğru uzanan dalgalı olukların kestiği iki eşmerkezli çemberden oluşan bir desendi bu. Yüz elli metre boyunda bir dev sanki okyanusa girmiş ve kumun üzerine parmak izini bırakmıştı.

Merak uyandıran bu tuhaf şeyi neyin yaratmış olabileceği konusunda hiçbir fikri olmayan Ookata, birkaç gün sonra bir film ekibiyle geri döndü ve gizem kısa süre sonra çözüldü.[9] Bu geometrik "hasat çemberlerini" yaratan, küçük ve oldukça sıradan görünüşlü bir balonbalığı erkeğiydi. Göğüs yüzgeçlerinden birini çırparak yanlamasına yüzen yaklaşık 13 santimetrelik bu balonbalığı, başyapıtını ortaya koymak için saatler harcar. İşine devam ederken incelemeler yapmayı sürdürür ve ağzında kırdığı küçük kabukların parçalarını ortadaki oluklara serperek eserini süsler.

Başka erkekler tarafından yapılmış mandalalara da rastlanmıştır ve bunların hiçbiri birbiriyle aynı değildir. Görünüşe göre bu yapıların çeşitli işlevleri vardır. Bu desenler en başta dişi balonbalıklarının dikkatini çeker ve her şey yolunda giderse, dişi balonbalıkları yumurtalarını ortadaki çemberin içine bırakırlar. Oluklar yumurtaların akıntıyla taşınmasını önlemeye yardımcı olur ve kabuk kırıkları da muhtemelen bir yandan bu etkiyi güçlendirirken bir yandan da yumurtaların gizlenmesini sağlar. Daha özenli çemberler inşa eden erkeklerin görünüşe göre çiftleşme başarısı da daha yüksektir, bu da bu özenli sanatın evrimini mümkün kılar.

Japonya'da yaşayan bu küçük balonbalığı Picasso'nun balık versiyonu olabilir, fakat balıklar arasında kumu estetik ifade aracı olarak kullanan tek canlı değildir. Dişilerin dikkatini çekmek ve onları etkilemek için özenli yapılar inşa eden Avustralyalı çardak kuşları gibi, birçok çiklit türü de çiftleşme şansını artırmak için çardaklar inşa eder. Kuşların çardaklarıyla yapılan bu kıyaslama yüzeysel değildir. Tüylü uzak akrabalarınınkine benzer şekilde, balıkların çardakları da esas olarak gösteriş, kur yapma ve yumurtlama için istasyon işlevi görür. Yumurtalar neredeyse bırakılır bırakılmaz dişiler tarafından ağza alınarak daha güvenli bir kuluçka bölgesine taşınır.[10]

Peki bir balık nasıl çardak kurar? Kavramaya yarayan uzuvları olmayan çiklit erkeklerinin kumu almak ve bırakmak için ağızlarını, sürüklemek içinse yüzgeçlerini kullanmaları gerekir. Her türün inşa ettiği çardağın tasarımları farklıdır; basit çöküntülerden tekerleği andıran arenalara, yerden yaklaşık otuz santimetre yükseklikteki tepe kısmında kur yapmak için bir düzlüğün bulunduğu yanardağ görünümlü kumdan kalelere kadar pek çok seçenek vardır. Bu yapıların yükseklikleri veya derinlikleri, erkeğin sağlığını ve genlerinin kalitesini gösterir. Erkekleri bunları yapmaya sevk eden, erkeğin kalitesindeki en ince nüansların bile farkına varabilen dişilerin seçiciliğidir. Dişiler üstün mimari yeteneklere sahip olan erkeklerle çiftleştikçe, inşa etme becerisi nesilden nesle aktarılır.

Erkek dikenlibalıklar (U harfini andıran şekilleriyle bazı çardak kuşlarınınkine çarpıcı ölçüde benzeyen) çiftleşme çardaklarını inşa etmek için ağızlarını da kullanırlar, ama işlerine yarayacak fazladan bir araca daha sahiptirler: Böbrekleri yapışkan, mukus benzeri bir madde üretir. Evin dekorasyonuyla ilgilenme zamanı geldiğinde, bir erkek kloak denen (boşaltım ve üreme için kullanılan) açıklığından ip benzeri bu yapıştırıcıyı çıkararak onu yaprak ve ot parçalarıyla ipliksi algleri bir araya getirip yuvasına yapıştırmak için kullanır. İsveç'in batı kıyısının açıklarında yaşayan bir dikenlibalık türü (*Gasterosteus aculeatus*) üzerine yapılan bir araştırmada Oslo Üniversitesi'nden Sara Östlund-Nilsson ve Mikael Holmlund, erkeklerin, yuva girişlerini süslemek için dikkat çekici renklerdeki algleri tercih ettiklerini ortaya koydular. Yakınlara parlak alüminyum folyo parçaları ve halkalar yerleştirildiğinde, erkek balıklar bunları çekip çıkarmak ve dekorasyon amacıyla kullanmak için bir dakika bile beklemediler. Daha parlak yuvalar, yırtıcılar karşısında her ne kadar daha az kamufle edilmiş olsalar da, daha çok sayıda dişinin dikkatini çekti. Görünen o ki, gösterişli şeyleri seven yegâne canlılar insanlar ve çardak kuşları değil.[11]

Sahte Orgazmlar ve Sperm İçenler

Sanatçılık, eş bulmanın yollarından yalnızca biridir. Bir diğeri ise şu bilindik, eski numaradır: aldatmaca. Gördüğümüz gibi balıklar da biraz hile hurdaya başvururlar.

Sözgelimi kahverengi alabalık (*Salmo trutta*) dişilerinde bu hile orgazm taklidi biçimini alır. Kumda yuva işlevi görecek bir çöküntü oluşturan bir dişi alabalık, aşka meyilli bir erkeğin etrafta olduğu durumlarda yumurtalarını güçlü bir vücut titremesiyle bırakır. Ânın coşkusuna kapılan ve fırsatı değerlendirmek isteyen yakındaki erkek, dişiyi takip eder ve şiddetle titreyerek spermlerini suya bırakır. Ama erkek bazen aldatılmış olur; dişi yumurta bırakmadan titremiştir. Dişi bir alabalığın neden böyle bir aldat-

macaya başvurduğu açık değildir. Sebeplerden biri, dişinin erkeğin kudretini test etmek istemesi olabilir. Veya belki de erkeğin kendisi için uygun olmadığına karar vermiştir ve daha iyi bir baba bulma umuduyla diğer erkeklerin dikkatini çekmek istiyordur. Bu tür üreme çatışmaları doğada sık sık görülür. Bir erkek bol miktardaki ucuz spermleriyle bir dişinin bütün yumurtalarını döllleyebilir ve hâlâ diğer dişiler için spermi kalmış olabilir. Buna karşılık bir dişi, değerli yumurtalarının birkaç babası olmasından kazançlı çıkabilir çünkü böylece yumurtalarından bazılarının en kaliteli erkekler tarafından döllenmesi olasılığını artırır.[12]

Dişi kardinalbalıklarının da kendilerine özgü bir aldatmaca yöntemi vardır. Ya da olduğu söylenir. Erkekler dişinin yumurtalarını özenle ağızlarında taşıyarak korurlar. Baba açısından büyük bir özveridir bu, zira üreme döngüsünün bu kritik döneminde beslenmekten vazgeçmesini gerektirir. Bazen açlıktan ölmek üzere olan bir erkek daha fazla dayanamayıp tüm yumurtaları bir lokmada yutar. Kardinalbalığı anneleri, bu istenmeyen sonucun gerçekleşmesi ihtimalini azaltmak adına içinde yumurta sarısı bulunmayan bir miktar "sahte yumurtayı" gerçeklerin arasına yerleştirirler. Öne sürülen teoriye göre bu sahte yumurtalar babayı ağzında daha fazla potansiyel yavru bulunduğu ve dolayısıyla paketin daha büyük bir özenle korunması gerektiği yönünde kandırır. Ama ben bu yorumu ikna edici bulmuyorum çünkü erdemli bir ilişki de söz konusu olabilecekken sömürüye dayalı bir ilişkinin yaşandığını varsayıyor. Belki de ilerde dişilerin erkekleri yatırımlarından ötürü ödüllendirmek için besin amaçlı yumurta ürettiklerini, sahte yumurtaları döllenmiş olanlardan ayırabilen erkeklerin öncekileri yiyip diğerlerini koruduklarını keşfedeceğiz. Ne de olsa döllenmiş yumurtalara erkekler de yatırım yapmıştır.

Malavi Gölü'nde yaşayan muhtelif çiklit türleri arasında ise, eşlerini sahte yumurtalarla kandıranlar erkeklerdir. Bir dişi, yumurtalarını önce deniz tabanına bırakıp ardından ağzına alır. Erkeğin anal yüzgecinin üzerinde, küçük bir yumurta grubunu andıran sarı benekler vardır. Bu küçük küme, dişiler için karşı konulmaz nite-

liktedir. Dişi erkeğin üreme organlarına yaklaşınca, erkeğin fışkırttığı spermlerin çoğu ağzına girer, böylece halihazırda ağzında taşıdığı yumurtalar erkeğin spermleriyle daha iyi döllenebilir. Bu bir görsel aldatmaca olarak tarif edilse de, bence erkeğin "yumurta" benekleri hileden ziyade uyaran işlevi görüyor olabilir.[13] Üreme erkekler için olduğu kadar dişiler için de hayati öneme sahiptir, dolayısıyla belki de dişi balık yumurtalara kanmak yerine erkeğin baştan çıkarıcı görsel sinyaliyle heyecanlanıyordur.

Oral seks, akvaryum ticaretinde popüler bir cins olan çöpçübalıklarının (*Corydoras*) döllenmesinde daha doğrudan bir rol oynar. Dişi, ağzını erkeğin genital açıklığının çevresine yerleştirerek spermleri doğrudan içer. Spermler dişinin sindirim kanalından hızla geçer ve dişinin pelvik yüzgeçleri arasında tuttuğu yaklaşık otuz yumurtadan oluşan taze kümenin üzerine bırakılır.[14]

Spermlerin dişinin sindirim enzimleri tarafından nasıl yok edilmediğini merak eden tek kişi ben değilimdir herhalde. Spermlerin dişinin bağırsağından müthiş bir hızla geçmesi işleri kolaylaştırır. Bir Japon araştırma ekibi, erkeğin spermlerini ağzına aldığı anda dişinin ağzına mavi boya püskürterek, yirmi iki dişide spermlerin geçiş hızını ölçtü.[15] Sonra dişinin anüsünden mavi bir bulutun çıkmasını beklediler. (Mahremiyet ihlalinin üzerine tüy diken küçük düşürücü bir durum.) Uzun süre beklemeleri gerekmedi. Ortalama süre 4,2 saniyeydi!

Bu küçük çöpçülerde spermlerin dişinin bağırsağından hızla geçmesini ve zarar görmemesini kolaylaştıran bir adaptasyona daha rastlanır. Bu balıklar yüzeyden çektikleri havayı bağırsaklarından hızla geçirerek, bağırsaklarıyla hava solunumu yaparlar. Dolayısıyla çöpçübalıklarının sindirim sistemi, spermlerin vücutlarından hızlıca ve zarar görmeden geçmesi için uygun yapıdadır.

Balıklar yumurtalarını döllemek için neden bu kadar tuhaf bir yola başvururlar? Bir kere böylelikle her iki ebeveyn de kimlerin genlerinin bir araya geldiğini bilir, eğer eşinizi dikkatle seçtiyseniz iyi bir şeydir bu. Erkek için geçerli olan bir diğer avantaj da, dişinin yumurtalarını dölleyenin sadece ve sadece kendi spermleri

olduğunu bilmesidir. Nihai faydaları ne olursa olsun, sperm içmek *Corydoras* cinsi için işe yarıyor olmalı, çünkü yirmi kadar türde bu yönteme başvuruluyor.

Bir dişinin bağırsağı, sperm ile yumurtaların bir araya gelmesi için düşünülebilecek en tuhaf yer olmayabilir. Peki ya bir omurgasızın içine ne demeli? Okyanuslarda görülen en zarif ortakyaşamlardan biri, Avrupa'daki nehirlerde yaşayan küçük bir balık türü olan acı balıklar (*Rhodeus sericeus*) ile midyeler arasında ilginç bir cinsel düzenlemeyi içerir. Çiftleşme zamanı geldiğinde, dişi acıbalık yumurtalarını bırakmak için *Unio* cinsi uygun büyüklükte bir midye bulur. Peki yumurtalarını ağzı mühürlü bir midyenin içine sokmayı nasıl başarır? Anne adayı uzun, hortum benzeri tüpünü kullanarak yumurtalarını midyenin sifonuna –yumuşakça tarafından su ve yiyecekleri süzmek için kullanılan, kendisi de boruya benzeyen yapıya– yerleştirir. Yumurtalar midyenin içine girdikten sonra, erkek acıbalık sifon girişi yakınlarında spermlerini bırakır ve bu spermlerin bazıları midye tarafından yutulur. Takip eden günlerde acıbalığın döllenmiş yumurtaları yumuşakçanın güvenli kamarasında büyür ve gelişir.

Tüm bunlar acıbalıklar için iyidir hoştur da, midyenin kendisi acıbalığın kuluçka kabı olmaktan nasıl fayda görür? Şöyle ki, midye kendi yumurtaları tam olarak olgunlaşmadan acıbalık yavrularını serbest bırakmaz. Midyenin yumurtaları geçici olarak bebek balıklara yapışır ve bu balıklar yumuşakça için uygun bir dağıtım hizmeti sağlar.[16] Bedava dağıtım hizmeti için hayvanların tüylerine (ve bizim giysilerimize) yapışan bazı bitki tohumları gibi, midye yumurtaları da bu sayede kendi hayatlarını kuracakları yeni ve bereketli bölgeler bulma yönünde avantaj elde ederler. Yapılan iyilik karşılıksız kalmaz.

Sürpriz Sonlu Manipülasyon

Acıbalık dişilerinin, yumurtalarını, benzin istasyonundaki yakıt pompasına benzer bir hortum aracılığıyla midyenin kutsal kâsesi-

ne nasıl bıraktıklarını gösteren fotoğrafları gördüm. Bu balık, üreme şeklinin ne kadar eksantrik olduğunun farkında mıdır, merak ediyorum. Görünüşe göre bu balık, ne yapması gerektiğini içgüdüsel olarak bilir, tabii eğer ne yapacağını yumurtlayan diğer dişileri izleyerek öğrenmemişse. Erkek Atlantik molisinin (*Poecilia mexicana*) çiftleşme davranışı daha az içgüdüsel görünür çünkü bu balık, davranışını sosyal ortama göre değiştirir: Erkek rakiplerini, bir başkasıyla ilgileniyormuş gibi yaparak kandırır. Erkek molilerin gonopodyum adı verilen bir organları bulunur, bir kemik tarafından desteklenerek penis işlevi gören etli bir uzantıdır bu. Bir erkek, bir dişiyi hafifçe ısırarak ve gonopodyumunu ona doğru uzatarak dişiye cinsel anlamda ilgi duyduğunu gösterir. Martin Plath'ın liderliğindeki bir çalışmada, erkek Atlantik molileri, izleyicinin olduğu ve olmadığı durumlarda birer çift dişiyle bir araya getirildi. Önce, bir çift dişinin bulunduğu havuzlara erkekler tek başlarına yerleştirildi ve tercih yapmalarına izin verildi. Deneyin ikinci aşamasında, erkekler yine aynı dişi çiftiyle bir araya getirildi ama bu kez erkeklerin yarısı, havuzun arka tarafındaki şeffaf bir silindirin içine yerleştirilmiş rakip bir erkek tarafından izlenmekteydi.

İzlenmeyen (yani havuzun arkasındaki silindirin boş olduğu) kontrol grubu erkekleri, dişi tercihlerinde herhangi bir değişikliğe gitmedi. Buna karşılık, bir rakip tarafından izlenen erkeklerin neredeyse tamamı, daha önce tercih edilmeyen dişileri tercih etmiş gibi davranmaya başladılar. Daha büyük bir Atlantik molisindense daha küçüğünü tercih ettiler ve hatta kendi türlerinden bir dişi yerine yakın akrabaları olan Amazon molisi (*Poecilia formosa*) dişilerine geçiş yaptılar.

Bir moli erkeğinin bunu, rakibinin dikkatini daha çok arzulanan dişiden uzaklaştırmak için yaptığı düşünülüyor.[17] Daha erken tarihli çalışmalarda erkek molilerin, rakiplerinin tercihlerinden (Atlantik molisinden Amazon molisine geçiş dahil) etkilendikleri bulgulanmıştı.[18] Bu taktik sperm rekabetini daha da azaltmaya yarayabilir çünkü civardaki erkekler bu genel bilgiden faydalanarak,

tercihi yapan erkeğin sahte eş seçimini taklit edebilirler. Rakiplerinin dikkatini başka bir dişinin üzerinde toplayan erkek moli, arzuladığı dişinin yumurtalarından daha çoğunu dölleme ve sperm piyangosunu kazanma ihtimalini yükseltir.

Öte yandan molilerin manipülasyon hikâyesinde bir sürpriz söz konusudur. Yakın kuzenleri Atlantik molilerinin aksine, Amazon molileri tamamen dişilerden oluşur; erkek Amazon molisi yoktur. Sürüngenler, amfibiler, balıklar ve kuşlar arasında tamamen dişilerden oluşan birkaç tür daha vardır. Bu türler partenogenetik olarak adlandırılırlar çünkü yumurtalarını döllemeleri için sperm gerekmez. Fakat durum Amazon molilerinde daha da tuhaftır çünkü sadece başka türden bir moli erkeğiyle çiftleştiklerinde fertil yumurtalar üretebilirler. Hamileliği başlatmak için çiftleşme gerekli olsa da, spermleri aslında dişinin yumurtasını döllemeyen erkeklerin sperm bağışı yaptığı pek söylenemez. Yani Amazon molileriyle çiftleşen erkek moliler bir aldatmacanın kurbanı olurlar.

Doğal seçilimin dişilerle çiftleşirken spermleri çıkmaz sokağa giren erkekleri neden tolere ettiğini merak etmiş olabilirsiniz. Görünüşe göre bu olaylar, erkeklerin dişi Atlantik molileri tarafından daha fazla arzulanmasına yol açarak onlara fayda sağlar. Moliler ve yakın akrabaları olan lepistesler de dahil olmak üzere bazı balıklar toplumlarındaki trendlerin farkındadır ve Atlantik dişileri, genellikle Amazon akrabaları tarafından yapılan seçimleri taklit eder.

Boy mu işlev mi?

Moliler döllenmenin içeride gerçekleştiği çok sayıda örnekten yalnızca biridir (biraz tuhaf bir örnektir, orası ayrı). Balıkların çoğu penetrasyon olmadan çiftleşir, fakat bunun birçok istisnası mevcuttur. Bütün erkek keskisolungaçlılarda (köpekbalıkları ve vatozlar) cinsel birleşme sırasında dişinin genital açıklığına sokulan bir çift uzantı (*clasper*) bulunur. Kemikli balıklar arasında yer

alan lepistes ve moli erkekleri ile *Xiphophorus* cinsine mensup olan plati ve kılıçkuyruk erkeklerinin hepsinde ise gonopodyum adlı bir uzantı bulunur.

Gonopodyum çoğu zaman geriye dönüktür ama gerektiğinde farklı taraflara bakacak şekilde yön değiştirebilir.[19] Üniversitedeyken bir hayvan davranışı laboratuvarında, uyarılan erkek lepistesin, gonopodyumlarını ne sıklıkta "salladıklarını" ve seks için hazır olduklarını göstermek amacıyla bedenlerini kıvırdıklarını kaydettiğimizi hatırlıyorum. Gösterişli renklere bürünmüş erkekler, gonopodyumlarını adeta zapt edemedikleri asalar gibi sallıyor, belli ki dişileri etkilemek istiyorlardı. Lepistesler çok küçüktü – çoğunun boyu iki ile beş santimetre arasındaydı– ama gonopodyumları vücut uzunluklarının beşte birine denk geliyordu (hesabı size bırakıyorum), dolayısıyla hem öğrenciler hem dişi lepistesler tarafından kolayca görülebiliyordu.

Adının hakkını veren Phallostethidae (tercümesi: göğüs penisi) familyasını oluşturan priapum balıkları da penetrasyonlu seks yapar. Bunlar yirmi üç farklı türü bulunan, küçük (en büyükleri 3,5 santimetre uzunluğundadır), mütevazı görünümlü canlılardır. Bu yarı saydam balıklar, Tayland ve Filipinler'in az tuzlu sularında yaşarlar. Adlarını, erkeklerin boğazının hemen altında bulunan kaslı, kemiksi yapıda bir çiftleşme organı olan priapiumdan alırlar. Evet, doğru duydunuz. Hatta bazı türlerde priapiuma tamamen işlevsel bir testis bile eşlik eder.[20] Priapiumun bir diğer özelliği de seks sırasında dişiyi kavrayıp sıkıca tutan tırtıklı bir kancasının olmasıdır (ctenactinium). Titizlikle yürütülen anatomik çalışmalar, bu oldukça karmaşık aparatın, bu balıklarda günümüzde bulunmayan pelvik kemerle pelvik yüzgeçlerden türediğini doğruluyor.[21]

Evrimin, çiftleşmeye fayda sağlayacak bir organ karşılığında bir çift işe yarar yüzgeçten vazgeçmesi, seksin ne kadar önemli olduğunun kanıtıdır. Bu balıkların atalarının priapiumları olmadan da gayet iyi idare etmiş olması ise hayatın gizemlerinden biri olsa gerek. Hiç kimse bu penislerin neden balıkların kafasına doğru

göç ettiğini bilmiyor. Erkek priapium balığının penisinin gözlerine yakın bir yerde olması, penisini yerleştirirken daha isabetli hedef almasını sağlıyor olabilir mi acaba?

Dişi balıklar erkek balıkların uzuvları hakkında ne düşünüyorlar? Ve balık dünyasında uzvun boyu önemli mi? Gonopodyumun bir erkeğin boyunun yüzde 70'ine kadar uzayabildiği sivrisinekbalıkları için öyle görünüyor. St. Louis'teki Washington Üniversitesi'nden biyolog Brian Langerhans, dişi bir sivrisinekbalığını bir havuza yerleştirip her iki tarafına da birer erkek görüntüsü yansıtarak "önemli olan boyudur" teorisini test etti. Erkeklerden birinin gonopodyumu dijital müdahaleyle diğerininkinden daha uzun görünecek şekilde değiştirilmişti. Testlerin hepsinde dişi, organı daha uzun olan erkeğe doğru yüzdü.[22] Fakat verimliliği hiçbir zaman elden bırakmayan doğa, savurganlığa da kısıtlamalar getirir ve büyük bir cinsel organa sahip olmanın da erkek sivrisinekbalığı için en az bir dezavantajı vardır. Kuyruğu rakiplerininkinden yarım metre uzun olan bir tavus kuşunun üreme fırsatı yakalayamadan bir avcıya yem olma olasılığı nasıl daha yüksekse, cinsel organı daha büyük olan sivrisinekbalıkları da düşmanlarına karşı daha savunmasızdır. Büyük bir gonopodyum suda daha fazla sürtünmeye neden olur, bu da balıkları daha kolay yakalanır hale getirir. Nitekim yırtıcıların istila ettiği göllerde yaşayan erkeklerin gonopodyumları, güvenli sularda yaşayanlarınkilere kıyasla daha küçüktür.

Penetrasyonlu seks yapan balıklar üzerine yoğunlaşırken, yumurta ve spermlerini suya bırakarak dış döllenme yapan çok sayıda balık türünü küçük düşürmeyi amaçlamıyorum. Balıklar arasında bu üreme türünün sayısız şekline rastlanır. Bunlardan birine kısaca değineyim: Deniz taşemenleri, bu kadim çenesiz balıklara çoğu zaman "ilkel" önyargısının yapıştırılmasına meydan okuyan karmaşık yuva yapma ve çiftleşme davranışları sergilerler. Tıpkı somonlar gibi bu balıklar da anadromdur, yani hayatlarının bazı dönemlerinde tatlı suda bazı dönemlerinde ise tuzlu suda yaşarlar. Yumurtlama döneminde yarım ila bir metre çapında oval bir yuva

inşa etmek için yukarı doğru yüzerler. Eşleşmiş bir çift, yuvanın akıntıya ters yöndeki tarafına taş taşımak için ağızlarının emme gücünden faydalanır. Çiftleşme sırasında dişi ağzıyla bir kayayı kavrar, erkek dişiyi başının arkasından yakalar, sonra vücudunu dişinin vücudunun etrafında döndürür ve ardından her ikisi de güçlü bir biçimde titrer. Bu hareket zeminden yükselen ince kum tanelerinin serbest bırakılan yumurtalara yapışmasına ve yumurtaların yuvaya çökmesine yardımcı olur. Daha sonra ebeveynler taşları bulundukları yerden alıp akıntı yönünde yerleştirmeye başlarlar, bu da iki işe yarar: Yumurtaların etrafını kaplayan kumu daha da gevşetir ve yuva oyuğunu destekleyerek yumurtaları güvence altına alır. Çift, her bir yumurta yerleştirilene kadar bu işlemi tekrarlamaya devam eder. Bu uzun soluklu yolculuğun Romeo ve Juliet'inkine benzer bir sonu vardır: Nihayetinde çift o kadar yorgun düşer ki çok geçmeden her ikisi de ölür.[23]

Balıklara dair bildiğimiz her şey gibi cinsel davranışlarına yönelik bilgimiz de büyük resmin yalnızca küçük bir bölümünü oluşturuyor. İncelenen türlerin çoğu, konforlu yaşam koşulları sunan fakat vahşi doğada kendiliğinden ifade edilen cinsel davranışları bastırmak gibi talihsiz bir etkiye sahip olan yapay ortamlarda yaşıyordu. Örneğin limon renkli melekbalıkları (*Centropyge flavissima*) normalde haremlerini korumak için sergiledikleri kur yapma davranışlarını esaret altında sergilemezler.[24] Keşfedilmeyi bekleyen veya derinliklerde sonsuza dek gizli kalacak kim bilir daha ne çok şaşırtıcı gerçek vardır...

Ama bir şeyden eminiz: Birçok balık için üreme işi seksle sona ermez. Yavruları yetiştirmek gerekir ve bu da sorun çözmeye yönelik yaratıcı buluşları beraberinde getirir.

Ebeveynlik Tarzları

Bu dünyada bir başkasının yükünü hafifleten
hiç kimse gereksiz değildir.[1]

Charles Dickens

SEKİZ YAŞIMDAYKEN öğretmenim bize, okyanustan doğdukları kaynağa geri dönmek ve burada yumurtlayıp ölmek için destansı bir yolculuk yapan somonlar hakkında bir film izletmişti. Film üzerine bir rapor yazmamız gerekiyordu. Annem benimkini saklamış. İşte bir alıntı:

Bir sürü yumurta olması lazımdı çünkü somonların çok düşmanı varmış, sonra bütün yumurtaları yiyip bitirirlermiş. Birkaç hafta sonra 15 yumurta kaldı. Bir ay sonra [yavrular] iyice şişmanlamıştılar, somon olduklarını anlayacak kadar büyüktüler. Sonra birden büyük bir şey onlara doğru yüzmeye başladı ve bütün küçük balıklar canını kurtarmak için yüzdüler. Ama çoğu yakalandılar ve yem oldular, büyük bir turnabalığıydı.

Hatırladığım kadarıyla o film bir somonun hayatının katışıksız bir mücadeleden ibaret olduğu izlenimini veriyordu, yine de sağduyumu kullanıp raporumu "çiftleşirlerken kavga ediyormuşlar gibi görünüyor ama aslında hoşlarına gidiyor," diye bitirmişim. Küçük bir oğlanın gerçekleri ifade etme çabasının komik tarafları bir yana, filmde balıkların hayatlarıyla ilgili en azından bir yanlış anlama daha vardı. Bize öğretilenlere rağmen –"Somonlar hayat döngülerini tamamlayıp yumurtladıktan sonra doğdukları kaynakta ölürler"– aslında bazı erkekler ve birçok dişi normal vücut durumlarını geri kazanmak ve yetişkin hayatlarına kaldıkları yerden devam etmek için hemen denize geri dönerler; üreme dürtü-

süne tekrar yanıt vermelerine kadar yıllar geçebilir.[2]

Film ayrıca bende balıkların bebeklerine bakmadıkları izlenimini uyandırmıştı. Ama aslında balıklarda bebek bakımı en az yirmi iki kez evrimleşmiştir. Tüm balık türlerinin yaklaşık dörtte biri –8000 civarı tür– yavrularına bir şekilde bakar.[3] Yumurtaları korumaktan, en savunmasız oldukları ilk birkaç hafta boyunca yavrularla ilgilenmeye kadar uzanan geniş bir spektrumdur bu. Köpekbalıkları da dahil olmak üzere birçok balık vivipardır, yani yavrularını canlı olarak doğururlar. Bazı köpekbalıklarında, gelişmekte olan yavruları doğumdan önce göbek kordonu aracılığıyla besleyen bir plasenta bulunur.[4]

Memelilerin üremesini hatırlatan bu öğelere rağmen, memelilerin aksine balıklar bebeklerini sütle beslemezler. Bununla birlikte bazı türler yavruları için besin işlevi gören vücut salgıları üretir.[5] Aralarında en iyi bilinen, Güney Amerika'dan popüler bir akvaryum çikliti olan diskustur (*Symphysodon*). Gelişmekte olan yavrularıyla ilgilendikleri birkaç hafta boyunca diskus ebeveynleri, bebeklerinin, kendi vücutlarını kaplayan koruyucu mukus tabakasından beslenmesine izin verirler.[6] Alelade bir mukus değildir bu; ebeveynlerin yan taraflarındaki özelleşmiş kalın pullar tarafından üretilir. Kişiye özel ve bağışıklığı güçlendiren bir beslenme servisidir bu: Mukus, bebekleri enfeksiyonlardan korumaya yardımcı olan antimikrobiyal maddeler bakımından zengindir. Biliminsanları bağışıklık güçlendirici maddelerin balıklar arasında ender görülmediğini yavaş yavaş keşfediyorlar. Örneğin balık mukusundan *piscidin* adı verilen yeni bir peptit antibiyotik ailesi izole edildi.[7]

Bu harikulade salgı, balık krallığında görülen tek süt ikamesi değildir. Dişi kardinalbalıklarının, yumurtaları ağızlarında koruyan erkekler için ürettikleri döllenmemiş yumurtaları hatırlıyor musunuz? Köpekbalıklarının birçoğu da doğumdan önce gelişmekte olan embriyolarına ek besin kaynağı olarak döllenmemiş yumurta verir. Malavi Gölü'nde yaşayan bir yayınbalığı türü de serbest yüzen yavrularını döllenmemiş yumurtalarla besler. Yav-

rular annenin anüsünün yakınına yerleşir ve annenin suya bıraktığı yumurtaları yerler. Havyarın en doğal hali.

Yumurtaların Korunması

Bebek balıklar doğmadan önce, müstakbel ebeveynler yumurtaları koruma rolünü üstlenirler. Koruma yöntemlerinden biri davetsiz misafirleri kovalamaktır. Papazbalıkları, kavgacı tabiatlarına uygun bir şekilde, oldukça korumacı ebeveynlerdir. Florida açıklarında şnorkelle yüzerek bir saatte varılan küçük bir resifte, balıklar arasında çok az sayıda saldırgan etkileşime şahit oldum ve bunların neredeyse tümü, sarıkuyruklu papazbalıklarının (*Chrysiptera parasema*) başka balıkları kovalamasını içeriyordu. Dünyanın önde gelen balık uzmanlarından Tierney Thys bir makalesinde, yumurtalarını koruyan bir papazbalığıyla karşılaşmasını tarif eder.[8] Yaklaşık on üç santimetre boyundaki balık, daha yakından bakmak için yumurtalara yaklaşan Thys'a gurultulu sesler çıkararak tekrar tekrar uyarıda bulunmuş. Bu kocaman dalgıcı geri püskürtmekte başarılı olamayınca ok gibi ileri atılmış. Thys daha sonra olanları şöyle anlatıyor: "Ufacık dişleriyle saçlarımdan koca bir tutam kapıp geriye çekildi. Bunu öyle sert bir şekilde yapmıştı ki acıdan dolayı istemsizce çığlık attım, hemen ardından da gülmeye başladığım için maskeme su doldu."

Alternatif olarak ebeveynler yumurtalarını muhtelif yuva veya barınaklarda (kayalık girintileri, bitkisel materyallerden yapılmış incelikli yapılar, özel tükürükleriyle şişirdikleri baloncuklar vb.) gizleyebilirler. Beyazkuyruklu papazbalıkları (*Stegastes leucorus*) bu konuda oldukça titizdir. Eşleşmiş olan çift, yumurtlama alanlarını kumlayarak temizler. Ebeveynler ağızlarına doldurdukları kumu seçtikleri kaya yüzeyine kuvvetle püskürtürler. Sonra yüzgeçlerini kullanarak bölgeyi yelpazelerler. Son olarak, kayanın yüzeyine yapışıp kalmış kum tanelerini ağızlarıyla koparark ayıklarlar.[9]

Yumurtaların hayatta kalmasını sağlamak için daha aktif bir çözüm de onları taşımaktır; yumurtalar ağızda veya erkek denizatla-

rından bildiğimiz gibi bir kese içinde taşınabilir. Tropikal Hint Okyanusu'na özgü, inanılmaz bir kamuflaj becerisine sahip olan hayalet deniziğneleri (*Solenostomus*) örneğinde, dişinin pelvik yüzgeçleri birleşerek beşik görevi gören bir kese oluşturur;[10] denizatlarının akrabası olan "gerçek" deniziğnelerinde ise keseyi oluşturan erkeklerdir. Yeni Gine'de yaşayan erkek Napolyonbalıkları, partnerlerinin yumurtalarını, alınlarının ortasından sarkan bir demet üzüm gibi taşır. Guyana'da denizin dibinde yaşayan bir yayınbalığı türü, yumurtalarını üzerine "giyer". Ebeveynler yumurtaların üstünde yuvarlanır, böylece yumurtalar derilerine yapışır ve üzerlerinde yeni bir deri tabakası oluşur; embriyolar bu sıradışı rahimlerinden çıkacak kadar gelişene dek yumurtalar burada kalır.[11]

Şeritli akara (*Bujurquina vittata*) adı verilen Güney Amerika çiklitleri, yumurtalarını özenle seçtikleri bir yaprağın üzerine bırakırlar. Erkek ve dişi, yumurtlama öncesi çoğunlukla yaprakları "test" eder: Aday yaprakları tutup kaldırır, hareket ettirmesi kolay olanları seçmeye çalışırlar. Yumurtlamanın ardından anne de baba da yumurtaları korur. Rahatsız edildiklerinde anne veya baba akara genellikle, yumurtaların altındaki yaprağı bir kenarından ağzıyla tutup aceleyle daha derin ve daha güvenli yerlere doğru sürükler.

İsimlerini yumurta bakımına ilişkin tuhaf davranışlarından alan "sıçrayan tetralara" (*Copeina arnoldi*) karşı özel bir hayranlık besliyorum. Şeritli akaralar gibi yumurtalarını suyun altındaki yaprakların üzerine yerleştirmek yerine, bu atletik balıklar yumurtalarını suyun dışındaki yaprakların üzerine bırakırlar. Müstakbel ebeveynler su yüzeyinin hemen altında dikey olarak sıralanırlar; derken güç fark edilen ani bir işaretle, çoğunlukla aynı anda, seçtikleri yaprağa doğru sıçrarlar. Her sıçrama, iki balığın baş aşağı dönerek yaprağın üzerine sperm ve bir düzine kadar yumurta bırakmasıyla sonuçlanır. İyi zamanlama diye buna derim ben! Bu şekilde birkaç düzine yarı saydam (ve iyi kamufle edilmiş) yumurta, hedeflenen yaprak üzerine kümelenerek yapışır. Yaprakların on santimetre kadar yüksekte olabileceğini okumuştum, ama

bu davranışı konu alan bir filmde tetraların çok daha yükseğe sıçrayabildiklerini de gördüm. Yumurtalarını bırakmak için zaman kazanmak adına, birkaç saniyeliğine de olsa yaprağa yapışabilmeleri de cabasıdır.

Kuluçka süresi çok kısadır, bu da isabetli bir durumdur çünkü babanın yumurtaları nemli tutmak için çok çalışması gerekir. Bunu, kuyruklarını hünerle çırparak yumurta kümelerine su sıçratmak suretiyle gerçekleştirirler. Su sıçratmanın, iki-üç gün sonra yumurtalar çatlayıp da yenidoğanlar suya düşene kadar bir dakikalık aralıklarla tekrarlandığı düşünülecek olursa, bu çok zahmetli bir iş olmalıdır.[12]

Bunun gibi enteresan hayvan davranışlarıyla karşılaştığımda, bu davranışların nasıl ortaya çıktığını merak etmeden duramıyorum. Bir balık nasıl olur da yumurtalarını suyun içine bırakıp orada korumak yerine yaprağın üzerine bırakıp üzerlerine su püskürtmek gibi garip bir alışkanlığı benimser? Hiç şüphesiz, peyderpey ve aşamalı olarak. Belki de eskiden tetraların yaşadığı bir çevrede, yumurtalarını sualtındaki yaprakların üstüne bırakmak gibi bir tedbir almalarına yol açan bir yırtıcı yaşıyordu. Daha sonra başka yırtıcılardan gelen baskılar, uyanık bir tetra çiftini, o aşamada artık yapışkan hale gelmiş yumurtalarını su yüzeyinin hemen üzerindeki yapraklara bırakmaya zorlamış olabilir. Zamanla, belki de daha kararlı sucul yırtıcılar dolayısıyla tetralar sıçrama becerilerini geliştirerek daha yüksek seviyelere ulaşabilir hale gelmiş olmalı. Süreçteki her adımda, avantajlara bir yenisi eklenmişti muhtemelen; aksi takdirde bu davranış popülasyon genelinde genetik olarak seçilmezdi.

Sıçrayan tetralar yumurtalarını suyun dışına çıkaran yegâne balıklar değildir. Su yükseldiğinde suyun altında, çekildiğindeyse üstünde kalan bölgelerde yaşayan muhtelif türler de bu konuda uzmanlaşmıştır. Stichaeidae ve Pholidae ailesinden balıklar ile kurt yılanbalıkları (*Anarhichthys ocellatus*) sular çekilirken uzun gövdelerini yumurta kümelerinin etrafına dolarlar ve yumurtaların içinde oturacağı küçük bir havuz oluşturarak suyu hapseder-

ler.[13] Müstakbel yavrularını korumak için bir balığın havaya maruz kalacak şekilde saatler boyunca uzanabilmesi, kendini ebeveynliğe ne kadar canıgönülden adadığına şahadet eder.

Su yüzeyinin dışında kalan yumurtaları korumak için başvurulan diğer stratejiler arasında onları yosunla örtmek, kuma gömmek ve kayaların arasına saklamak da yer alır. Bunların çeşitli avantajları olsa gerektir: daha yüksek sıcaklık, daha yüksek oksijen yoğunluğu ve daha düşük avlanılma riski gibi.[14]

Ağzında Tut Ama Yutma

Balıkların, yavrularını en küçük ve savunmasız oldukları dönemde korumak için icat ettikleri en zekice yöntem, onları geniş ağızlarında taşımalarıdır. Ağızda kuluçka, yani yumurtaların ya da serbest yüzen bebeklerin ağız içinde taşınması, dört kıtada yaşayan en az dokuz balık familyasında görülür.[15] İkinci durumda, bir aile tehdit edildiğinde ebeveyn balık, kafası aşağı doğru bakacak şekilde yavaşça geri geri yüzerek tehlikeye işaret edebilir. Ebeveyne yaklaşan yavru balık, tersten gerçekleşen kusmayı andıran bir görüntüyle ağzın içine çekilir ve ancak tehlike geçtikten sonra tekrar dışarıya bırakılır.

Çiklitler ağızda kuluçka yönteminde uzmanlaşmışlardır, bilinen 2000 türün yüzde 70'i yavruların gündelik bakımı için bu yöntemden faydalanır. Çiklitgiller familyası muazzam çeşitliliğini ve başarısını kısmen bu adaptasyona borçlu olabilir. Çiklitlerin yavru sayılarının diğer birçok balığınkinden az olmasının nedeni muhtemelen ebeveynin ağzına ancak belli sayıda yavrunun sığmasıdır. Fakat bebeklik çağını atlatan yavruların oranının daha yüksek olması, ailelerin daha küçük olmasını telafi eder.

Ağızda kuluçka yöntemini uygulayan grupların en iyi bilinenlerinden biri, yetmişten fazla türü olan *Betta* cinsidir. Bazı betalar yavrularını, ağızda kuluçkanın evrimsel öncüsü olabilecek baloncuk-yuvalarda korurlar. Baloncuk-yuvaların, bu yöntemi tercih eden balıkların yaşadığı durgun sularda işe yararlığı yüksektir.

Yumurtaları ve gelişmekte olan yavruları oksijenin bol olduğu havanın yakınında bir arada, güvende ve nemli tutarlar. Fakat nehir gibi akan sularda baloncuk-yuvaları muhafaza etmek çok zordur. Ebeveynler baloncuk-yuvaların inşası süresince yumurtaları ağızlarıyla çekip çevirirler, bu da yumurtaları doğrudan ağza almanın evrimsel olarak bir adım öncesidir. Kendini yeni bir akarsu yaşam alanında bulan bir balık atasının, baloncuklarının akıntıyla uzaklaşmasını umutsuzluk içinde izlerken onları ağzında tutmasının daha iyi olacağını keşfettiğini hayal edebiliyor insan.

Ağızda kuluçkanın başka avantajları da vardır. Baloncuk-yuva yönteminde balık yuvaya bağlıdır ve yumurtalarını veya yavrularını kaybetme riskini göze almadan evi olarak bellediği bölgenin çok uzağına gidemez. Ağızda kuluçka yönteminde ise ebeveyn balıklar kendilerinin ve yumurtalarının güvenliğini sağlamak için diledikleri gibi hareket edebilirler. Buna karşılık yumurtalar da her nefeste üzerlerinden taze su geçtiği için yeterince oksijen alırlar.

Ağızda kuluçka sadece zekice değil, aynı zamanda erdemli bir yöntemdir. Tipik olarak, ebeveynler yumurtaların veya yavruların ağızda tutulduğu süre boyunca beslenmezler. Ağızda kuluçkanın bir ay veya daha fazla sürebildiği göz önünde bulundurulursa hiç de azımsanacak bir durum değildir bu. Bu yönteme başvuran balıkların zaman zaman açlıktan ölmesine şaşmamak lazım.[16]

Hatta olay giderek daha da asil bir hal alır. Ebeveyn ağzına yiyecek almaya devam ettiği halde bu besin yutulmaz – en azından ebeveyn tarafından.[17] Onun yerine bu lokmalar yavrularının üzerine titreyen ebeveynin ağzının bir kenarında tutulur ve yavrular bunlarla beslenir. Örneğin, Tanganyika Gölü'nde yaşayan bir çiklit türüyle (*Tropheus moorii*) yapılan bir araştırmanın ortaya koyduğu gibi, anneler kuluçka için gölün sakin bir bölgesine giderek otuz üç gün boyunca burada kalırlar. Bu süre boyunca midelerine yiyecek girmez ama büyümekte olan yavruların ihtiyaçlarını karşılamak için yiyecek bulma hızları artar. Kendilerini tutma becerileri açısından bu balıklar, hayvanlar âleminin en yüksek mertebelerinde olmayı hak ediyorlar.

İyi Babalar

T. moorii türü bir yana, bilin bakalım çocuk bakımında aslan payını balıklar arasında kim üstlenir? Baba. Ebeveynlik görevlerinin çoğunu annelerin omuzladığı karadaki düzenin aksine, balıklar arasında roller genellikle tersine çevrilmiştir. Dişiler ister istemez yumurta üretiminin gerekliliklerini yerine getirirler, fakat ondan sonra görevi devralan genellikle erkeklerdir. Örneğin baloncuk-yuvayı inşa eden ve yavrular yumurtadan çıkıncaya dek gelişmekte olan yumurtaları koruyan, baba betadır. Tehlikeyi sezdiğinde suyun yüzeyi yakınında göğüs yüzgeçlerini çırparak yavruların fark edebileceği bir dalga yaratan ve onları ağız boşluğunun güvenli ortamına alan da odur.[18]

Ağızda kuluçka yönteminde erkeğin rolü öyle baskındır ki bazı vakalarda balığın yüzünün, görevini daha iyi ifa etmesini sağlayacak şekilde evrimleştiğine bile rastlanır. Dokuz kardinalbalığı türünün kafaları yakından incelendiğinde, erkeklerin dişilere kıyasla daha uzun burun ve çenelere sahip olduğu bulgulanmıştır.[19] Araştırmacılar buna ek olarak ağızda kuluçka yönteminin, balık ağızlarının üstlendiği bir diğer önemli işlev olan solunumu da kısıtladığını ileri sürmüşlerdir. Ağzın her biri sudan oksijen çeken onlarca yavru tarafından işgal edilmesi ebeveynin oksijen alımını olumsuz yönde etkiler. Bu ise kardinalbalıklarının nahoş bir kaderle karşı karşıya olabileceği yönünde tahminlerde bulunulmasına yol açmıştır. Avustralya'nın Queensland şehrindeki James Cook Üniversitesi Deniz ve Tropikal Biyoloji Okulu'ndan David Bellwood şöyle diyor: "Ağızda kuluçka yöntemi onları iklim değişikliğinin etkilerine karşı daha savunmasız hale getiriyor. Okyanuslar ısındıkça bu balıkların daha çok nefes alması gerekecek – oksijene ihtiyaçları varken isteyecekleri son şey ağızlarının yavruyla dolu olması olurdu herhalde."[20]

Balıklar dünyasında iş babalığa geldiğinde şampiyonluğu denizatları ile onların yakın akrabası olan deniziğneleri üstlenir. Bu

erkekler, hamile kalmaya ne kadar yaklaşılabilirse o kadar yaklaşırlar. Dişi, yumurtalarını erkeğin karın kesesine bırakır, erkek yumurtaları burada döller ve yumurtadan çıkana dek yavruları burada taşır.[21] "Doğum", yavruların keseden çıkmasını sağlamak amacıyla kasılma ve bükülmeleri de kapsar.

Bu "hamile baba" sisteminin mühim avantajları vardır. Tamamen üreme açısından bakıldığında, baba 1) yavruların kendisine ait olduğunu bilir ve 2) deniz yaşamının tehlikeleriyle yüzleşmek üzere salıverildikleri duruma kıyasla daha fazla sayıda yavrusunun hayatta kalmasını sağlar. Bir babanın yavruların kendisine ait olduğunu bilmesi doğada hafife alınacak bir mesele değildir. Anneler (hamileliğin ve çocuk yetiştirmenin talep ettiği yoğun enerji karşılığında) yavruların kendilerinden olduğunu kesin olarak bilirken, babalar bundan nadiren emin olabilir. İronik bir şekilde, erkeği merkeze alan himaye düzenlerinde yavruların kendisine ait olduğundan emin olamayanlar dişilerdir. Genetik tahlillerde erkek denizatlarında tekeşlilik oranlarının yüzde 10 gibi düşük bir seviyede olabildiği ve erkeklerin altı farklı dişiden yumurta taşıyabildiği tespit edilmiştir. Gerçi dişilerin de birden fazla erkeğin kesesine yumurta bırakarak olasılık hesabına güvendiklerine dair kanıtlar vardır.[22]

Yardımcılar

Yavruların babasının kim olduğu konusundaki belirsizlik, üreme potansiyelinizi gerçekleştirmenizin önündeki engellerden yalnızca biridir. Yerleşik hayata geçip bir aile kurmak için gereken kaynakların kısıtlı oluşu ise bir diğer engeldir. Kuluçka bölgeleri, yiyecek kaynakları ve uygun eşlerin sayısı yetersiz olabilir ve bu da büyük tehlikelere yol açabilir.

Yüksek lisans öğrenimim sırasında, kuşlarda işbirliğine dayalı üremeyle ilgili en son araştırmaları tartışmak için davranışsal ekologlardan oluşan küçük bir grupla haftada bir toplanıyorduk. İşbirliğine dayalı üreme öylesine kapsamlı bir olgudur ki sırf bu ko-

nuya odaklanan dersler ve kitaplar vardır. Bu sistemde bir veya daha fazla yetişkin, başka bir yetişkin kuş çiftinin yavru yetiştirme görevlerine yardımcı olmak adına üreme fırsatını geri çevirir. Üreyen çift, her zaman değilse de çoğu zaman, yardımcıların ebeveynidir. İşbirliğine dayalı üremeye yedikardeşgiller, alakargalar, yalıçapkınları ve guguk kuşları da dahil olmak üzere birkaç yüzden fazla kuş türünde rastlanır.[23]

O toplantıları yaptığımızda yıl 1989'du. İlginçtir, hiç kimse balıklarda işbirliğine dayalı üremeden bahsetmiyordu, halbuki nergis çiklitlerinde de bu sistemin olduğu yıllar önce belgelenmişti (birazdan onlara daha çok değineceğiz). Bugün işbirliğine dayalı üremenin yaklaşık 300 kuş ve 120 memeli türüne kıyasla çok daha az sayıda (sadece bir düzine kadar) balık türünde görüldüğü biliniyor, fakat balıkların yaşamları nispeten daha az bilindiği için henüz keşfedilmemiş başka türler de olabilir.

İşbirliğine dayalı üremenin görüldüğü balıkların en iyi bilinenleri arasında, yaratıcı bir mizaçları olan çiklitler bulunur. Yardımcılar yumurta ve yavruların bakımı ve korunmasıyla ilgili muhtelif görevler üstlenirler: yumurta ve yavruların temizlenip havalandırılması, üreme alanından kum ve salyangozların ayıklanması, ebeveynlerin bölgesinin savunulması gibi.[24]

Kuşlarda ve memelilerde yardımcılık davranışının akraba seçilimi yoluyla geliştiği düşünülüyor. Birinin kendi ailesini oluşturma olanakları, diyelim ki, uygun kuluçka alanlarının olmaması gibi sebeplerle kısıtlıysa, uygun zamanı beklerken hiçbir şey yapmamaktansa akrabalara yardım etmek daha mantıklı olacaktır. Yardımcılık, yardım eden bireyle ortak genleri olan akrabaya fayda sağlayarak yardımcının kendisinin genetik uyum gücünü artırır. Yardım etmek aynı zamanda kıymetli bir idmandır da. Böylece gelecekte üreyecek bir birey olarak, yuva yapmak, kuluçkaya yatmak, yavruları beslemek ve yuvayı savunmak gibi hayati zanaatlarda çıraklık döneminizi tamamladığınız için ustalık kazanmış olursunuz.

Bununla birlikte, koşullar elverdiği sürece yine de kendi yolu-

nuzdan gidip kendi yavrularınızı yetiştirmeniz gerekir. Kuşlarla ilgili olarak bunu destekleyen kanıtlar, Seyşeller'de yaşayan ötleğenler üzerine yapılan bir araştırmadan geliyor. Araştırmada, yeni bir adaya yerleşen ötleğenlerin ancak elverişli yuva alanlarının hepsi tutulduktan sonra yardım etme davranışına yöneldikleri görülmüş.[25] Yani köşe kapmaca bittikten sonra uzlaşma başlamış.

Peki balık yardımcıların yardım etmesinin sebebi de daha iyi bir seçeneklerinin olmaması mıdır? Bern Üniversitesi'nden İsviçreli araştırmacılar, bu ekolojik kısıtlamalar hipotezini test etmek amacıyla, Tanganyika Gölü'nün güney ucundan toplanmış nergis çiklitlerini dahil ettikleri bir araştırma yaptılar.[26] Nergis çiklitleri, balıklarda toplu üremeyi inceleyen araştırmacıların favori türüdür. Epey küçük olan bu zarif balıkların (en büyüklerinin uzunluğu sekiz santimetrenin altındadır) iri gözleri, pembeye çalan sarı renkte gövdeleri ve etrafı gök mavisiyle çevrelenmiş uzun, ipeksi yüzgeçleri vardır. Sosyal yaşamları da en az görünüşleri kadar renklidir. Yuva konusunda ebeveynlere yardımcı olmak için şu görevleri üstlenirler: üremenin gerçekleşeceği korunaklı alanlardaki kumları temizlemek; ısırma, kafa atma, yüzgeç veya solungaç kapaklarını açma, baş aşağı durma ve vücudu S şeklinde kıvırma gibi davranışlarla yuvayı savunmak; kuyruk titretme ve kaçma gibi itaatkâr davranışlarla yüksek rütbeli balıkları yatıştırmak.

İsviçreli araştırmacıların laboratuvarında, 7000 litrelik bir dairesel havuzda oluşturulan otuz iki üreme bölmesine otuz iki çift yerleştirilmişti; her dört üreme bölmesinin bitişiğinde bir "dağılma bölmesi" vardı. Bol miktarda kumun yanı sıra her üreme bölmesine ve her iki dağılma bölmesinden birine, üreme barınağı işlevi görecek iki yarım saksı yerleştirildi. Ayrıca her balık çiftine (toplam altmış dört balık), biri diğerinden daha büyük ama her ikisi de üreyecek balıklardan küçük olan ikişer yardımcı atandı (yani toplam altmış dört yardımcı balık). Yardımcılar üreme bölmelerini dağılma bölmelerinden ayıran pleksiglas perde üzerindeki küçük yarıkların içinden yüzecek şekilde eğitildiler. Bu yarıklar üreyecek balıkların yüzerek içinden geçmesi için fazla küçüktü.

Bir kıtadan diğerine taşınmalarının sebep olduğu oryantasyon bozukluğuna rağmen balıklar çok geçmeden yeni çevrelerine alıştılar. Çiftlerden biri beşinci gün bir grup yumurta üretti ve otuz iki çiftin biri hariç tümü, dört buçuk aylık deney sırasında en az bir kez yumurtladı.

Peki yardımcılar fırsatları olduğunda, yardımcı olmak yerine kendi ailelerini kurdular mı? Evet kurdular. Ekolojik kısıtlamalar hipotezinin öngördüğü gibi, mevcut dağılma bölmesindeki bir üreme barınağına erişimi bulunan yardımcılar, başka bir yardımcıyla eşleştiler ve kendi yavrularını ürettiler. Daha büyük yardımcılar kendilerine atanan çiftlere daha az yardım ettiler ve kendi üreme barınağına sahip olan daha büyük yardımcılar, kendi üreme barınağı olmayanlara göre boyut olarak daha da büyüdüler, ki bu da bu balıkların üreme durumlarına göre vücut boyutlarını stratejik olarak kontrol edebildiklerini gösteriyor.

Üreyen yardımcılardan hiçbiri, üreme bölmesindeyken kendisine atanan diğer yardımcıyla eşleşmedi; bunun sebebi muhtemelen ikinci yardımcıların daha küçük olmaları ve dolayısıyla, eşleşme için bitişik üreme bölmesindeki daha büyük yardımcılardan daha elverişsiz olarak algılanmalarıydı. Üreme barınaklarının bulunmadığı dağılma bölmelerinde üreme meydana gelmedi, bu da uygun üreme malzemelerinin önemini gözler önüne seriyor.

Akıllıca tasarlanmış bu araştırma, nergis çiklitlerinin de birçok kuş türü gibi, sınırlı kaynaklar dolayısıyla bir uzlaşma yolu olarak yardımcılığa yöneldiğini gösteriyor. Bu durum bana, işe girmeden veya kendi şirketini kurmadan önce bir kurum çatısı altında gönüllü olarak çalışmayı veya staj yapmayı anımsatıyor.

Başkasının çocuklarını yetiştirmeye yardımcı olmak erdemli bir davranıştır, fakat bazı yardımcılar yardımları karşılığında çıraklık eğitimi ve dolaylı genetik yatırımın ötesinde faydalar elde ettikleri için diğerlerinden daha az erdemli olabilirler. Zambiya' daki Kasakalawe Noktası'nda yaşayan vahşi nergis çiklitlerine dair bir genetik araştırma, üreyen dişilerin görünürdeki neredeyse tüm yavruların anneleri olduklarını, üreyen erkeklerin ise yavru-

ların yüzde 90'ından azının babaları olduklarını bulguladı. Yumurta gruplarının dörtte birinden fazlasında, erkek yardımcılar mevzuya ortak olmuştu.[27] Tanganyika Gölü'nden alınmış nergis çikliti gruplarından toplanan genetik bulgular, incelenen beş grubun dördünde karışık ebeveynlik vakası olduğunu ortaya çıkardı.[28]

Bu, yardımcının kaçamağından çoğu zaman habersiz olan baskın erkek için tamamen olumsuz bir duruma işaret etmez. Sınır ihlalinde bulunan erkek yardımcılar, yumurta grubundaki genetik hisselerinin daha fazla olduğunu bilerek, yumurtaları yırtıcılar karşısında, üremeye dahil olmayan astlarından daha etkili şekilde savunurlar ve üreme barınağının yakınında daha fazla kalma eğilimi gösterirler.[29] Yardımcı balıklar yardım etmekten geçici olarak alıkonduklarında, diğer grup üyeleri bölgenin savunmasını artırarak durumu telafi eder. Biliminsanları yardımcı balıkların üreyen çift tarafından tembellik gerekçesiyle cezalandırıldıklarına dair bir kanıta rastlamamış olsalar da, yardım etmekten daha önce alıkonmuş yardımcılar yuva alanına dönmelerinin ardından yardım davranışlarını artırırlar.[30]

Tüm bu dinamiklere insanların oluşturduğu toplumlardan da aşinayız. Tekeşliliğe ve cinsel sadakate yönelik bütün toplumsal normlara rağmen işler çoğu zaman sarpa sarar; aksi halde dilimizde "aldatmak", "boynuzlamak" ve "babalık testi" (ya da "üvey" ve "evlatlık") gibi terimler olmazdı.

Beleşçiler

Yuva kurmaya yardımcı olmak gibi erdemli bir davranış, balıkların ebeveynlik dünyasında başka bir tür ihlalin de önünü açmıştır. Biyologlar buna kuluçka parazitliği adını veriyorlar.

Yuvadaki yardımcılarda olduğu gibi, kuluçka parazitliğine de en çok kuşlar arasında rastlanır. Bu, bir kuşun kendi yumurtalarını başka bir kuşun yuvasına bırakma sanatıdır. Bazı balıkların, amfibilerin ve böceklerin de uyguladığı kuluçka parazitliği, birinin

yavrusunu koruma ve yetiştirme işini bir başkasının üstlendiği evrimsel bir beleşçilik stratejisidir. Kuşlarda rastlanan kuluçka parazitlerinden birçoğu, kendi yumurtalarından birini yuvaya koyduktan sonra, yuvada bulunan bir yumurtadan kurtulur. Evsahibi yavruların parazit yavrulara kıyasla önemli ölçüde küçük olduğu durumlarda, parazit yiyeceğin çoğunu yer ve evsahibinin kendi yavruları açlıktan ölebilir. En kötü senaryoda, bazı kuluçka parazitleri (bilhassa guguk kuşları) yuvadaki yumurtaları veya yumurtadan yeni çıkmış yavruları, yuvadan atmak ya da sertçe vurdukları gagalarının birkaç gün içinde düşmesine yol açmak suretiyle öldürürler. Dev inekkuşları gibi bazılarıysa parazitlik yaptıkları oropendula veya kasik kuşu yavrularına zarar vermezler; mütecaviz yavruların, yuva arkadaşları üzerindeki parazit sinek larvalarını ayıkladıklarına ve böylece faydalı bir değiştokuş yaşandığına dair kanıtlar da mevcuttur.[31]

Balıklar arasında kuluçka parazitliğinin en iyi bilinen örneklerine, balıkların sosyal davranışlarının son derece incelikli biçimlerde ifade edildiği büyük Afrika göllerinde rastlanır. Pennsylvania Eyalet Üniversitesi'nden bir araştırma ekibi, Malavi Gölü'ndeki en yaygın yayınbalığı türlerinden biri olan ve yerel halk tarafından "bombe" olarak adlandırılan endemik bir türün (*Bathyclarias nyasensis*), on dört kampango yayınbalığı (*Bagrus meridionalis*) yuvasının on birinde kuluçka parazitliği yaptığına dair deliller ortaya çıkarmıştır. Parazitli kampango yuvalarında neredeyse sadece bombe yavruları vardı ve yaklaşık on santimetre boya ulaşıncaya dek bu yavrular kampango yetişkinleri tarafından korunuyordu. Kampangolarda hem dişiler hem erkekler yavruyu besler. Anne, yavru balıkların beklenti dolu bir biçimde etrafına toplandığı anüsünden döllenmemiş yumurtalar bırakır. Baba, çevreden toplayıp yuvaya getirdiği omurgasız canlıları solungaç kapakları aracılığıyla aç yavruları arasında bölüştürür.[32] Parazitli yuvalarda bebek bombeler ile bebek kampangolar yan yana beslenir. Bombe yavrularının kendilerini evlat edinen ebeveynlerinin besleme rejimini içgüdüsel olarak mı bildikleri yoksa sonradan mı öğrendik-

leri ise henüz bilinmiyor.

Bombelerin kampango yayınbalıklarına parazitlik yapması kaideden ziyade istisna olabilir. 2007'nin başlarında kuluçka parazitliğine dair gözlemlerini yapmadan önce Jay Stauffer Malavi Gölü'nde sualtında en az 1600 saat geçirmiş ama bu tür bir davranışa hiç tanık olmamıştı. Dahası, bombeler sürekli kampangoların sırtından geçinen beleşçiler değildir; kendi yuvalarıyla da ilgilenir ve onları titizlikle korurlar. Stauffer, videoyla kaydetmek için bir bombe yuvalama alanına haddinden fazla yaklaştığında elinden ısırılmıştı.

En azından bombeler, kampango evsahipleriyle kurdukları parazitlik ilişkisinde bir nebze medenidir. Yaklaşık sekiz yüz kilometre kuzeybatıdaki Tanganyika Gölü'nde, adının hakkını veren guguk yayınbalıkları (*Synodontis multipunctatus*), yumurtalarını, yavrulamakta olan çiklitlerin hemen üzerinde suya bırakırlar; çiklitler de görev bilinciyle, yayınbalıklarının yumurta ve yavrularını da ağızlarına alırlar. Bu arsızlık yetmiyormuş gibi, yayınbalığının yumurtaları evsahibinin yumurtalarından önce çatlar ve bebek yayınbalıkları yuva arkadaşlarını yemeye başlar.[33] Balıklarda gerçek kuluçka parazitliği (sahtekâr türün yavrularının başka bir türün ebeveynlerine tamamen bağımlı olduğu bir parazitlik çeşidi) görüldüğünü ilk kez 1986 yılında, Kyoto Üniversitesi'nden zoolog Tetsu Sato bu bulgusunu paylaştığında öğrendik.

Balık biliminin mevcut durumunu baz alarak çıkarabileceğimiz genel bir sonuç varsa, o da şudur: Balıklar sadece yaşamazlar, aynı zamanda birer yaşamları da vardır. "Şey" değil, birer varlıktırlar. Bir balık, kişiliği ve ilişkileriyle bir bireydir. Plan yapar ve öğrenir, algılar ve yaratıcı hamlelerde bulunur, yatıştırır ve kurgular; zevk alır, korkar, oyun oynar, acı çeker ve –sanıyorum– sevinç duyar. Bir balık hisseder ve bilir. Peki bu bilgi, balıklarla kurduğumuz ilişkiyle ne kadar uyuşuyor?



YEDİNCİ BÖLÜM

Sudan Çıkmış Balık

Ve ben, on parmaklı gümüşiği canavarı,
Öldürdüm onu.

D. H. Lawrence'ın "Balık" şiirinden[1]

BALIK OLMAK kolay değil, bilhassa insanların çağında. İnsanlar çok eski zamanlardan beri balık avlıyorlar. Hayvanların etrafına çit çevrilmesinden çok önce balıklar kancalarla ve ağlarla yakalanıyordu. Bulunmuş en eski balık oltası günümüzden 16.000 ila 23.000 yıl öncesine tarihleniyor.[2] Bilinen en eski balık ağını ise 1913'te Finlandiyalı bir çiftçi bir bataklık çayırında hendek kazdığı esnada buldu; söğüt liflerinden yapılmış, yaklaşık 30 metre uzunluk ve 1,5 metre genişlikteki bu ağın karbon yaş tayiniyle MÖ 8300 yılından kalma olduğu belirlendi.

Ellerinde kancalarla veya ağlarını fırlatarak suyun sığ kesimlerinde avlanan ilk balıkçıların, muhtemelen ufkun ötesinde de uzandığını düşündükleri sınırsız okyanusta yaşayan balıkların soylarını tüketmekten endişe ettiklerini sanmıyorum. Buna gerek de yoktu. Balıkçılıkla uğraşan yerli topluluklar tarih boyunca vahşi balıklarla uyum içinde yaşadılar. Uzun süre hayatta kalabilmeleri için bu toplulukların kendi ihtiyaçlarıyla balıkların ihtiyaçları arasında sürdürülebilir bir denge kurmaları gerekir. Balıkların sadece geçim için değil kâr elde etmek için avlandığı modern dünyada ise hikâye farklı.

Yirminci yüzyıla kadar dünya sularında sınırsız bir balık stoğu olduğuna inanılıyordu. Bundan birkaç yıl önce sokaktaki bir çöp yığınından eski bir kitap kurtardım: annemin doğduğu 1934 yılın-

da yayımlanmış olan *Animal Life of the World* (Dünyadaki Hayvan Hayatı). Bu kitapta H. J. Shepstone şöyle yazar: "Her yıl denizlerden milyonlarca ton balık çıkarılmasına karşın bu dükkânda stokların tükeneceğine dair hiçbir emare yok."[3]

Göçmen güvercinler için de benzer şeyler söylenmişti. Sonra neler olduğunu gördük.*

Bay Shepstone yaşadığı dönemde bile gayet belirgin olan iki eğilimi hesaba katmamıştı. Birincisi, dünya üzerinde yaşayan insanların sayısındaki istikrarlı artıştı. Diğer her şey aynı kalsa da, bu büyüme daha fazla tüketim demekti. Kişi başına düşen balık tüketimi değişmeden kalsa dahi, Shepstone'un makalesinin yayımlanmasından beri dünya nüfusu üç katına çıktığı için, günümüzde o zamankinin üç katı kadar balık tüketilmesi gerekirdi.

Öte yandan bugün dünyanın en kalabalık iki ülkesinde balık tüketimi önemli ölçüde artış gösterdi. 1961'dekine kıyasla ortalama bir Çin vatandaşı bugün beş kat, ortalama bir Hint vatandaşı ise iki kat fazla balık yiyor. Geçen yarım yüzyıl boyunca bu ülkelerin nüfusları da iki kattan fazla arttı. Gıda ve Tarım Örgütü'ne göre 2009 yılında yaşayan ortalama bir insan 18,4 kilo balık tüketiyordu, yani 1960'larda tükettiğinin neredeyse iki katını.[4] Amerika Birleşik Devletleri'nde kişi başına düşen balık tüketimi pek değişmedi, ama nüfus arttığı için bu yine de büyük bir artış anlamına geliyor. Dahası, yediğimiz diğer hayvanları da daha fazla balıkla besliyoruz artık.[5]

Bu artışların balık popülasyonlarında da artışa işaret ettiği düşüncesi bir yanılsamadan ibarettir. Aslında tam tersi söz konusudur. Balık sayıları küresel çapta azalıyor ve iflas eden balıkçıların sayısı 1950'den beri istikrarlı bir şekilde artış gösteriyor.**[6]

Bu bir paradoksa işaret etmiyor mu? Balık popülasyonları gerçekten azalıyorsa o zaman insanlar nasıl her zamankinden daha

* Aşırı avlanma nedeniyle göçmen güvercinlerin soyu yirminci yüzyılın başlarında tükendi. –*y.n.*

** Bu durum, dünya çapında yılda 35 milyar dolara tekabül eden ticari balıkçılık sübvansiyonlarıyla daha da kötü hale getiriliyor.

çok balık yiyebilirler ki? "Sabit, kapalı bir ortamda [sözgelimi okyanuslar] sınırsız büyüme yaşanabileceğini düşünen biri ya delidir ya da iktisatçı," diyerek şakayla karışık cevabı yapıştırıyor İngiliz biyolog ve televizyon sunucusu Sör David Attenborough.[7] Bu da bizi Bay Shepstone'un hesaba katmadığı ikinci eğilime getiriyor: teknolojinin sürekli ilerlemesi. İlerleyen teknoloji, ticari balıkçılığı dönüştürdü. Günümüzün deniz taşıtları sualtı radarı, uydu navigasyonu (veya GPS), derinlik sensörleri ve okyanus tabanının ayrıntılı haritaları aracılığıyla balık sürülerini takip edebiliyor. Bazıları gözcü uçaklardan, bazılarıysa helikopterlerden faydalanıyor. Denize atılan ağlar dayanıklı, hafif sentetik elyaftan yapılıyor. Uzunluğu bir buçuk kilometreye, derinliği ise neredeyse 230 metreye ulaşan gırgır ağları su yüzeyinin yakınlarında yüzen sardalye, ringa ve tonbalığı sürülerini çembere alıyor. Ağ daha sonra alt tarafından büzülüp bir bohça oluşturularak güverteye çekiliyor. Paragat balıkçılığında, üzerine 2500'den fazla kanca iliştirilmiş, bazıları 100 kilometre uzunluğa ulaşabilen halatlar çeşitli derinliklerde suya daldırılıyor, bazen de üzerine ağırlıklar bağlanarak yaklaşık sekiz yüz metre aşağıdaki deniz tabanında uzanıyor.[8] Tutulan balıklar güverteye devasa boyutta vinçler aracılığıyla çekiliyor.

Tüm balıkçılık yöntemleri arasında en yıkıcı ve fark gözetmeyen yöntem ise dip trolüdür. Trol, biçtiklerinin içinde birikmesi için ağırlık bağlı bir ağın takıldığı bir çim biçme makinesine benzer. Ağır metal silindirlerle donatılmış bu ağlar sekiz yüz metre ila bin altı yüz metre derinlikteki deniz tabanında sürüklenir ve tıpkı bir kepçe gibi ayrım gözetmeksizin yoluna çıkan her şeyi toplar. Deniz tabanını yüz yılı aşkın süredir örten yapı –balıkların yumurtlamaları için hayati önemdeki yaşam alanlarını oluşturan mercan, sünger, denizyelpazesi vb.– tek bir trol ağının geçişiyle ciddi şekilde zarar görür veya tamamen yok olur. Her yaş ve büyüklükte balığa ek olarak deniz yosunları, anemonlar, denizyıldızları ve yengeçler yerinden edilir veya öldürülür.[9] TED Ödülü sahibi ABD'li ünlü okyanusbilimci Sylvia Earle, dip trolü balıkçılığını "sinekkuşlarını

yakalamak için buldozer kullanmaya" benzetiyor.[10]

Yakalanan balıkları muhafaza etmek için soğutma ve konserveleme teknolojileri bulunan, adeta yüzen fabrika diyebileceğimiz balıkçı gemilerinin kendileri de bildiğimiz teknelerden oldukça farklıdır. Yük kapasiteleri dolduğunda avlarını toplama taşıtlarına aktararak, limana dönmekle zaman kaybetmenin önüne geçerler. Haftalar, hatta aylar boyunca kesintisiz olarak denizde kalırlar.[11] Ve dünyanın okyanuslarını dolaşıp duran böyle fabrika gemilerden çok vardır – 100 ton ve üstü ağırlıkta 23.000'den fazla gemi.[12]

Modern çağda ticari balıkçılık, ipin ucunda sallanan bir elmayı yakalamaya çalıştığınız oyunda ağzınız yerine ellerinizi kullanmanızdan farksızdır. Balıkların artık hiç şansı kalmadı. Bugün artık denizlerden çıkardığımız balık miktarı, yakalayabildiğimiz balık sayısıyla değil, geriye kalan balık popülasyonuyla sınırlı.

Yetiştirme

Denizdeki vahşi balıkları yakalamanın alternatifi onları kontrollü ortamlarda yetiştirmektir. Deniz yosunu, derisi için timsah ve incileri için midye yetiştirmek gibi uygulamaları içeren akuakültürün bir altkümesi olan balık yetiştiriciliği, hayvansal gıda üretiminde dünyanın en hızlı büyüyen sektörüdür. 1970'te küresel balık üretiminin yüzde 5'i bu sektörden geliyordu, günümüzde ise bu oran yüzde 40 düzeyine ulaşmıştır.*[13] Akuakültür, karada yaşayan hayvanların fabrika çiftliklerinde yetiştirilmesiyle aynı prensiple çalışır. Fazlasıyla kalabalık ortamlarda tutulan balıklar, azami büyüklüğe ulaşmaları için zengin bir diyetle beslenir, ardından kesilir ve insan tüketimi için işlenirler. Çiftlik balıkları, kasalar ve batarya kafesler yerine, denizde ya da tatlı suda ağla çevre-

* Akuakültür toplam deniz ürünleri üretiminin ticari ayağını kapsar, fakat balık üretimi akuakültürün sadece yarısını oluşturduğu için (tek başına deniz yosunu üretimi akuakültürün dörtte birinden fazlasına denk gelir), akuakültürden elde edilen balık üretimi toplam üretimin yaklaşık yüzde 40'ına tekabül eder.

lenmiş alanlarda veya kara tabanlı havuz ya da göletlerde tutulurlar. Alabalık çiftliklerinde nüfus o denli yoğundur ki, bir küveti dolduracak kadar suya yirmi yedi yetişkin balık düşer.[14]

İlk bakışta akuakültür, vahşi doğadaki balıklar için bir kurtarıcı gibi görünebilir. İşin aslı ise daha karmaşıktır. Paradoksal bir şekilde, çiftlik balığı üretimi vahşi balık popülasyonları üzerindeki baskıyı azaltmıyor. Bunun sebebi, yetiştirilen balıkların temel yeminin yine balık olmasıdır. İnsanlar, doğal diyeti itibarıyla kendinden küçük balıklarla beslenen etçil balıkları yemek isterler. Denizlerde yakalanan "yem balıklarının" (hamsi veya ringa gibi) çoğuyla insanlar değil, üretim çiftliklerindeki balıklar, domuzlar ve tavuklar beslenir. Dünya genelinde üretilen balıkyağının yarısından fazlası çiftlik somonlarına verilir ve yüzde 87'si akuakültürde kullanılır.[15] Diğer balıkları pazarlanabilir boyuta getirmek için kaç balık gerekir? Değişir. 2000 tarihli bir analize göre somon, levrek veya maviyüzgeçli tonbalığı gibi etçil çiftlik balıklarının bir kilosu için iki ila beş kilo yem balığı gerekir.[16] Yem balıklarının daha küçük boyutta olduğu göz önüne alındığında, çiftlik türlerinin üretimini devam ettirmek için çok sayıda bireyin kullanılması gerekir.

Hakkını yeterince teslim etmediğimiz yem balıkları arasında en dikkat çekeni, büyük olasılıkla hiç görmediğiniz veya hakkında hiçbir şey duymadığınız ve daha da büyük olasılıkla hiç yemediğiniz bir türdür. Balık ticaretinin hedefindeki dört türü kapsayan menhaden (*Breevortia*) cinsi, hem Atlantik hem Pasifik Okyanuslarında yaşayan mütevazı görünümlü bir balıktır. Yaklaşık otuz santimetre uzunluğunda, klasik oval biçimli, çatal kuyruklu, parlak gümüşi pulları bulunan ve suyu süzerek beslenen bu hayvan, resimli bir sözlükte "balık" için uygun bir örnek olurdu. Bu balıklar insanlar tarafından o kadar çok avlanır ki, kültürel tarihçi H. Bruce Franklin onları "denizdeki en önemli balıklar" olarak nitelemişti. Atlantik Ülkeleri Deniz Balıkçılık Komisyonu tarafından Aralık 2012'de Atlantik menhadenlerine getirilen yakalama kısıtlaması, 2013'te tutulan balık miktarını yüzde 25 oranında (300

milyon) azalttı.[17] Bölgede önceden, yıllık olarak 1.200.000.000 menhaden yakalanıyordu.

Dünya çapında avlanan balıkların üçte biri gibi menhadenler de insanlar tarafından yenmiyor. *Menhaden*, Kızılderili dilinde gübre anlamına gelen bir sözcükten türemiştir. Ticari kullanımları kapsamında bu balıklar yağa, katı ürünlere ve yeme dönüştürülür. Öldürülüp kurutulan ve sonra preslenen menhadenlerden çıkarılan yağ kozmetik, muşamba, sağlıklı gıda takviyeleri, kayganlaştırıcılar, margarin, sabun, böcek ilaçları ve boyalarda kullanılır. Kurutulmuş bedenlerinin toz haline getirilmesiyle ortaya çıkan bir ürün olan menhaden yeminin çoğu, fabrikada yetiştirilen kümes hayvanlarına ve domuzlara verilir; bir kısmı evcil hayvan mamasına giderken bir kısmıyla da çiftlik balıkları beslenir.[18] Omega Protein adlı tek bir şirket, 2010 yılı itibarıyla hepsi menhadenleri paraya çevirmeye adanmış altmış bir gemi, otuz iki gözlem uçağı ve beş üretim tesisi işletmekteydi.[19]

Yabani balıklar çiftlik balıklarını beslemede kullanılırken, çiftlik balıkları da çoktan bir başkasının menüsünde yer almış durumdadır: deniz biti. Deniz biti, balıkların ve diğer deniz canlılarının gövdelerine yapışan ve canlı dokularıyla beslenen birçok parazitik kopepod türü için kullanılan genel bir terimdir. Doğada deniz bitleri büyük bir tehdit oluşturmaz. Fakat bir sonraki konakçı balığın sadece birkaç santimetre uzakta olduğu kalabalık esaret ortamının yapay koşullarında deniz bitleri hızla ürer. Bitlerden kaçamayan balıkların mukus tabakası, etleri ve gözleri yenirken, bu deniz biti cenneti çiftlik balıkları için cehenneme dönüşür. Balık yetiştiriciliğinde ölüm oranının yüzde 10 ile 30 arasında seyretmesi, kabul edilebilir bir seviye olarak değerlendirilir.[20]

Balıkları çevreleyen ağlar, arsızca yayılan bu parazitlerin kaçmasına engel olmaz. Dişi bir deniz biti yedi aylık ömrü boyunca yaklaşık 22.000 yumurta üretir, bu yumurtalar çevredeki sulara öbekler halinde yayılır ve yolu çiftliklerin yakınına düşen vahşi balıklara zarar verir. Bitlerin Kanada'nın Pasifik kıyısındaki vahşi pembe somonların toplu ölümlerinin yüzde 80'inden sorumlu ol-

duğu düşünülüyor. Somona bağımlı vahşi yaşam üzerindeki zincirleme etki sonucu ayılar, kartallar ve katil balinalar da zarar görüyor.[21]

Kalabalık balık çiftliklerindeki koşullar başka sorunlara da yol açar. Bulaşıcı pankreatik nekroz (IPN), viral hemorajik septisemi (VHS) ve epizotik hematopoietik nekroz (EHN) gibi viral ve bakteriyel hastalıklar, bu hastalıkların tedavisinde kullanılan zehirli kimyasallar ve biriken balık atıkları bunlardan bazılarıdır. Bütün bunlar etraftaki suyu kirletir, yerel balıkları ve onların yaşam alanlarını etkiler. ABD'deki en popüler çiftlik balığı olan tilapya cinsinden balıklar yetiştiren Nikaragua Gölü'ndeki tek bir çiftliğin etkisi, suya 3,7 milyon tavuğun dışkısını yapmasıyla eşdeğerdir.[22] Çok sayıda çiftlik balığı, foklardan veya fırtınadan zarar gören ağlardan kaçarak vahşi popülasyonların genetik açıdan devamını tehlikeye atar.

Esaret altında yetiştirilen balıklar daha kısa bir ömür sürmekle kalmazlar, aynı zamanda vahşi kuzenlerine göre daha az beceriye sahip olurlar. Beynin, tıpkı kaslar gibi, normal şekilde gelişmesi için kullanılması gerekir. Özgür yaşayan balıklar av bulmayı ve buldukları avı tanıyıp onunla başa çıkmayı öğrenmek zorundadır. Fakat esaret altında sürdürülen sıradan, uyarıcıdan yoksun bir hayat beyin gelişimini ve işlevlerini sekteye uğratır. Çiftlikte yetiştirilen balıklar doğaya serbest bırakılmalarının ardından tekrar yakalandıklarında, mideleri genellikle ya boş ya da daha önce beslendikleri yemlere benzeyen, suda süzülen çerçöp veya taş gibi cansız nesnelerle dolu olur. Gayet normaldir bu, genç balıkların doğada hayatlarını nasıl sürdüreceklerini öğrenme şansları olmamıştır çünkü.[23] Esaret bölgelerinde hayata geçirilen uygun eğitim programlarıyla bu sorunun önüne geçmek mümkün olabilir. Balıkların gözlem yaparak öğrenme kabiliyetlerinin farkında olan balık davranışbilimcileri Culum Brown ve Kevin Laland çiftlikte yetiştirilmiş naif somonlara canlı yem yiyen başka bir balığın videosunu gösterdiler; amaçları somonlara kanlı canlı av öğelerini yakalayıp yemeyi öğretmekti.[24] Fakat kalabalık gruplar halinde

esaret altında yaşayan çok sayıda balığı eğitmenin, ekonomik veya lojistik açıdan uygulanabilirliği şüpheli görünüyor.

Bir Araştırma Tesisine Ziyaret

Akuakültürü birinci elden görmek için Shepherdstown, Batı Virginia'daki Potomac havzasının ormanlık bölgesi yakınlarındaki küçük bir su ürünleri araştırma tesisi olan Tatlı Su Enstitüsü'nü (TSE) ziyaret ettim. Beni ağırlayan Chris Good, otuzlu yaşlarının ortalarında, uzun boylu, hoş bir adamdı. Kanada'daki Guelph Üniversitesi Ontario Veteriner Koleji'nde balıkların epidemiyolojisi üzerine veterinerlik ve doktora derecelerini tamamladıktan sonra TSE'de işe girmişti.

TSE'nin amacı, yetiştirilen balıkların refahını artırmaya yönelik araştırmaları da kapsayan muhtelif yöntemlerle akuakültürün sürdürülebilirliğini artırmaktır. Tipik bir ticari balık çiftliğinden daha küçük ölçekte çalışır. Chris beni birahanelerdeki fıçıları anımsatan yaklaşık bir düzine silindirik havuzun bulunduğu ana depoya götürdü. Makinelerden gelen gürültü ve pompa sesleri o kadar yüksekti ki birbirimizi duymak için bağırmamız gerekiyordu. Havuzların en büyüğünde –çapı yaklaşık 9 metre, derinliğiyse 2,5 metreydi– her biri on dört aylık olan, yaklaşık 30 santimetre boyunda 4000 ila 5000 somon vardı. Bir lombozdan, sonsuz bir döngü içinde zahmetsizce kayıp giden yeşilimsi kahverengi balık katmanları görülüyordu. Gümüşi renkteki pullar loş ışıkta parlıyordu.

Otomatik çalışan yemlikler, önceden belirlenmiş bir yem verme takvimine sadık kalarak her bir veya iki saatte bir havuzun içine yem bırakıyordu. Deponun duvar dibine torbalarca balık yemi istiflenmişti. Uzun "içindekiler" listesine göz attım; kümes hayvanları yağı, balıkyağı, bitkisel yağ ve buğday glüteni yazıyordu. Herhangi bir balık türünün adından bahsedilmiyorduysa da menhadenin bu balıklar arasında olduğu neredeyse kesindi. Chris torbalardan birini açtı ve böylece bana kuru kedi mamasını anımsa-

tan, her biri yaklaşık yarım santimetrelik küçük, koyu bordo renkli yemleri görebildim. Bir tanesinin tadına baktım. Dokusu, sert bir mısır unu krakerininkine benziyordu. Tadı biraz yağlı ve tuzlu olsa da yavandı.

İçinde her biri üç-beş santimetre boyundaki somon yavrularının yaşadığı küçük tankları ziyaret ettik. Çenelerindeki şekil bozukluklarından, ishal salgınlarından, araştırma protokollerinden ve egemenlik hiyerarşilerinden bahsettik (çalışanlar değil balıklar arasında). Turumuz, bir binanın ucunda, balıkların kesildiği yerde sona erdi. TSE'de kesim, belirli yetiştirme sistemlerinden gelen balıkların kas dokusunda birikebilen ve tüketiciler nezdinde balığın lezzetini azaltan aromaların yok edilmesini amaçlayan yedi günlük bir açlık sürecini takip eder. Chris yumurta üretiminde kullanılan bazı yavru balıkların, yumurtaların kalitesinin artırılması amacıyla yedi veya sekiz *ay* boyunca aç bırakıldığını anlatıp bunun balıklar açısından korkunç bir durum olduğunu düşündüğünü belirtti. Bana ayrıca balıkların nihai sona varmadan hemen önce aktarıldığı bekleme tankını da gösterdi. Yaklaşık iki buçuk metre uzunluğunda, paslanmaz çelikten yapılma bu düzeneğin karşı ucu dikdörtgen şeklindeydi ve orta kısmı kesimin gerçekleştiği uca doğru yaklaşırken daralarak bir huniye dönüşüyordu. Huninin üzerine monte edilmiş, hava basıncıyla çalışan bir cihaz, huninin içinden geçerek yüzmeye zorlanan balığın kafasına sersemletici bir darbe indiriyor ve eşzamanlı olarak, huninin her iki tarafından fırlayan birer keskin bıçak, balığın solungaçlarını keserek kan kaybetmesine neden oluyordu. Chris'e göre bu oldukça etkili bir düzenekti; bir balığın ölmemesi durumunda, sözgelimi balık huniye tersten girdiyse, bu sersemlet-ve-öldür mekanizmasının balıkların döküldüğü ucunda bekleyen bir işçi, elinde tuttuğu tokmakla balığın kafasına vuruyordu. Öte yandan Chris, kendi tesisinde öldürme işleminin yavaş tempoda gerçekleşmesi sayesinde kesim operasyonunun sorunsuz geçtiğini belirtip, daha büyük endüstriyel tesislerde hikâyenin farklı olabileceğine işaret etti.

Yenmek İçin Ölenler

Ticari balık sersemleticileri balıkların öldürülmesinde gelinen en son teknoloji olsa da, biz yiyelim diye öldürülen balıkların büyük bir kısmı farklı şekillerde ölür. Denizde tek bir gırgır teknesinin torbası yarım milyon kadar ringa veya yüz bin kadar Şili istavriti (*Trachurus murphyi*, daha büyük bir tür) toplayabilir.[25] Bu şekilde yakalanan balıklar, ağın vinçle güverteye çekilmek üzere büzülmesi esnasında diğer binlerce balığın ağırlığı altında ezilirler. Bazen bir dalgıç pompası, tıpkı bir elektrikli süpürge gibi balıkları çekmek için torbanın içine indirilir, balıklar daha sonra drenaj kutularına ve ardından güvertenin altındaki saklama alanlarına yerleştirilirler. Bu olaylardan sağ çıkan herhangi bir balık da, nabız gibi atan solungaçları beyhude bir çabayla havadan oksijen çekmeye çalışırken, oksijen yetersizliğinden ölür.

Uzun bir kancanın ucuna takılmış bir balıksanız, yaklaşık bir buçuk kilometre veya daha uzun bir mesafe boyunca teknenin güvertesine doğru sürüklenmeden önce, saatler ve bazen günler boyunca adeta kazığa oturtulmuş gibi öylece beklersiniz. Hâlâ ölmediyseniz, tekneye çekildiğinizde boğularak ölürsünüz. Elbette bu noktada kaçma şansınızın hiç olmadığı yırtıcıların ısırıklarına da maruz kalabilirsiniz.

Daha derinlerde yaşayan balıklar ise başka bir tehlikeyle karşı karşıyadır: basınç azalması ya da dekompresyon. Basınç azalması balıklara zarar verir çünkü suyun kaldırma kuvvetini kontrol etmelerine yarayan, havayla dolu yüzme keseleri, balıklar yüzeye doğru çekildikçe genişler. Yüzme kesesi şişerken, temas halinde olduğu organlar üzerine baskı yapar ve bu organların zarar görerek işini yapamamasına neden olur. 1964-2011 yılları arasında yayımlanan bir düzineden fazla çalışma, basınç azalmasının ticari veya eğlence amaçlı olarak avlanan türlerde ne gibi ölümcül ya da ölümcül olmayan yaralanmalara sebep olduğunu belgeliyor. Mide bulandırıcı bir listedir bu: özofageal aversiyon (yemek borusunun

içinin dışına çıkarak ağızdan fırlaması), egzoftalmi (gözün göz çukurunun dışına sarkması), arteriyel emboli (gaz kabarcıklarının tıkaması sebebiyle kan akışının aniden durması), böbrek embolisi, iç kanama, organların ters dönmesi, yüzme keselerini çevreleyen organların zarar görmesi veya yer değiştirmesi ve kloakal sarkma, yani insanlarda görülen rektumun tersyüz olarak vücudun dışına çıkmasının balık versiyonu.[26]

Esaret altında yetiştirilen balıklar sadece basınç azalması, ezilme veya bir kanca nedeniyle ölmezler, ama bu şekilde ölmeyenlerin durumu da daha iyi değildir. Balık kesimine dair çalışmaları konu alan 2002 tarihli bir inceleme, (genellikle keskin bir bıçağın solungaçlarını kesmesi nedeniyle) kan kaybeden, kafası kesilen, (Almanya'da 1999'dan beri yılanbalıklarının öldürülmesinde insanlık dışı olduğu gerekçesiyle kullanılması yasaklanmış olan)[27] tuz veya amonyak banyosuna yatırılan ve elektroşok uygulanan balıkların maruz kaldığı acının "çok yüksek" olduğu sonucuna vardı. Boğulma, buz üzerinde boğulma, karbondioksit narkozu ve oksijensiz su banyosu, daha düşük seviyede olsa da yine de "yüksek" acıya sebep olan yöntemler olarak sınıflandırıldı. Bu yöntemlerden bazıları duyu kaybından önce hareketsizliğe neden olabilir, bu da acı çekmenin sona erdiği yanılsamasına yol açar ki aslında öyle değildir.[28] Buzda ölmek de balıklar için kötü bir ölüm şekli olarak görülür çünkü boğulma sürecini uzatır. Oda sıcaklığında, yetişkin bir somonun bilincini kaybetmesi yaklaşık iki buçuk dakika, bütün hareketlerinin durması ise on bir dakika alırken, donma sıcaklıkları civarında bu süreler üç kat uzundur: sırasıyla dokuz dakikadan ve üç saatten fazla.

Yan Hasar

Esaret altındaki balıkları öldürmenin, vahşi olanları öldürmekten daha iyi olduğu tek bir durum varsa o da balık yetiştiricilerinin kimleri avladıklarını biliyor olmalarıdır. Doğal ortamlarda balıkçılar sadece hedeflerindekini yakalamaz, çünkü ağ ve kancalar ne

yakalandığını umursamaz. Hedefteki türlerin peşindeyken tesadüfen yakalanan istenmeyen balıklara ve diğer hayvanlara yan av adı verilir. Her türden deniz kaplumbağası; aralarında albatroslar, sümsük kuşları, yelkovankuşları, usturagagalı kuşlar ve fırtınakuşlarının da bulunduğu onlarca deniz kuşu; hemen hemen her yunus ve balina türü; sayısız omurgasız canlı; yaşayan mercanlar ve elbette çok geniş bir yelpazedeki balık türleri ticari balıkçılıkta yan av olarak değerlendirilir. İstenmedikleri için de genelde denize geri atılırlar.

Yan av yaygındır, hem de çok. İstenmeyen atık olarak denize kaç deniz canlısını geri bıraktığımıza dair tahminler değişkenlik gösterir, fakat zikredilen rakamların her biri gözlerinizin büyümesine yetecektir. Hayalinizde, çoğu ölü ve neredeyse tümü ölmeye mahkûm deniz canlılarından oluşan yaklaşık 90 milyon kilo ağırlığında bir yığını canlandırmaya çalışın. Denizlerden *bir günde* topladığımız yan av miktarı işte bu kadardır.[29]

Gıda ve Tarım Örgütü'nün (FAO) Balıkçılık ve Su Ürünleri Departmanı'na göre, 1980'lerde 29 milyon ton dolaylarında olan küresel yan av miktarı, 2001'e gelindiğinde 7 milyon ton seviyesine kadar geriledi.[30] Bu başarıyı bir bakıma daha seçici balıkçılık ekipmanlarına ve yan avı azaltmaya yönelik olarak geliştirilmiş kurallara borçluyuz. Fakat bu, yanıltıcı bir azalmadır. Yan avlarda düşüş olduğuna işaret eden 1994 ve 2005 yılına ait tahminler farklı yöntemlerle hesaplandıkları için güvenli bir şekilde karşılaştırılamazlar. Ayrıca hedeflenen türlerin popülasyonu azaldıkça, balıkçılar daha önceleri denize attıkları bazı yan avları ellerinde tutmaya başladılar. Eskiden çöp olarak geri bırakılan düşük değerli canlılar, insan gıdası veya hayvan yemi olarak saklanır oldu. Bu nedenle, Uluslararası Dünya Doğayı Koruma Vakfı'nın başı çektiği bir grup yaban hayatı analisti, yan avın tanımının "denetimsiz" avları da dahil edecek şekilde genişletilmesini önermiştir; bunlar yakalanması hedeflenmediği halde elde tutulan ama sürdürülebilir bir denetim planının kapsamında olmayan canlılardır. Bu tanıma göre yan av, günümüzde tüm dünyada avlanan balıkların yüzde 40'ını oluşturur.[31]

Bazı balıkçılık türleri diğerlerine göre daha çok israfa neden olur. Yan av oranlarına istinaden en kötü şöhretli olanı ise karides balıkçılığıdır. Karidesler suyun dibinde hareket ettiği için, onları yakalamak amacıyla daha önce de bahsettiğimiz troller kullanılır. ABD'nin güneydoğusundaki karides balıkçılığında istenmeyen balık-karides ağırlık oranı ortalama 1:1 ila 3:1'dir.[32] Toplam 105 balık türü ABD'deki karides trollerinin yan avı olarak kaydedilmiştir.[33]

Yan avın bir de sinsi kuzeni vardır. Dünya Hayvanları Koruma Örgütü tarafından yapılan güncel bir analize göre balıkçılık filoları her yıl, kilometreler boyunca uzanan sentetik elyaftan dokunmuş sürükleme ağını ve taban ağını ya denizlere bırakmakta ya da denizlerde kaybetmektedir – bu da toplamda yaklaşık 640.000 ton sahipsiz bırakılan ekipmana denk gelir.[34] Bu görünmez tehditler, insanın açgözlülüğünün eriştiği yerlerin bile ötesinde süzülerek hayvanlara dolanmaya devam ediyor. Birincil kurbanları –yunuslar, foklar, deniz kuşları ve deniz kaplumbağaları– denizdeki diğer canlılara yem olur. Bazen ağa takılanları yemeye çalışanlar da ağa takılır ve ağ taşıdığı ölü bedenlerin ağırlığıyla denizin dibine batana dek hepsi öylece asılı kalır.

Yan av ve hayalet balıkçılık felaketleri hakkında bir şey yapıyor muyuz? Evet ve bazı ilerlemeler kaydedildi de. Deniz Memelilerini Koruma Yasası'nın 1972'de kabul edilmesi, ABD'deki orkinos balıkçılığının neden olduğu yıllık yunus ölümlerinin yaklaşık yarım milyondan 20.000'e düşürülmesine yardımcı oldu.[35] Alınan diğer önlemler sonucunda yunus ölüm oranı 1990'ların ortalarında yılda yaklaşık 3000 seviyesine geriledi. Fakat yunus popülasyonları iyileşmedi; kaldı ki bu, balıkçılık türlerinden yalnızca biridir.[36] Dünya çapında, her yıl yaklaşık 300.000 küçük balina ve yunus hâlâ balık ağlarına dolandığı için ölüyor ve bu da ağları, küçük deniz memelilerinin başlıca katili yapıyor.

Deniz kuşlarında da durum pek farklı değil. Trollere takılan yemli çapariler ve metal halatlar yüzünden her yıl yaklaşık 100 bin albatros ve fırtınakuşu yaşamını yitiriyor.[37] İngiliz yardım ku-

ruluşu Albatros Görev Timi 2008'de Güney Afrika'nın açıklarında gerçekleştirdiği bir pilot test aracılığıyla, halatlara –rüzgârda dalgalanma hareketiyle bir bostan korkuluğu etkisi yaratan– çok kullanımlık pembe şeritlerin bağlanması gibi basit bir taktikle (ki bu yöntemin tekne başına masrafı yaklaşık yirmi iki dolar ediyor) kayıpların yüzde 85 oranında azaltılabildiğini gösterdi. Açık deniz kuşlarını korumayı amaçlayan çok taraflı bir anlaşma uyarınca, kuşları korkutmaya yönelik bu tür basit tasarımların artık endüstri çapında kullanılması öneriliyor.[38] Fakat Uluslararası Doğayı Koruma Birliği tarafından yirmi iki türünden on yedisinin hassas, tehlike altında veya kritik tehlike altında olarak değerlendirildiği ve kalan beşinin de "neredeyse tehdit altında" olarak sınıflandırıldığı albatrosların içinde bulunduğu büyük tehlike devam ediyor.

Çoğu zaman Joseph Stalin'e atfedilen sözcüklerle: "Tek bir ölüm trajedidir, bir milyon ölüm ise istatistik." Okyanusları yağmalamamızın kurbanı olan hayvanların astronomik sayısıyla karşı karşıya kaldığımızda, bu hayvanlarla duygusal bir bağ kurmakta zorlanıyoruz. Oysa o yunuslardan, albatroslardan veya ağlarla kendi ölümüne çekilen sayısız balıktan herhangi biriyle etkileşime girseydik, onları bireyler olarak görebilirdik. Böylece bir şeyler olmaktan çıkıp birileri olabilirlerdi.

Köpekbalıklarının Yüzgeçleri

Denizdeki yaşamı heder etmenin başka yolları da var, köpekbalıklarının yüzgeçlerini kesmek gibi. Bu uygulama, köpekbalıklarının yakalanmasını ve Çin ile Asya'nın diğer bölgelerinde pek lezzetli bir yemek olarak görülen köpekbalığı yüzgeci çorbasında kullanılmak üzere, yakalanan köpekbalığının yüzgeçlerinin ve kuyruğunun kesilmesini içerir.

Köpekbalıklarının yüzgeçlerini kesmek gaddarca ama kârlı bir uygulamadır. Kaygan bir tekne güvertesinde keskin dişleri olan büyük ve kaslı hayvanları idare etmek tehlikeli bir iştir, onları öl-

dürmekse işe ayrı bir tehlike katmanı katar. Bu yüzden balıkçılar hızlı ve "verimli" hareket etmek adına, yüzgeçleri kesildikten sonra hâlâ hayatta olan köpekbalığını ("kütük" olarak adlandırılır) denize atarlar; köpekbalığı kan kaybından, oksijen yetersizliğinden veya ani basınç azalmasından ölürken yavaş yavaş denizin derinliklerine gömülür.

Iris Ho, Washingon D.C.'deki Uluslararası Hümanist Topluluğu'yla beraber, köpekbalığı yüzgeci ticaretini sona erdirmek için çalışan ve sayısı giderek artan eylemcilerden biri. Tayvan'da yetişen Ho, hayvan hakları mücadelesi cephesinde yer almasından önce köpekbalığı yüzgeci çorbası içermiş. Köpekbalığı yüzgeci yüzyıllar boyunca esasen imparatorlara ayrılmış nadir bir lükstü; daha geniş bir tüketici kitlesi için erişilebilir hale gelmesi ancak balık yakalama teknolojilerinde ilerlemelerin yaşandığı 1960'larda söz konusu oldu. 2011 yılında her yıl 26 milyon ila 73 milyon köpekbalığı yüzgeçleri için katlediliyordu.

Bilginin internet yoluyla hızla yayılmasıyla beraber hayvan ve okyanus hakları savunuculuğunun kapsamının genişlediği bir dönemde, köpekbalığı yüzgeci uygulamasını sona erdirmek, ses getiren bir davaya dönüştü. Yardım kuruluşu WildAid'ın yürüttüğü kampanyaya Jackie Chan, David Beckham ve basketbol yıldızı Yao Ming gibi isimler dahil oldu. Memleketi Çin'de saygıdeğer bir kişi olan Yao, bir restoranda köpekbalığı yüzgeci çorbası ikram edildiğinde geri çevirdiği ve diğerlerini de aynı şekilde davranmaya çağırdığı bir kamu spotunda yer aldı. Uluslararası İnsani Toplum Derneği, toplumla etkileşimi merkezine alan kampanyalara odaklandı. Zaman içinde ivme giderek arttı. Çinli öğrenciler toplum bilincini yükseltmek için kampanyalar tasarladılar. Çin'in büyük bir şehrindeki bir Walmart şubesi, mağazadaki TV ekranlarında köpekbalığı filmleri gösterdi ve "köpekbalığı yüzgecine hayır" sloganına görünürlük kazandırdı. İsrafa karşı kemer sıkma kampanyasının bir parçası olarak Çin hükümeti, resmi etkinliklerde köpekbalığı yüzgeci ikram edilmesine karşı çıkan bir resmi bildiri yayımladı.

Bu kampanyalar işe yarıyor. WildAid, yapılan bir ankete katılan Çinli tüketicilerin yüzde 85'inin son üç yıl içinde köpekbalığı yüzgeci çorbasından vazgeçtiğini bildiriyor. 2014 sonu itibarıyla, Çin'in köpekbalığı yüzgeci ticaret merkezi unvanını Hong Kong'dan almış olan Guangzhou'da köpekbalığı yüzgeci satışları yüzde 82, perakende ve toptan satış fiyatları ise iki yıl içinde sırasıyla yüzde 47 ve yüzde 57 oranında düştü. Ticari havayollarından onlarcası köpekbalığı yüzgeci taşımacılığı yapmayı durdurdu ve lüks otel zincirleri köpekbalığı yüzgeci içeren yemekleri menülerinden çıkardı.

Köpekbalıklarının, 450 milyon yıl önce ilk atalarının ortaya çıkmasından bu yana, tür olarak karşı karşıya kaldıkları şüphesiz en büyük taarruzu nasıl savuşturacakları belirsizliğini koruyor. Üstelik köpekbalıklarının dertleri yüzgeçleriyle de bitmiyor.[39] Köpekbalığı eti ticareti 2000 yılından bu yana yüzde 42 oranında büyüyerek yaklaşık 120 milyon kilo seviyesine ulaştı. Amerika Birleşik Devletleri, köpekbalıklarının denizde yüzgeçlerinin kesilmesinin yasaklanmasına rağmen, 2011'de yaklaşık 40 bin kilo köpekbalığı yüzgeci ihraç etti. Köpekbalıkları tarafından öldürülen her insana karşılık insanlar tarafından beş milyon köpekbalığının öldürülüyor olmasına rağmen, bizim onların korkunç katiller olduklarını düşünmemiz ne kadar ironik. Bazı köpekbalığı araştırmacılarının köpekbalığı avcılığını sona erdirmeyi amaçlayan çalışmalar yürütmeleri de şaşırtıcı olmasa gerek.[40]

Eğlence Amaçlı Balıkçılık

Ticari balıkçılık, akuakültür, yan av ve yüzgeç kesmenin her biri, merkezinde maddi kazancın bulunduğu balıkçılık unsurlarındandır. Peki *eğlence amaçlı balıkçılığın* balıklar üzerindeki etkisi nasıl olabilir? Amerika Birleşik Devletleri Balık ve Yaban Hayatı Servisi, olta balıkçılığı veya balıkçılık sporu olarak da bilinen ve 2011'de on altı yaş ve üzerinde olanlar arasında 33,1 milyon bireyin tercih ettiği eğlence amaçlı balıkçılığı, ülkenin en popüler açık

hava aktivitelerinden biri olarak tanımlıyor.[41] Dünya çapında, her on insandan biri düzenli olarak eğlence amacıyla balık tutuyor.[42] Şu an ABD'de yayımlanan en az otuz balıkçılık sporu dergisinden birine dikkatle bakacak olursanız, eğlence amaçlı balıkçılığın ne kadar büyük bir sektör haline geldiğini hemen görürsünüz. Amerika Amatör Balıkçılık Derneği'nin tahminine göre, Amerika'daki balıkçıların 2013'te balıkçılık ekipmanı, ulaşım, konaklama ve diğer ilintili masraflar için harcadığı meblağ 46 milyar dolardır.[43]

Ticari balıkçılığın sürdürülebilir olmadığına ve içerdiği zulme dair farkındalık düzeyi giderek artsa da, eğlence amaçlı balıkçılık kültürümüzde hoş ve sevilen bir aktivite olarak yerini koruyor. Örneğin balıkçılık sahneleri ilaç ve huzurevi gibi balıkçılıkla doğrudan ilintili olmayan ürün ve hizmetlerin reklamlarında sık sık boy gösteriyor.

Peki olta balıkçılığı gerçekten bu kadar hoş bir aktivite mi? Balıkların aynı fikirde olduklarından şüpheliyim. Ağzından kancayla yakalanmak (daha beter seçenekler de var tabii) ve boğulacağı bir ortama zorla çekilmek, huzurlu bir öğleden sonra aktivitesi için kimsenin kesinlikle tercih etmeyeceği bir şeydir. Bir balığın ağzından standart bir kertikli kancayı çıkarmayı denemişliğiniz varsa, kertiğin orada bulunmasının bir amacı olduğunu bilirsiniz, bu amaç da balık için hayatı kolaylaştırmak değildir. Bu küçük mahmuz, dikkatlice çıkarıldığı durumlarda dahi balığın yüzündeki dokulara zarar verebilir, ki zorla çıkarılırsa zarar vermesi kaçınılmazdır. Çocukluğumdaki kısa balıkçılık kariyerim sırasında deneyimsiz ellerimle çıkarmaya çalıştığım kancaların nasıl inatçı bir direniş sergilediğini, o esnada çıkardıkları çatırdama sesini hâlâ hatırlıyorum. Kancanın bir balığın yüzünün hangi kısmına saplanacağı, çoğu zaman, oltanın ucunda küçük bir kıpırtı fark eden balıkçının oltayı çektiği tarafa bağlıdır. Kancaların sebep olduğu göz hasarı şaşırtıcı derecede yaygındır ve balıkçılık üzerine yapılmış bazı çalışmalarda ele alınmıştır.[44] Akarsularda yaşayan somonlar üzerinde yapılan bir çalışmada, yakalanan on balıktan birinde uzun süreli ya da kalıcı görme bozukluğuna sebep olabi-

lecek ciddiyette göz hasarına rastlanmıştır.

Günümüzde olta balıkçılarının kertiksiz kanca kullanma seçenekleri mevcuttur; isteyenler doğrudan kertiksiz kanca satın alabilir ya da kertikleri kerpetenle düzleştirebilir. Kertiksiz kancalar muhtemelen, hedef türlerin aşırı avlandıkları sularda yok olmalarını önlemek amacıyla yüz yıldan uzun süredir yakala-bırak balıkçılığının icra edildiği Birleşik Krallık'ta ortaya çıkmıştır. Kancayı çıkarma işlemi kertiksiz kancalarla daha kolaydır ve çoğu zaman balığı sudan çıkarmadan da yapılabilir.

Eğlence amacıyla yakalanan balıkların ölümünün ve yaralanışının yegâne sorumlusu kancalar değildir. Mutsuz bir vahşi hayvanı idare etmek için çoğu zaman hoyratça bir muamele kaçınılmazdır. Eller, ağ kepçeler ve kanca çıkarma aletleri pullarını çevreleyen koruyucu ve yapışkan mukus tabakasına hasar verebilir, bu da balığın hastalıklara karşı savunmasının azalmasına neden olabilir. Balık ölümlerinin yüzde 4 ila 14'ü, ağır yüzgeç aşınmalarından pul ve mukus kaybına kadar birçok yaralanmaya neden olan ağ kepçelerden kaynaklanır.[45] Pusuda bekleyen patojenleri de unutmamak gerekir. Balıkçılık turnuvalarında yakalandıktan sonra dört günlük gözlem için sualtındaki kafeslerde tutulan 242 adet büyükağızlı levreğin incelendiği bir çalışmada, doku hasarına uğramış yetmiş altı balıktan kırk ikisinde dört tür öldürücü bakteri tespit edildi. Balıkların yüzde 8'lik diğer bir kısmı yakalandıktan sonra henüz tartılmadan ve yüzde 25'lik bir diğer kısmı da tutulma esnasında öldü. Neticede üçte birlik bir ölüm oranı gözlendi, ki bu da enfeksiyonların en azından bir kısmının ölümcül olduğuna işaret ediyor.[46]

Son olarak, açık denizlerde gerçekleştirilen ticari balıkçılık kapsamında yakalanan balıkların ani basınç azalması nedeniyle yaşadıkları yaralanmaların, eğlence amaçlı balıkçılıkta karşımıza çıkmadığını düşünebilirsiniz. İşin aslı, eğlence amaçlı tutulan balıkların bazıları, zorla su yüzeyine çekilmeleri sırasında ani basınç azalmasından dolayı zarar görecek kadar derinlerde yaşarlar. Yine de balık yaşadığı derinliğe vakit kaybetmeden geri bırakılırsa ha-

yatta kalır ve bunun için kullanılan araçlar arasında, bir ip yardımıyla suya indirilip kapağı açılabilen, ucuna ağırlık takılmış sandıklar ile salt bu iş için üretilip satılan "balık indiriciler" vardır.[47]

Yediklerimiz

Av ister ticari amaçlarla ister eğlence amacıyla yakalanmış olsun, yediğimiz balıkların hatırı sayılır bir kısmı deniz ve okyanuslardan gelir. İnsanlar tonbalığı, orfoz, kılıçbalığı ve çiroz gibi daha büyük yırtıcı balıkların tadını tercih ettiğinden, balıkçılar da hedefine onları alma eğilimindedir. Yirminci yüzyıl boyunca insanlar yırtıcı balıkların biyokütlesini üçte ikiden fazla oranda azalttı ve bu endişe verici düşüşün büyük bölümü 1970'lerden sonra meydana geldi.[48] Sylvia Earle bunu şöyle ifade ediyor: "Balık pazarındaki her şeyi vahşi hayvan eti olarak düşünün. Bunlar okyanusun kartalları, baykuşları, aslanları, kaplanları, kar leoparları ve gergedanlarıdır."[49]

Tükettiğimiz hayvanların vahşi yırtıcılar olduklarını tonbalığından daha iyi anlatan bir örnek herhalde yoktur. Tonbalığı yemek, kaplan yemeye benzer. Tıpkı kaplanlar gibi tonbalıkları da alfa avcılardandır. Ve tıpkı kaplanlar gibi tonbalıkları da kocamandır. En büyük Atlantik maviyüzgeçli tonbalığı üç metreye varan boyu ve neredeyse 700 kilogramlık ağırlığıyla en büyük kaplandan daha büyüktür. Mermiye benzeyen kaslı vücuduyla hızlanmakta olan bir tonbalığı, pusu kuran bir kaplan kadar hızlıdır. Kendi besin zincirlerinin tepesinde yer alan tonbalıkları, bedenlerinin büyümesini ve bakımını sağlamak için çok fazla enerjiye ihtiyaç duyar. Bir tonbalığı yaklaşık olarak her on günde bir kendi ağırlığınca av hayvanı yer (balığın yanı sıra mürekkepbalığı ve bazı kabuklular).[50] Market raflarını dolduran balık konservelerinin de katkısıyla, günümüzde ticari olarak avlanan balık türlerinin çoğu tehlike altında, bilhassa da Atlantik ve Pasifik maviyüzgeçli tonbalıkları; 1960'tan bu yana popülasyonlarının sırasıyla yüzde 85 ve yüzde 96 oranında azaldığı tahmin ediliyor.[51]

Yok olma sınırında olmanın açmazlarından biri de, ne kadar nadirseniz o kadar kıymetli oluşunuzdur; bu da sizi bir meta olarak daha da değerli kılar. Bugün tek bir maviyüzgeçli tonbalığı bir milyon dolardan fazlasına alıcı bulabilir. Kilo fiyatına baktığımızda gümüşün fiyatının iki katına denk gelir bu – ve ticari amaçla balıkçılık yapan biri için hayli büyük bir teşviktir.[52]

Balık yediğimizde, balığın yanı sıra başka şeyler de yemiş oluruz. Bütün gıdalar arasında en kirli olan, balık etidir. Su aşağı doğru akar. Atık maddeler besin zincirlerinin en alt tabakasındaki organizmalara sirayet eder, besin zincirleri boyunca yukarı doğru gidildiğinde de biyoakümülasyon dolayısıyla yoğunlaşır ve alfa avcıların dokularında depolanır. Sanayi Devrimi'nden sonra geliştirilen 125.000 yeni kimyasal maddeden 85.000'ine balıklarda rastlanmıştır. Kimi insan gruplarına (özellikle hamile ve emziren kadınlar ile küçük çocuklara) cıva ve benzeri zararlı kimyasallara maruz kalma riskinden kaçınmak adına balık tüketimlerini sınırlandırmaları önerilir.[53] *How Not to Die* (Ölmemenin Yolları) kitabının yazarı ve popüler internet sitesi NutritionFacts.org'un kurucusu Dr. Michael Greger'a göre balık etinde hatırı sayılır miktarda cıva, dioksinler, nörotoksinler, arsenik, DDT, putresin, AGE'ler, PCB'ler, PDBE'ler ve reçeteli ilaçlar bulunur. Bu kirletici maddelerin üzerimizde yarattığı istenmeyen etkiler arasında zekâda gerileme, sperm sayısında azalma, depresyon, anksiyete, stres belirtilerinde artış ve erken ergenlik sayılabilir.[54]

Bugüne dek bunların hiçbiri politikaları veya tavırları etkilemedi. Aksine, yıllardır, gelişmiş ülkelerdeki insanlar yağlı balık tüketimlerini en az iki ila üç kat artırmaya teşvik ediliyorlar.[55] Bu tavsiyedeki esas sorun –omega-3 yağ asitleri açısından keten tohumu ve ceviz gibi balıktan daha güvenli kaynakların olmasının yanı sıra– insanları balıkla beslemenin, tüketim mevcut seviyelerde seyretse bile sürdürülemez olduğu gerçeğini göz ardı etmesidir.[56]

Yalnızca bir çevre sorunu değil bu, aynı zamanda coğrafyayı da ilgilendiriyor. Balığa talep artarken balıkçıların iflas etmesi,

Amerika Birleşik Devletleri, Japonya ve Avrupa Birliği üyeleri gibi gelişmiş ülkelerin, gelişmekte olan ülkelerden balık ithalatını artırmasına sebep oluyor.[57] Bu ülkelerin kıyı balıkçılığı yapılan bölgelerine yönelik ilave baskı, burada yaşayan insanları (en önemli sorunlarından ikisi aşırı beslenme ve fiziksel hareketsizlik olan gelişmiş dünya uğruna) önemli bir protein kaynağından mahrum bırakıyor.

Yaşamı boyunca balık popülasyonlarındaki keskin düşüşe tanıklık eden Sylvia Earle, balık yemeyi bırakmaya yönelik kişisel bir karar almış.[58] "Kendinize şunu sorun," diyor, "sizin için balık tüketmek mi daha önemli, yoksa onları insanlar tarafından yenmek dışında bir amaçları olan canlılar olarak düşünmek mi?"[59]

İster kazara ister kasıtlı olsun, yakaladığımız balıklarla deniz yaşamına büyük zarar veriyoruz. Doğal Hayatı Koruma Vakfı ve Londra Zooloji Derneği'nin ortaklaşa gerçekleştirdiği 2015 tarihli bir çalışmanın sonuçlarına göre, balık popülasyonları 1970-2012 yılları arasında yarıya indi. Aralarında tonbalığı, çiroz ve palamudun da bulunduğu, ticari olarak aşırı sömürülen bazı türlerin popülasyonları ise neredeyse yüzde 75 oranında azaldı.[60]

Ticari balıkçılık endüstrisindeki zulmü ve israfı kınamak kolay. Fakat tüketiciler de onlarla suç ortaklığı yaptıklarını kabul etmeliler. Bütün arz-talep ekonomilerinde talep, arzın motorunu çalıştıran yakıttır. Balık yemek, yakalanmalarına sponsor olmak anlamına gelir.

Peki balıklar için hiç iyi haber yok mu? Var. Geçtiğimiz çeyrek yüzyıl içinde, ahlaki ve ekolojik kaygılarımız çerçevesinde hayvanlara benzeri görülmemiş bir ilgi göstermeye başladık ve nihayet balıklar da bundan nasibini alıyor. Balık yetiştiriciliği etiği üzerine yazılmış 2007 tarihli bir makalenin veterinerlik, teoloji ve felsefe disiplinlerinden gelen beş yazarı, "Eğer bir hayvan hissedebiliyorsa, o zaman ahlaki çerçevede ele alınmalıdır,"[61] diyor. Acıyı hissedebildiklerine dair güçlü kanıtlara dayanarak, bu durumun balıklar için de geçerli olması gerektiği sonucuna varabiliriz.

Sonsöz

Ahlaki evrenin yayı uzundur
fakat adalete doğru eğilir.

Martin Luther King, Jr.[1]

BİLGİ GÜÇLÜ BİR ŞEYDİR, etiği yönlendirir ve devrimleri körükler – sömürgeciliğin ve kurumsal köleliğin sona erişini ve kadın haklarındaki ilerlemeyi düşünün. Aklın zaferiydi bunlar, giderek artan bir ahlaki tiksinti duygusunun tetiklediği devrimlerdi. İster açgözlülük veya dar görüşlülükten, isterse önyargıdan (veya her üçünden birden) kaynaklanıyor olsun, adaletsizlikler bilgiye dayalı akıl karşısında ayakta kalamaz. Birinin ten rengi, dini, cinsiyeti veya diğer rasgele özellikleri sömürüyü haklı çıkarmaz.

Peki bacak sayısı veya yüzgeçlerin olup olmaması ne olacak? Yirminci yüzyılın ikinci yarısı, hayvan hakları hareketinin yükselişi de dahil olmak üzere hayvanların refahını sağlamaya yönelik benzeri görülmemiş gelişmelere sahne oldu. Bu eğilimler yirmi birinci yüzyılda da hız kazanmaya devam ediyor. Dünyanın en etkili hayvan koruma örgütü olan Amerika Birleşik Devletleri İnsani Toplum Derneği, ABD'de 2004'ten bu yana binin üzerinde hayvan koruma kanununun yürürlüğe girdiğini belirtiyor; bu da Amerikan tarihinde 2000 yılına dek yürürlükte bulunan tüm hayvan koruma kanunlarının sayısına yakındır. 1985'te hayvanlara işkence etmek sadece dört ABD eyaletinde suç sayılıyordu; 2014'e gelindiğindeyse elli eyaletin tümü, ilgili kanunları yürürlüğe koymuştu. Temmuz 2015'te Cecil adlı ikonik bir Afrika aslanının Amerikalı bir diş hekimi tarafından vurulmasına kamuoyunun gösterdiği tepki, hayvanların durumuna dair sempatinin arttığını

ortaya koyuyor. Bir hafta içinde Cecil herkesçe bilinen bir isim haline gelmişti ve "Cecil için Adalet" dilekçesini 1,2 milyona yakın kişi çevrimiçi ortamlarda imzalamıştı.

Fakat bir aslan, aslanbalığından çok daha fazla karizmaya sahiptir. Balıklara karşı önyargılarımızın temel kaynağının, duygularla ilişkilendirdiğimiz ifadeleri gösterememeleri olduğuna inanıyorum. "Balıklar her zaman başka bir ortamdadır; sessizdirler, gülmezler, bacakları yoktur ve ölü gibi bakarlar," diye yazıyor Jonathan Safran Foer *Hayvan Yemek* adlı kitabında.[2] O düz, cam gibi gözlerinde boş bir bakıştan fazlasını görmekte zorlanıyoruz. Kancanın ucu ağızlarına takıldığında ve vücutları sudan dışarı çıkarıldığında ne bir çığlık duyuyor ne de gözyaşı görüyoruz. Kırpmadıkları gözleri (sürekli suyun içinde oldukları için gözkapağına ihtiyaçları yoktur) hiçbir şey hissetmedikleri yanılsamasını güçlendiriyor. Normal koşullar altında sempatimizi tetikleyen uyaranlar eksik olunca, balıkların çektiği sıkıntılara karşı hissizleşiyoruz.

Empati kuramadığımız için farkına varamadığımız şey ise, söz konusu canlının kendi ortamından çekilip alınmış olduğudur. Bir balığın havada acı içinde haykırması, bizim suyun altındayken acı içinde haykırmamız kadar etkisizdir. Balıklar sualtında yaşamalarını, iletişim kurmalarını ve kendilerini ifade edebilmelerini sağlayacak yetilerle donatılmışlardır. Birçoğu yaralandığında ses çıkarır fakat bu sesler suda iletilecek şekilde evrilmiştir ve nadiren onların farkına varırız. Sıkıntı belirtilerini gördüğümüzde bile – bir o yana bir bu yana sıçrama, çarpma ve acı içindeki hayvanın oksijen almak için solungaçlarını açıp kapatması– eğer bize bu hareketlerin yalnızca refleks olduğu öğretildiyse, gördüklerimizi önemsemeyerek omuz silkebiliriz.

Bugün balıklar hakkında yüz yıl önce bildiğimize kıyasla çok daha fazla şey biliyoruz, bunlar her ne kadar onların bildiklerinin küçük bir kısmı olsa da. Şimdiye kadar tanımlanmış 30.000'den fazla balık türünden yalnızca birkaç yüzü ayrıntılı olarak incelendi. Bu kitapta adını okuduklarınız, balıklar dünyasının ünlüleri gi-

bidir. Aralarında en çok araştırılan zebrabalığı –ki balıkların "laboratuvar faresi" olarak da bilinir– 25.000'den fazla yayımlanmış bilimsel makaleye konu olmuş, bunların 2000'den fazlası da 2015 yılında yayımlanmıştır. (Bu araştırmaların çoğunun insanlık dışı koşullarda gerçekleştirildiğini düşünecek olursak pek de kıskanılacak bir durumda oldukları söylenemez.) Bu da o 30.000 balık türünden herhangi birinin teoride ne kadar kapsamlı bir şekilde araştırılabileceğini ve ne çok keşfe gebe olduğunu gösteriyor.

Bir önceki bölümde, temelde balıkları sömürme ve istismar etme biçimlerimize odaklandık. Fakat balıklarla ilişkimiz elbette tamamen kötü değil ve onlar hakkındaki bilgimiz arttıkça refahlarına yönelik kayıtsızlığımız azalıyor ve kaygılarımız artıyor. "Balık refahı" konusunda çevrimiçi bir araştırma yaptığımda, Ingenta-Connect veritabanı altmış dokuzu 2002'den sonra yayımlanmış olan yetmiş bir sonuç çıkardı karşıma. Bu kitap için araştırma yaptığım yıllar boyunca balıklara hayran olan ve onlara asla zarar vermek istemeyecek onlarca insanla yazıştım.

Bu insanların çoğunun balıklar hakkında sevdikleri şey bize benzemeleri değildir. Onların güzel ve saygıyı eşit ölçüde hak eden tarafları, bize *benzemeyen* özellikleridir. Balıkların farklı varoluş biçimleri bir cazibe ve hayranlık kaynağı olmasının yanı sıra onlara şefkat duymak için de bir nedendir. Bizi ayıran uçurumun üzerinden bağlantı kurabiliriz, tıpkı parmak uçlarından yiyecek kapmak için yaklaşan diskus balıklarının nazik ısırmalarını hissettiğimde veya bir grup orfozun okşanma beklentisiyle güvendikleri bir dalgıca yaklaştığında olduğu gibi.

Diğer şeylerin yanı sıra, balıklar hayatta kalmak ve çoğalmak için beyinlerini kullanırlar, nitekim benim de balıkların statüsünü yükseltmek amacıyla başvurduğum yollardan biri farkındalıklarına ve bilişsel becerilerine dikkat çekmek oldu. Fakat diğer türlerin zihinsel erdemlerini övmek zekânın önemini olduğundan fazla gösteriyor, zira aslında zekânın ahlaki duruşla pek ilgisi yoktur. Zihinsel engelli insanların temel ahlaki haklarını inkâr etmiyoruz. Etiğin temelinde hissetme, acı çekme ve sevinç duyma kapasitesi

yatar. Bireye ahlaki topluluğun parçası olma vasfını kazandıran da budur.

Ahlaki ilerleme iyidir ve günümüzde ahlaki anlamda ilerleme kaydediyoruz. Manşetlerde okuduklarımıza rağmen insanların hayvanlara uyguladığı şiddet geçmişe kıyasla hatırı sayılır ölçüde azaldı. Psikolog Steven Pinker kapsamlı kitabı *Doğamızın İyilik Melekleri*'nde bu eğilimi açıklamak için bir dizi uygarlaşma sürecini ana hatlarıyla anlatır.[3] Birkaçı şöyledir: demokrasilerin yükselişi, kadınların güçlenişi, okuryazarlığın yaygınlaşması, küresel bir toplumun oluşturulması ve aklın ilerleyişi. Bugün yeni fikirler, oluşmalarıyla neredeyse eşzamanlı olarak dünyanın dört bir yanına yayılıyor. Kickstarter* kampanyaları toplumsal ilerlemeyi amaçlayan projeler için fon oluşturuyor ve bağımsız vakıflar yeni fikirlerin hayata geçirilmesine yardımcı oluyor.

Hukuk kavramını geliştirdiğimizden beri hayvanlar insanların yasal mülkiyeti kabul edilir. Ama insanmerkezli bilincimizde saygın bir yeri olan bu temel paradigma bile değişmeye başlıyor. Yerel yönetmelikler hayvanların yasal statüsünü 2000 yılından beri en az on sekiz ABD eyaletinde "mülk"ten çıkarıp "refakatçi" olarak değiştirdi.[4] Nerede (ve kiminle) yaşadığınıza bağlı olarak, resmen "hayvan koruyucusu" olarak tanınan 6 milyondan fazla Amerikalı ve Kanadalıdan biri olabiliyorsunuz artık. Mayıs 2015'te New York'taki bir yüksek mahkeme yargıcı, hukuksuz bir şekilde hapsedildikleri gerekçesiyle iki şempanzenin haklarının insan avukatlar tarafından savunulmasına yönelik bir duruşmayı yönetti (şempanzeler yıllar boyu Stony Brook Üniversitesi'nde yürütülen invazif deneylerde kullanılmışlardı).[5] İnsan Olmayan Canlıların Hakları Projesi'yle birlikte faaliyetlerine devam eden avukatlar, diğer hayvanlar adına başka davalar açmaya hazırlanıyorlar.

Kanunlar, politikalar ve eylemler sayesinde balıklar, ahlaki toplumun içinde yer almaya başlıyorlar. Avrupa'nın bazı bölgelerinde, kırk yıl yaşayabilen ve doğası itibarıyla sosyal bir hayvan

* ABD merkezli kâr amacı gütmeyen bağış şirketi. –*y.n.*

olan japonbalığını çıplak bir akvaryumda tek başına tutmak, artık yasalara aykırı.[6] Nisan 2008'de İsviçre Federal Parlamentosu tarafından çıkarılan bir yasa, balıkçıların daha insani biçimde balık yakalamaya yönelik bir kursu tamamlamasını zorunluluk haline getirdi.[7] Hollanda hükümeti balıklar üzerinde kullanılan sersemletme ve öldürme yöntemlerinin iyileştirilmesine ihtiyaç olduğunu açıkça belirtti ve Balık Koruma Vakfı bu fikirlerin hayata geçirilmesi için lobi yapmaya başladı. Almanya'da 2013 tarihli bir kanun tüm balıkların öldürülmeden önce bilinçsiz hale getirilmelerini gerektiriyor; ayrıca avın suya geri atılmadan önce tartıldığı balıkçılık turnuvaları ve golyanların canlı yem olarak kullanımı yasaklandı.[8] Norveç'te ise sersemletme amaçlı olarak karbondioksit kullanımı insani olmadığı gerekçesiyle 2010'da yasaklandı.[9]

Balıklarla ilgili kanunların yanı sıra bir de tutku var. Birçoğumuz balıklar için sadece endişelenmekle kalmıyor, onları seviyoruz. Bu kitap için araştırma yaparken balıklarına gerçekten hayran olan insanlarla yazıştım. Washington'ın Spokane şehrinden bir üniversite profesörü, üzerine sifon çekilmekten kurtardığı bir japonbalığını zamanla sevmeye başladığını yazmıştı; Pearl (İnci) onu her gün selamlıyormuş, elinden yem almak için suyun yüzeyine yüzüyormuş. Pearl'ün on yedi yaşındayken ölmesinin ardından hissettiklerini, "ailenin sevilen kedisini veya köpeğini kaybetmek gibi" sözleriyle tarif etmişti. Florida'nın Gainesville şehrinden bir uzman, mavi diskuslarla camın iki tarafından birbirlerini takip ettikleri bir oyun geliştirmişti. "Ellerimi kepçe gibi yapıp su yüzeyinin hemen altına koyduğumda ellerime doğru yüzüyor ve ben yan tarafını okşarken öylece duruyor," diye yazmıştı bana. Oregon'dan bir işkadını dokuz yaşındaki Mango adlı Nil balonbalığını (*Tetraodon lineatus*) şöyle betimliyordu:

Doğduğundan beri benimle (dokuz yıl oldu) ve köpeğimden çok da farklı yok, ben eve geldiğimde o da kontrolsüz bir şekilde kıpırdanıyor, bana karşı çok sevecen oluyor ve etkileşime girmek istiyor. Sık sık şu gözünü kaçırmama oyunlarından oynuyoruz ve genelde o kazanıyor. Bu balığı şimdiye kadar hiçbir balığı sevmediğim gibi seviyorum. Tanıdı-

ğın herkes Mango'yla tanıştı ve ondan büyülendiler. Mango'nun insanların balıklar hakkındaki algılarını değiştirdiğine eminim.

Bir de bir balık için fazladan çaba sarf etmeyi göze alanlar var. Aldığı isimsiz telefon üzerine kendisine verilen adrese gidip pazarlık ederek üç büyük koi balığını on bir yıldır durdukları pis, leş gibi kokan akvaryumdan kurtaran arkadaşım mesela. Onları bir Asya restoranındaki bakımlı bir koi göletine götürmek için iki saat boyunca araba sürdü, balıklar şimdi bu gölette türdeşlerinin eşliğinde rahat bir hayat sürüyorlar.

Bu kurtarma harekâtı, balıklara yönelik giderek yaygınlaşan iyi niyetli eylemlerden yalnızca biri. Amatör videocuların günümüzdeki kanalı olan Youtube'da arama yaptığınızda, köpekbalıklarının ağızlarındaki kancaları çıkaran veya manta vatozlarının yüzgeçlerine dolanan misinalarla ağları kesen dalgıçların, sahile vuran balıkları kurtaran tatilcilerin, kuruyan nehir ve göl yataklarındaki balıkları kovalarla taşıyan insanların görüntülerini görebilirsiniz. Balıkbilimci, aynı zamanda emekli biyoloji profesörü bir arkadaşım, eğitim veya numune toplama amaçlı keşif gezilerinde balıkları öldürmekten bıktığı için suda yaşayan canlıların sahada yakalanıp fotoğraflandıktan sonra serbest bırakılmalarını sağlayan taşınabilir bir cihaz geliştirdi. Eğitim ve fotoğraflama amaçlı bu havuzun satışları sayesinde, bir milyondan fazla balık çoğu zaman kullanılmadan müze raflarında durmak üzere formaldehit içine koyulmaktan kurtuldu. Başka bir biyolog, Kuzey Amerika'daki sualtında yaşayan kuzenlerimizin korunmasına adanmış ilk kuruluş olan Fish Feel'i kurdu. Ayrıca, popüler *Whale Wars* (Balina Savaşları) dizisinin kahramanları olan Sea Shepherd Conservation Society'nin (Deniz Çobanı Koruma Derneği) aynı zamanda somonları, sazanları, maviyüzgeçli tonbalıklarını, Patagonya dişbalıklarını ve köpekbalıklarını kurtarmak için kampanya yürüttüğünü bilmiyor olabilirsiniz. Sea Shepherds'ın kurucusu Paul Watson (sözünü sakınmayan biridir kendisi) bana şöyle dedi: "Ne zaman bir somon çiftliği görsem, Batı yakasında yaşayan İlk Halklar'ın denizin bufalosu kabul ettiği bu balıkların ruhunun alçaltıldığını

ve köleliğe maruz bırakıldığını görüyorum. ... Libya açıklarında, Maltalı bir kaçak avcının yakaladığı sekiz yüz maviyüzgeçli tonbalığının ağlarını kesip onları saldığım an, hayatımın en tatmin edici anlarından biriydi. Safkan yarış atları misali, o açıklıktan hızla geçtiler."[10]

Aklın yükselişi ve bütün yaşam formlarının birbirine bağımlı olduğuna dair günbegün artan farkındalık sayesinde, insanlık daha kapsayıcı, daha aydınlık bir çağa doğru ilerliyor. Kendi türümüzün bütün üyeleri için geçerli olan temel saygı ilkelerinin kapsamı, diğer varlıkları da içine alacak şekilde adım adım genişliyor.

Ama şimdilik, kurtardığımız her balık için çok daha fazlasını öldürmeye devam ediyoruz. Bunları yazdığım sırada, bir balık ağının yırtılmasını takiben 75.000 ölü menhadenin Virginia'nın doğusundaki bir kumsalda kıyıya vurduğu haberi geldi. Açık kalmış ağızlarıyla ufka doğru uzanan bu çürümekte olan bedenlerin fotoğrafları bana bu canlıların adlarının kendi ölümleriyle eşanlamlı olduğunu hatırlatıyor; "balık" kelimesi hem hayvanın kendisi hem de onu yakalama eylemi anlamına geliyor zira.*

İlk okuduğumda gözlerimin dolmasına yol açan bir hikâyeyle bitirmek istiyorum. Benimle paylaşan kadın, en eski hatırası olan bu olay gerçekleştiği sırada tahminen üç yaşındaymış. Evde iki veya üç küçük balık varmış, ömürlerini bir şömine rafının üzerindeki bir akvaryumda geçiriyorlarmış. Bunun nedenini ona şöyle açıklamışlar: "oyun oynamayı, tırmanmayı ve koşuşturmayı seven küçük haylazlardan yüksekte güvende olsunlar diye." Küçük kıza öğretilmiş olan bir diğer şey de, içinde nefes alamadığımız için suya dikkat edilmesi gerektiğiymiş. Doğa kanunlarına dair kısıtlı bilgiye sahip olduğu o küçük yaşta, balıkların bulundukları yerde de nefes alamayacaklarına kanaat getirmiş. Haftalar boyunca, o balıkların rafın üzerindeki akvaryumda havasızlıktan yavaşça boğulduklarını düşünüp endişelenmiş. Ve onların hayatını kur-

* "Balık" sözcüğünün İngilizcesi olan *fish* aynı zamanda "balık tutmak" anlamına gelir. –*ç.n.*

tırmanın kendi sorumluluğu olduğunu hissetmiş.

Bir gün ailesiyle birlikte evden çıkarken en arkada kalmış. Herkes kapıdan çıktığında ve görünürde kimse kalmadığında, birkaç sandalyenin ve yakınlardaki büfe dolaplarının yardımıyla rafa tırmanmış ve tutsakların imdadına yetişmiş. Balıkları sulu mezarlarından kurtarmanın ötesinde bir planı yokmuş. (Şimdi düşündüğünde o zamanlar ölümü veya biri boğulduğunda ne olduğunu anladığını pek sanmadığını, sadece can yakıcı bir şey olduğunu bildiğini söylüyor, küvetteyken burnuna su kaçması gibi.) Akvaryumdaki kalıntıları çıkarmak için kullanılan küçük bir süzgeç varmış, o da balıkları dışarı çıkarmak için bu süzgeci kullanmış ve onları rafın üzerine yerleştirmiş. Derken annesi veya babası onu almak için geri dönmüş ve evden ayrılmışlar.

Balıklara ne olduğunu hatırlamıyor fakat o günden sonra onları bir daha görmemiş. Anaokuluna gittiği süre boyunca sık sık o balıkları düşünmüş, böylece bulanık anılar arasında o hatırayı canlı tutmuş. Geçen yıllar, hayvanlara duyduğu derin empatiyi köreltmemiş. Kırk yıl sonra bugün hâlâ, birini kurtarmak isterken onun acı çekmesine yol açmış olduğu için ıstırap çekiyor.

Bu hikâye, bu kitapta açıkladığım temaların birkaçıyla bağlantılı. Masum, küçük bir çocuğun, balıkların da hayatta kalmak için bizler gibi hava soluması gerektiği yönündeki yanlış inancı, balıklara dair kolektif cehaletimizi temsil ediyor. Onları yaşadıkları ortamdan ayırıp boğulmalarına neden oluşu, balıkların bizim elimizden çektiği acıyı simgeliyor (niyeti her ne kadar balıkların dünya üzerindeki yegâne rolünün bize yiyecek ve eğlence sağlamak olduğuna dair yaygın inançtan fersah fersah uzak olsa da). Ve böylesine küçük bir yaşta gösterdiği (bugün de hâlâ hissettiği) olağanüstü şefkat, farkındalık sahibi olduğumuzda biz insanların dünyaya iyilik yapma konusunda nasıl sonsuz bir potansiyelimizin olduğunu hatırlatıyor.

Teşekkür

FSG'DEN Amanda Moon'a; vizyonun, yardımların, rehberliğin ve daimi desteğin için. Proje boyunca gösterdiğin heyecan ve pozitif enerji benim için tahmin edebileceğinden çok daha değerliydi.

Stacey Glick'e; bu projedeki potansiyeli gördüğün ve müşterilerine en az temizlikçi balıkların kendi müşterilerine baktıkları kadar iyi baktığın için.

Annie Gotlieb'e; kitabı son derece titiz ve özenli bir biçimde yayıma hazırladığın için.

Kitabımı gözden geçiren Ken Shapiro, Martin Stephens, Jeannie Geneczko, Reggie Adams, Culum Brown, Marilyn Balcombe, Peter Hagen, Karen Diane Knowles ve Tierney Thys'e; bilgeliğiniz ve yapıcı yorumlarınız için.

FSG'den Scott Borchert, Stephen Weil ve Laird Gallagher'a; profesyonelliğiniz ve her zaman yardım etmeye hazır olduğunuz için.

Culum Brown, Bernd Kramer, Gordon Burghardt, Ted Pietsch, Nafsika Karakatsouli, Sharon Young, Chris Good, Cristina Zenato, Alan Goldberg, Ron Thresher, Iris Ho, Gordon O'Brien, K. K. Sheenaja, Roman Kolar, Erin Williams, Jay Stauffer, Victoria Braithwaite, Billo Heinzpeter Studer, Lynne Sneddon, Tierney Thys, Rene Umberger, Lynton Burger, Ila France Porcher, Scott Gardner, Stephanie Cottee, Bill Loftus, Dos Winkel, Joe Denham, Kaptan Paul Watson, Stephen Corbett, Robert Wintner, Yvonne Sadovy, Marian Wong, Joan Dunayer, Robert Warner, Michael Engel ve John Lucas'a; uzmanlığınızı paylaştığınız için.

Rae Sikora, Sabrina Golmassian, Alexandra Reichle, Teresa Fisher, Sarah Kindrick, Karen Day, Robin Walker, Karen Cheng, Ben Callison, Ila France Porcher, Jamie Cohen, Holly Fernandez Lynch, Ana Negrón, Neville Jacobs, John Peters, Heleanna Amicone, Mike Howell, Lori Cook, Lori Williamson, Rosamonde Cook, Methea Sapp, Mo Dawley, Vicky Thornley, Ingrid Newkirk, Cathy Unruh, Tali Ovadia ve Dave Bonnell'a; hikâyelerinizi paylaştığınız için.

Katherine Head'e; alıntıları düzenlediğin için.

Maureen Balcombe, Reggie ve Marlie Adams, Andrew Rowan, Lori Marino, Anthea ve Joe Messersi, Marilyn ve Emily Balcombe, Cindi Lostritto, Sonia Faruqi, Laura Moretti, Marc Bekoff, Melanie Joy, Sabrina Brando ve Bruce Friedrich'e; sayısız farklı yoldan destek sağladığınız ve ilham olduğunuz için.

Ve balıklara; dünyaya güzellik ve gizem kattığınız için.

Notlar

Giriş

1. FAO (Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü), *The State of World Fisheries and Aquaculture 2012*, Roma, İtalya: Balıkçılık ve Akuakültür Departmanı, FAO, 2012.
2. Cooke, Steven J. ve Ian G. Cowx, "The Role of Recreational Fisheries in Global Fish Crises", *BioScience* 54, no. 9 (2004): 857-59. Elbette, Kanada'daki eğlence (hobi) amaçlı balıkçılık oranlarının küresel nüfusa oranlandığı kaba bir tahmindir bu.
3. Cooke, Stephen J. ve Ian G. Cowx, "The Role of Recreational Fisheries in Global Fish Crises", *BioScience* 54 (2004): 857-59.
4. Pauly, Daniel ve Dirk Zeller, "Catch Reconstructions Reveal That Global Marine Fisheries Catches Are Higher than Reported and Declining", *Nature Communications* 7 (2016):10244 doi: 10.1038/ncomms10244.
5. Robb, D. H. F. ve S. C. Kestin, "Methods Used to Kill Fish: Field Observations and Literature Reviewed", *Animal Welfare* 11, no. 3 (2002): 269-82.
6. Bu sözler genellikle, bir Cizvit rahibi olan, konuşmalarıyla insanlara ilham veren yazar Anthony de Mello'ya (1931-1987) atfedilir. Bkz. www.beyondpoetry.com/anthony-de-mello.html (ve birçok diğer kaynak).

BİRİNCİ BÖLÜM: YANLIŞ ANLAŞILAN BALIK

1. Eliot, T. S., "Little Gidding" (1942), *Four Quartets* içinde, New York: Harcourt Brace, 1943.
2. Froese, Rainer ve Alexander Proelss, "Rebuilding Fish Stocks No Later Than 2015: Will Europe Meet the Deadline?", *Fish and Fisheries* 11, no. 2 (2010): 194-202.
3. Allen, Colin, "Fish Cognition and Consciousness", *Journal of Agricultural and Environmental Ethics* 26, no. 1 (2013): 25-39.
4. Helfman, Gene, Bruce B. Collette ve Douglas E. Facey, *The Diversity of Fishes*, Oxford, BK: Blackwell, 1997.
5. Helfman, Gene ve Bruce B. Collette, *Fishes: The Animal Answer Guide*, Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 2011.
6. Allen, "Fish Cognition and Consciousness".

7. Montgomery, Sy, "Deep Intellect: Inside the Mind of the Octopus", *Orion*, Kasım/Aralık 2011.
8. Prothero, Donald R., *Evolution: What the Fossils Say and Why It Matters*, New York: Columbia University Press, 2007.
9. Attenborough'nun konuşmasının ilgili bölümüne şuradan ulaşılabilir: www.youtube.com/watch?v=OXqgFkeTnJI.
10. National Geographic, *Creatures of the Deep Ocean* [belgesel filmi], 2010.
11. Irigoien, Xabier ve diğ., "Large Mesopelagic Fishes Biomass and Trophic Efficiency in the Open Ocean", *Nature Communications* 5 (2014): 3271.
12. Koslow, Tony, *The Silent Deep: The Discovery, Ecology, and Conservation of the Deep Sea*, Chicago: University of Chicago Press, 2007, s. 48.
13. Helfman, Collette ve Facey, *Diversity of Fishes* (1997).
14. Alderton, David, "Many Fish Identified in the Past Decade", FishChannel.com, 24 Aralık 2008, www.fishchannel.com/fish-news/2008/12/24/mekong-fish-discoveries.aspx.
15. Allen, "Fish Cognition and Consciousness".
16. *Pandaka pygmea*'nın rakipleri de var: www.scholastic.com/browse/article.jsp?id=11044; http://en.microcosmaquariumexplorer.com/wiki/Fish_Facts_-_Smallest_Species. Ondan daha küçük bir canlının bulunmasına esprili bir şekilde hayıflanan bir blog yazısı için bkz.: http://unholyhours.blogspot.com/2006/01/farewell-to-pandaka-pygmaea.html.
17. Norman, John R. ve Peter H. Greenwood, *A History of Fishes*, 3. Baskı, Londra: Ernest Benn Ltd., 1975.
18. Thys, Tierney, "For the Love of Fishes", *Oceans: The Threats to Our Seas and What You Can Do to Turn the Tide* içinde, haz. Jon Bowermaster, New York: Public Affairs, 2010, s. 137-42.
19. Helfman, Gene, Bruce B. Collette, Douglas E. Facey ve Brian W. Bowen, *The Diversity of Fishes: Biology, Evolution, and Ecology*, 2. Baskı, Chichester, BK: Wiley-Blackwell, 2009.
20. Norman ve Greenwood, *History of Fishes*.
21. Norman ve Greenwood, *History of Fishes*.
22. Gudger, E. W., "From Atom to Colossus", *Natural History* 38 (1936): 26-30.
23. Saunders, Mark W. ve Gordon A. McFarlane, "Age and Length at Maturity of the Female Spiny Dogfish, *Squalus acanthias*, in the Strait of Georgia, British Columbia, Canada", *Environmental Biology of Fishes* 38, no. 1 (1993): 49-57.
24. Helfman, Collette, ve Facey, *Diversity of Fishes* (1997).
25. Helfman ve diğ., *Diversity of Fishes* (1997).
26. Norman ve Greenwood, *History of Fishes*.
27. Rod Preece ve Lorna Chamberlain'ın 1993 tarihli *Animal Welfare and Human Values* (Hayvan Refahı ve İnsan Değerleri) adlı kitaplarında yazdıkları gibi: "Soğukkanlı hayvanların ... sıcakkanlı olanlara kıyasla daha az şey hissettikleri yolundaki ... yaygın inancı meşrulaştıracak herhangi bir bulgu mevcut değil." Vahşi timsahları incelemek için dünyayı dolaşırken bu tür içerisinde alet

kullanımı, grup avı, kurlaşma ve ağaca tırmanma gibi şaşırtıcı davranışların vuku bulduğunu ortaya çıkaran Rus-Amerikalı biliminsanı Vladimir Dinets, daha dobra bir ifadeyle şöyle diyor: "İnsanların çoğu sıcakkanlı ve bağnaz canlılardır" (Vladimir Dinets ile kişisel diyaloğumdan, 18 Mart 2014).

28. Helfman ve diğ., *Diversity of Fishes* (1997).
29. Carey, Francis G. ve Kenneth D. Lawson, "Temperature Regulation in Free-Swimming Bluefin Tuna", *Comparative Physiology and Biochemistry Part A: Physiology* 44, no. 2 (1973): 375-92.
30. Wolf, Nancy G., Peter R. Swift, ve Francis G. Carey, "Swimming Muscle Helps Warm the Brain of Lamnid Sharks", *Journal of Comparative Physiology B* 157 (1988): 709-15.
31. Helfman ve diğ., *Diversity of Fishes* (1997).
32. Wegner, Nicholas C. ve diğ., "Whole-Body Endothermy in a Mesopelagic Fish, the Opah, *Lampris guttatus*", *Science* 348 (2015): 786-89.
33. Brown, Culum, "Fish Intelligence, Sentience and Ethics", *Animal Cognition* 18, no. 1 (2015): 1-17.
34. Prothero, *Evolution: What the Fossils Say.*
35. Norman ve Greenwood, *History of Fishes.*

İKİNCİ BÖLÜM: BALIKLARIN ALGILADIKLARI

Balıkların Gördükleri

1. Flaubert, Gustave, kaynaksız alıntı. Şuradan alınmıştır: https://en.wikiquote.org/wiki/Talk:Gustave Flaubert
2. Lawrence, D. H., "Fish" (1921), *Birds, Beasts and Flowers: Poems* içinde, Londra: Martin Secker, 1923.
3. Helfman ve diğ., *Diversity of Fishes* (1997).
4. McFarland, David (haz.) *The Oxford Companion to Animal Behavior* (1982), Oxford: Oxford University Press, yeniden basım, 1987.
5. Myrberg Jr, Arthur A. ve Lee A. Fuiman, "The Sensory World of Coral Reef Fishes", *Coral Reef Fishes: Dynamics and Diversity in a Complex Ecosystem* içinde, haz. Peter F. Sale, Burlington, MA: Academic Press/Elsevier, 2002, s. 123-48; Sosin, Mark ve John Clark, *Through the Fish's Eye: An Angler's Guide to Gamefish Behavior*, New York: Harper and Row, 1973.
6. Avni, Ofir ve diğ., "Using Dynamic Optimization for Reproducing the Chameleon Visual System", 45. IEEE Karar ve Kontrol Konferansı, 13-15 Aralık 2006, San Diego, CA.
7. Helfman ve diğ., *Diversity of Fishes* (2009), s. 138.
8. Alderton, David, "New Study Unveils Mysteries of Vision in *Anableps anableps*, the Four-Eyed Fish", FishChannel.com, 25 Temmuz 2011, www.fishchannel.com/fish-news/2011/07/25/anableps-four-eyedfish.aspx.
9. Helfman ve diğ., *Diversity of Fishes* (1997).
10. Fritsches, Kerstin A., Richard W. Brill ve Eric J. Warrant, "Warm Eyes Pro-

vide Superior Vision in Swordfishes", *Current Biology* 15, no. 1 (2005): 55-58.
11. Sosin ve Clark, *Through the Fish's Eye.*
12. Sosin ve Clark, *Through the Fish's Eye.*
13. Tanaka, Gengo ve diğ., "Mineralized Rods and Cones Suggest Colour Vision in a 300 Myr-Old Fossil Fish", *Nature Communications* 5 (2014): 5920; Passary, Sumit, "Scientists Discover Rods and Cones in 300-Million-Year-Old Fish Eyes. What Findings Suggest", *Tech Times*, 24 Aralık 2014, www.techtimes.com/articles/22888/20141224/scientists-discover-rods-and-cones-in-300-million-year-old-fish-eyes-what-findings-suggest.htm.
14. Brown, "Fish Intelligence".
15. Losey, George S. ve diğ., "The UV Visual World of Fishes: A Review", *Journal of Fish Biology* 54, no. 5 (1999): 921-43.
16. Siebeck, Ulrike E. ve diğ., "A Species of Reef Fish That Uses Ultraviolet Patterns for Covert Face Recognition", *Current Biology* 20, no. 5 (2010): 407-10.
17. Siebeck, Ulrike E. ve N. Justin Marshall, "Ocular Media Transmission of Coral Reef Fish – Can Coral Reef Fish See Ultraviolet Light?", *Vision Research* 41 (2001): 133-49.
18. Satranç tahtası üzerinde kamufle olmuş pisibalığının fotoğrafı için bkz. www.biology-pages.info/C/Chromatophores.html.
19. Smithsonian Ulusal Doğa Tarihi Müzesi'ndeki bilgi panosu, Washington, D.C., Eylül 2012.
20. Norman ve Greenwood, *History of Fishes.*
21. Woodland, D. J. ve diğ., "A Synchronized Rhythmic Flashing Light Display by Schooling '*Leiognathus Splendens*' (Leiognathidae: Perciformes)", *Marine and Freshwater Research* 53, no. 2 (2002): 159-62; Sasaki, Akara ve diğ., "Field Evidence for Bioluminescent Signaling in the Pony Fish, *Leiognathus elongatus*", *Environmental Biology of Fishes* 66 (2003): 307-11.
22. Morin, James G. ve diğ., "Light for All Reasons: Versatility in the Behavioral Repertoire of the Flashlight Fish", *Science* 190 (1975): 74-76.
23. Palumbi, Stephen R. ve Anthony R. Palumbi, *The Extreme Life of the Sea*, Princeton: Princeton University Press, 2014.
24. Pepperberg, Irene, *Alex & Me: How a Scientist and a Parrot Uncovered a Hidden World of Animal Intelligence – and Formed a Deep Bond in the Process*, New York: HarperCollins, 2008, s. 202.
25. Sovrano, Valeria Anna, Liliana Albertazzi ve Orsola Rosa Salva, "The Ebbinghaus Illusion in a Fish (*Xenotoca eiseni*)", *Animal Cognition* 18 (2015): 533-42.
26. Sovrano, V. A., "Perception of the Ebbinghaus and Müller-Lyer Illusion in a Fish (*Xenotoca eiseni*)", CogEvo 2014, 4. Rovereto Bilişsellik ve Evrim Atölyesi, Rovereto, İtalya, 7-9 Temmuz.
27. Salva, O. R., V. A. Sovrano ve Giorgio Vallortigara, "What Can Fish Brains Tell Us About Visual Perception?" *Frontiers in Neural Circuits* 8 (2014): 119,

doi:10.3389/fncir.2014.00119.
28. Morris, Desmond, *Animalwatching: A Field Guide to Animal Behavior*, Londra: Jonathan Cape, 1990.

Balıkların İşittikleri, Kokladıkları ve Tattıkları

1. Phillpotts, Eden, *A Shadow Passes*, Londra: Cecil Palmer and Hayward, 1918, s. 19. Bu söz çoğu zaman W. B. Yeats veya Bertrand Russell'a atfedilir.
2. Helfman ve diğ., *Diversity of Fishes*; Kasumyan, A. O. ve Kjell B. Døving (2003) "Taste Preferences in Fish", *Fish and Fisheries* 4, no. 4 (1997): 289-347.
3. Ladich, Friedrich (2004) "Sound Production and Acoustic Communication", *The Senses of Fish: Adaptations for the Reception of Natural Stimuli* içinde, haz. Gerhard Von der Emde ve diğ., Dordrecht, Hollanda: Springer, 2004, s. 210-30.
4. Norman ve Greenwood, *History of Fishes*.
5. Myrberg Jr., Arthur A. ve M. Lugli, "Reproductive Behavior and Acoustical Interactions", *Communication in Fishes* içinde, haz. Friedrich Ladich ve diğ., Enfield, NH: Science Publishers, 2006, s. 149-76.
6. Helfman ve Collette, *Fishes: The Animal Answer Guide*.
7. Lunz, Tania, "The Bee Battles: Karl von Frisch, Adrian Wenner and the Honey Bee Dance Language Controversy", *Journal of the History of Biology* 38, no. 3 (2005): 535-70.
8. Norman ve Greenwood, *History of Fishes*.
9. Norman ve Greenwood, *History of Fishes*.
10. Mann, David A., Zhongmin Lu ve Arthur N. Popper, "A Clupeid Fish Can Detect Ultrasound", *Nature* 389 (1997): 341; Mann, D. A. ve diğ., "Detection of Ultrasonic Tones and Simulated Dolphin Echolocation Clicks by a Teleost Fish, the American Shad (*Alosa sapidissima*)", *Journal of the Acoustical Society of America* 104, no.1 (1998): 562-68.
11. Sand, O. ve H. E. Karlsen, "Detection of Infrasound and Linear Acceleration in Fishes", *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences* 355 (2000): 1295-98.
12. McCauley, Robert D., Jane Fewtrell ve Arthur N. Popper, "High Intensity Anthropogenic Sound Damages Fish Ears", *The Journal of the Acoustical Society of America* 113, no. 1 (2003): 638-42.
13. Angas, Arill ve diğ., "Effects of Seismic Shooting on Local Abundance and Catch Rates of Cod (*Gadus morhua*) and Haddock (*Melanogrammus aeglefinus*)", *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 53 (1996): 2238-49.
14. Reebs, Stéphan, *Fish Behavior in the Aquarium and in the Wild*, Ithaca, New York: Cornstock Publishing Associates/Cornell University Press, 2001.
15. Sosin ve Clark, *Through the Fish's Eye*.

16. Sosin ve Clark, *Through the Fish's Eye*. Ganalı bir balıkçının balıkların sesini dinlediğini anlatan bir makale için bkz. Konesni, B., "Songs of the Lalaworlor: Musical Labor on Ghana's Fishing Canoes", 14 Haziran 2008, www.worksongs.org/blog/2013/10/18/songs-of-the-lalaworlor-musical-labor-on-ghanas-fishing-canoes.
17. Millot, Sandie, Pierre Vandewalle ve Eric Parmentier, "Sound Production in Red-Bellied Piranhas (*Pygocentrus nattereri*, Kner): An Acoustical, Behavioural and Morphofunctional Study", *Journal of Experimental Biology* 214 (2011): 3613-18.
18. Chase, Ava R., "Music Discriminations by Carp (*Cyprinus carpio*)", *Animal Learning and Behavior* 29, no. 4 (2001): 336-53.
19. Chase, "Music Discriminations", s. 352.
20. Fay, Richard R., "Perception of Spectrally and Temporally Complex Sounds by the Goldfish (*Carassius auratus*)", *Hearing Research* 89 (1995): 146-54.
21. Papoutsoglou, Sofronios E. ve diğ., "Common Carp (*Cyprinus carpio*) Response to Two Pieces of Music ("Eine Kleine Nachtmusik" and "Romanza") Combined with Light Intensity, Using Recirculating Water System", *Fish Physiology and Biochemistry* 36, no. 3 (2009): 539-54.
22. Hole, Jenny ve diğ., "Music as an Aid for Postoperative Recovery in Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis", *Lancet* 386 (2015): 1659-71.
23. Karakatsouli ile kişisel diyaloğumdan, Haziran 2015.
24. Wilson, Ben, Robert S. Batty ve Lawrence M. Dill, "Pacific and Atlantic Herring Produce Burst Pulse Sounds", *Proceedings of the Royal Society of London, B: Biological Sciences* 271, ek 3 (2004): 95-97.
25. Wilson ve diğ., "Herring Produce Burst Pulse Sounds".
26. Rafferty, Nicole E. ve Janette Wenrick Boughman, "Olfactory Mate Recognition in a Sympatric Species Pair of Three-Spined Sticklebacks", *Behavioral Ecology* 17, no. 6 (2006): 965-70.
27. Norman ve Greenwood, *History of Fishes*.
28. Sosin ve Clark, *Through the Fish's Eye*.
29. Sara, Toshiaki J., "Olfaction in Fish", *Progress in Neurobiology* 5, 4. Bölüm (1975): 271-335.
30. Sosin ve Clark, *Through the Fish's Eye*.
31. Frisch, Karl von, "The Sense of Hearing in Fish", *Nature* 141 (1938): 8-11; "Über einen Schreckstoff der Fischhaut und seine biologische Bedeutung", *Zeitschrift fur vergleichende Physiologie* 29, no. 1 1942): 46-145.
32. Reebs, *Fish Behavior*.
33. Smith, R. Jan F., "Alarm Signals in Fishes", *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 2 (1992): 33-63; Pfeiffer, Wolfgang, "The Distribution of Fright Reaction and Alarm Substance Cells in Fishes", *Copeia* 1977, no. 4 (1977): 653-65.
34. Brown, Grant E., Douglas P. Chivers ve R. Jan F. Smith, "Fathead Minnows Avoid Conspecific and Heterospecific Alarm Pheromones in the Faeces of Northern Pike", *Journal of Fish Biology* 47, no. 3 (1995): 387-93; "Effects of

Diet on Localized Defecation by Northern Pike, *Esox lucius*", *Journal of Chemical Ecology* 22, no. 3 (1996): 467-75.
35. Brown, Chivers, ve Smith, "Localized Defecation by Pike: A Response to Labelling by Cyprinid Alarm Pheromone?", *Behavioral Ecology and Sociobiology* 36 (1995): 105-10.
36. Hueter, Robert E. ve diğ., "Sensory Biology of Elasmobranchs", *Biology of Sharks and Their Relatives* içinde, haz. Jeffrey C. Carrier, John A. Musick ve Michael R. Heithaus, Boca Raton, FL: CRC Press, 2004.
37. Roberts, Laura Jayne ve Carlos Garcia de Leaniz, "Something Smells Fishy: Predator-Naive Salmon Use Diet Cues, Not Kairomones, to Recognize a Sympatric Mammalian Predator", *Animal Behaviour* 82 (2011), no. 4: 619-25.
38. Tavolga, W. N., "Visual, Chemical and Sound Stimuli as Cues in the Sex Discriminatory Behaviour of the Gobiid Fish *Bathygobius soporator*", *Zoologica* 41 (1956): 49-64.
39. Fisher, Heidi S. ve Gil G. Rosenthal, "Female Swordtail Fish Use Chemical Cues to Select Well-Fed Mates", *Animal Behaviour* 72 (2006): 721-25.
40. Pietsch, Theodore W., *Oceanic Anglerfishes: Extraordinary Diversity in the Deep Sea*, Berkeley, CA: University of California Press, 2009.
41. Pietsch, *Oceanic Anglerfishes*.
42. Rosenthal, Gil G. ve diğ., "Tactical Release of a Sexually-Selected Pheromone in a Swordtail Fish", *PLoS ONE* 6, no. 2 (2011): e16994, doi:10.1371/journal.pone.0016994.
43. Balıklarda tat tercihlerine dair mükemmel bir inceleme için bkz. Kasumyan ve Doving, "Taste Preferences in Fish".
44. McFarland, *Oxford Companion to Animal Behavior*; Sosin ve Clark, *Through the Fish's Eye*.
45. Finger, Thomas E. ve diğ., "Postlarval Growth of the Peripheral Gustatory System in the Channel Catfish, *Ictalurus punctatus*", *The Journal of Comparative Neurology* 314, no. 1 (1991): 55-66.
46. Yamamoto, Yoshiyuki, "Cavefish", *Current Biology* 14, no. 22 (2002): R943.
47. Norman ve Greenwood, *History of Fishes*.
48. Reebs, *Fish Behavior*, s. 86.

Yön Bulma, Dokunma ve Ötesi

1. Stegner, Wallace, *Angle of Repose*, New York: Doubleday, 1971.
2. Helfman ve diğ. *Diversity of Fishes* (2009).
3. Braithwaite, Victoria A. ve Theresa Burt De Perera, "Short-Range Orientation in Fish: How Fish Map Space", *Marine and Freshwater Behaviour and Physiology* 39, no. 1 (2006): 37-47.
4. Eder, Stephan H. K. ve diğ., "Magnetic Characterization of Isolated Candidate Vertebrate Magnetoreceptor Cells", *Proceedings of the National Aca-*

demy of Sciences of the United States of America 109 (2912): 12022-27.
5. Dittman, Andrew H. ve Thomas P. Quinn, "Homing in Pacific Salmon: Mechanisms and Ecological Basis", *Journal of Experimental Biology* 199 (1996): 83-91.
6. Hasler, Arthur D. ve Allan T. Scholz, *Olfactory Imprinting and Homing in Salmon: Investigations into the Mechanism of the Homing Process*, Berlin: Springer-Verlag, 1983.
7. Ueda, Hiroshi ve diğ., "Lacustrine Sockeye Salmon Return Straight to Their Natal Area from Open Water Using Both Visual and Olfactory Cues", *Chemical Senses* 23 (1998): 207-12.
8. Norman ve Greenwood, *History of Fishes*.
9. Myrberg ve Fuiman, "Sensory World of Coral Reef Fishes".
10. Perera, T. Burt de, "Fish Can Encode Order in Their Spatial Map", *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 271 (2004): 2131-34, doi: 10.1098/rspb.2004.2867.
11. Perera, T. Burt de ve V. A. Braithwaite, "Laterality in a Non-Visual Sensory Modality – The Lateral Line of Fish", *Current Biology* 15, no. 7 (2005): 241-242.
12. Palmer, Brian, "Special Sensors Allow Fish to Dart Away from Potential Threats at the Last Moment", *Washington Post*, 26 Kasım 2012, www.washingtonpost.com/national/health-science/special-sensors-allow-fish-to-dart-away-from-potential-theats-at-thelastmoment/2012/11/26/574d0960-3254-11e2-bb9b-288a310849ee_story.html.
13. Nelson, Mark E., "Electric Fish", *Current Biology* 21, no. 14 (2011): 528-529.
14. Fields, R. Douglas, "The Shark's Electric Sense", *Scientific American* 297 (2007): 74-81.
15. Murray, R. W., "Electrical Sensitivity of the Ampullae of Lorenzini", *Nature* 187 (1960): 957, doi:10.1038/187957a0.
16. Helfman ve diğ., *Diversity of Fishes* (1997).
17. Paintner, Stephen ve Bernd Kramer, "Electrosensory Basis for Individual Recognition in a Weakly Electric, Mormyrid Fish, *Pollimyrus adspersus* (Gunther, 1866)", *Behavioral Ecology & Sociobiology* 55 (2003): 197-208. doi:10.1007/s00265-003-0690-4.
18. Nelson, "Electric Fish".
19. Scheffel, Andreas ve Bernd Kramer, "Intra-and Interspecific Communication among Sympatric Mormyrids in the Upper Zambezi River", *Communication in Fishes* içinde, haz. Ladich ve diğ., Enfield, NH: Science Publishers, 2006, s. 733-51.
20. Bullock, Theodore H., Robert H. Hamstra Jr. ve Henning Scheich, "The Jamming Avoidance Response of High Frequency Electric Fish", *Journal of Comparative Physiology* 77, no. 1 (1972): 1-22.
21. Feng, A. S., "Electric Organs and Electroreceptors", *Comparative Animal Physiology* içinde, 4. Baskı, haz. C. L. Prosser, New York: John Wiley and Sons, 1991, s. 217-34.

22. Scheffel ve Kramer, "Intra-and Interspecific Communication".
23. Helfman ve diğ., *Diversity of Fishes* (1997).
24. Helfman ve diğ., *Diversity of Fishes* (1997).
25. www.thedodo.com/why-this-fish-likes-to-get-pet-494271543.html.
26. Bshary, Redouan ve Manuela Wurth, "Cleaner Fish *Labroides dimidiatus* Manipulate Client Reef Fish by Providing Tactile Stimulation", *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences* 268 (2001): 1495-1501.
27. Holland, Jennifer S., *Unlikely Friendships: 47 Remarkable Stories from the Animal Kingdom*, New York: Workman Publishing, 2011, s. 32.
28. *Shark* [doğa belgeseli dizisi], BBC, 2015, www.bbc.co.uk/programmes/p02n7s0d.
29. Furnweger, Karen, "Shark Week: Sharks of a Different Stripe", Shedd Aquarium Blog, 6 Ağustos 2013, www.sheddaquarium.org/blog/2013/08/Shark-Week-Sharks-of-a-Different-Stripe.
30. Thys, Tierney, "Swimming Heads", *Natural History* 103 (1994): 36-39.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM: BALIKLARIN HİSSETTİKLERİ

Acı, Bilinç ve Farkındalık

1. Lawrence, D. H., "Fish".
2. Lawrence, D. H., "Fish".
3. Hasler, Caleb T. ve diğ., "Opinions of Fisheries Researchers, Managers, and Anglers Towards Recreational Fishing Issues: An Exploratory Analysis for North America", *American Fisheries Symposium* 75 (2011): 141-70.
4. Muir, R. ve diğ., "Attitudes Towards Catch-and-Release Recreational Angling, Angling Practices and Perceptions of Pain and Welfare in Fish in New Zealand", *Animal Welfare* 22 (2013): 323-29.
5. Rose, James D. ve diğ., "Can Fish Really Feel Pain?" *Fish and Fisheries* 15, no. 1 (2014): 97-133, çevrimiçi yayımlanma tarihi: 20 Aralık 2012, doi:10.1111/faf.12010. Bu kitap baskıya gittiği sırada, Avustralyalı sinirbilimci Brian Key'in imzasını taşıyan "Why Fish Do Not Feel Pain" başlıklı bir makale *Animal Sentience* dergisinde yayımlandı ve aynı dergide (çoğunlukla makaledeki argümanları çürüten) birçok yorumun yayımlanmasına neden oldu. Dergi için bkz. http://animalstudiesrepository.org/animsent.
6. Jarvis, Erich D. ve diğ., "Avian Brains and a New Understanding of Vertebrate Brain Evolution", *Nature Reviews Neuroscience* 6 (2005): 151-59.
7. Salva, O. R., V. A. Sovrano ve G. Vallortigara, "What Can Fish Brains Tell Us About Visual Perception?", *Frontiers in Neural Circuits* 8 (2014): 119, doi:10.3389/fncir.2014.00119.
8. Jones, Keith A., *Knowing Bass: The Scientific Approach to Catching More Fish*, Guilford, CT: Lyons Press, 2001, s. 244.
9. Beukema, J. J., "Acquired Hook-Avoidance in the Pike *Esox lucius L.* Fished

with Artificial and Natural Baits", *Journal of Fish Biology* 2, no. 2 (1970): 155-60; Beukema, J. J., "Angling Experiments with Carp (*Cyprinus carpio L.*) II. Decreased Catchability Through One Trial Learning", *Netherlands Journal of Zoology* 19 (1970): 81-92.

10. Anderson, R. O. ve M. L. Heman (1969) "Angling as a Factor Influencing the Catchability of Largemouth Bass", *Transactions of the American Fisheries Society* 98 (1969): 317-20.
11. Friedrich, Bruce, "Toward a New Fish Consciousness: An Interview with Dr. Culum Brown", 23 Haziran 2014, www.thedodo.com/community/FarmSanctuary/toward-a-new-fish-consciousness-601529872.html.
12. Braithwaite, Victoria A., *Do Fish Feel Pain?*, Oxford: Oxford University Press, 2010; Sneddon, Lynne U., "The Evidence for Pain in Fish: The Use of Morphine as an Analgesic", *Applied Animal Behaviour Science* 83, no. 2 (2003): 153-62.
13. Sneddon, L. U., "Pain in Aquatic Animals", *Journal of Experimental Biology* 218 (2015): 967-76.
14. Sneddon, L. U., V. A. Braithwaite ve Michael J. Gentle, "Do Fishes Have Nociceptors? Evidence for the Evolution of a Vertebrate Sensory System", *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 270 (2003): 1115-21; Braithwaite, *Do Fish Feel Pain?* içinde.
15. Chervova, Lilia S. ve Dmitri N. Lapshin, "Pain Sensitivity of Fishes and Analgesia Induced by Opioid and Nonopioid Agents", *Proceedings of the Fourth International Iran and Russia Conference*, Moskova: Moskova Devlet Üniversitesi, 2004.
16. Braithwaite, *Do Fish Feel Pain?*, s. 68.
17. Csányi, Vilmos and Judit Gervai, "Behavior-Genetic Analysis of the Paradise Fish, *Macropodus opercularis*. II. Passive Avoidance Learning in Inbred Strains", *Behavior Genetics* 16, no. 5 (1986): 553-57.
18. Maximino, Caio, "Modulation of Nociceptive-like Behavior in Zebrafish (*Danio rerio*) by Environmental Stressors", *Psychology and Neuroscience* 4, no. 1 (2011): 149-55.
19. Sneddon, L. U., "Clinical Anesthesia and Analgesia in Fish", *Journal of Exotic Pet Medicine* 21, no. 1 (2012): 32-43; "Do Painful Sensations and Fear Exist in Fish?", *Animal Suffering: From Science to Law: International Symposium* içinde, haz. Thierry Auffret Van der Kemp ve Martine Lachance, Toronto: Carswell, 2013, s. 93-112.
20. Nordgreen, Janicke ve diğ. (2009) "Thermonociception in Fish: Effects of Two Different Doses of Morphine on Thermal Threshold and Post-Test Behaviour in Goldfish (*Carassius auratus*)", *Applied Animal Behaviour Science* 119 (2009): 101-7.
21. *AVMA Hayvanlarda Ötenazi İçin Kılavuz: 2013 Edisyonu*, Amerikan Veteriner Hekimler Birliği, www.avma.org/KB/Policies/Documents/euthanasia.pdf.
22. Low, Philip ve diğ., "The Cambridge Declaration on Consciousness", İnsan-

larda ve İnsan Olmayan Hayvanlarda Bilinç konulu Francis Crick Anma Konferansı'nda okundu, Cambridge, BK, 7 Temmuz 2012.

23. Bradshaw, G. A., "The Elephants Will Not Be Televised", *Psychology Today*, 4 Aralık 2012, www.psychologytoday.com/blog/bear-in-mind/201212/the-elephants-will-not-be-televised.
24. Ehrensing, Rudoph H. ve Gary F. Michell, "Similar Antagonism of Morphine Analgesia by MIF-1 and Naloxone in *Carassius auratus*", *Pharmacology Biochemistry and Behavior* 17, no. 4 (1981): 757-61; Beukema, "Acquired Hook-Avoidance", "Angling Experiments with Carp".

Stresten Sevinee

1. Curtis, Brian, *The Life Story of the Fish: His Manners and Morals*, New York: Harcourt Brace, 1949; yeniden basım: Dover Publications, 1961.
2. Dunayer, Joan, *Animal Equality: Language and Liberation*, Derwood, MD: Ryce Publishing, 2001.
3. Chandroo, K. P., I. J. H. Duncan ve R. D. Moccia (2004) "Can Fish Suffer? Perspectives on Sentience, Pain, Fear and Stress", *Applied Animal Behaviour Science* 86 (2004): 225-50; Broglio, C. ve diğ., "Hallmarks of a Common Forebrain Vertebrate Plan: Specialized Pallial Areas for Spatial, Temporal and Emotional Memory in Actinopterygian Fish", *Brain Research Bulletin* 66 (2005): 277-81; Boyle, Eleanor, "Neuroscience and Animal Sentience", Mart 2009, www.ciwf.org.uk/includes/documents/cm_docs/2009/b/boyle_2009_neuroscience_and_animal_sentience.pdf.
4. Huntingford, F. A. ve diğ., "Current Issues in Fish Welfare", *Journal of Fish Biology* 68, no. 2 (2006): 332-72; Bonga, S. E. Wendelaaar, "The Stress Response in Fish", *Physiological Reviews* 77, no. 3 (1997): 591-625.
5. Reddon, Adam R. ve diğ., "Effects of Isotocin on Social Responses in a Cooperatively Breeding Fish", *Animal Behaviour* 84 (2012): 753-60; "Swimming with Hormones: Researchers Unravel Ancient Urges That Drive the Social Decisions of Fish", McMaster Üniversitesi Basın Bülteni, 9 Ekim 2012, www.eurekalert.org/pub_releases/2012-10/mu-swh100912.php.
6. Chandroo ve diğ., "Can Fish Suffer?".
7. Portavella, Manuel, Blas Torres ve Cosme Salas, "Avoidance Response in Goldfish: Emotional and Temporal Involvement of Medial and Lateral Telencephalic Pallium", *Journal of Neuroscience* 24, no. 9 (2004): 2335-42.
8. Chandroo ve diğ., "Can Fish Suffer?".
9. Huntingford ve diğ., "Current Issues in Fish Welfare".
10. Klaminder, Jonatan ve diğ., "The Conceptual Imperfection of Aquatic Risk Assessment Tests: Highlighting the Need for Tests Designed to Detect Therapeutic Effects of Pharmaceutical Contaminants", *Environmental Research Letters* 9, no. 8 (2014): 084003.
11. Chivers, D. P. ve R. J. F. Smith, "Fathead Minnows, *Pimephales promelas*, Ac-

quire Predator Recognition When Alarm Substance Is Associated with the Sight of Unfamiliar Fish", *Animal Behaviour* 48, no. 3 (1994): 597-605.
12. Crane, Adam L. ve Maud C. O. Ferrari, "Minnows Trust Conspecifics More Than Themselves When Faced with Conflicting Information About Predation Risk", *Animal Behaviour* 100 (2015): 184-90.
13. Balcombe, J. P., Neal D. Barnard ve Chad Sandusky, "Laboratory Routines Cause Animal Stress", *Contemporary Topics in Laboratory Animal Science* 43, no. 6 (2004): 42-51.
14. Liv, L. ve diğ., "An Affective Disorder in Zebrafish with Mutation of the Glucocorticoid Receptor", *Molecular Psychiatry* 18 (2013): 681-91.
15. Whyte, Chelsea, "Study: Fish Get a Fin Massage and Feel More Relaxed", *Washington Post*, 21 Kasım 2011, www.washingtonpost.com/national/health-science/study-fish-get-a-fin-massage-and-feel-more-relaxed/2011/11/16/gIQAxoZvhNstory.html.
16. Soares, Marta C. ve diğ., "Tactile Stimulation Lowers Stress in Fish", *Nature Communications* 2 (2011): 534.
17. Lett, Bow Tong ve Virginia L. Grant, "The Hedonic Effects of Amphetamine and Pentobarbital in Goldfish", *Pharmacological Biochemistry and Behavior* 32, no. 1 (1989): 355-56.
18. Groos, Karl, *The Play of Animals*, New York: Appleton and Company, 1898.
19. Burghardt, Gordon M., *The Genesis of Animal Play: Testing the Limits*, Cambridge, MA: The MIT Press, 2005.
20. Burghardt, G. M., Vladimir Dinets ve James B. Murphy, "Highly Repetitive Object Play in a Cichlid Fish (*Tropheus duboisi*)", *Ethology* 121, no. 1 (2014): 38-44.
21. Hoese, H. Dickson, "Jumping Mullet – The Internal Diving Bell Hypothesis", *Environmental Biology of Fishes* 13, no. 4 (1985): 309-14.
22. Burghardt, *Genesis of Animal Play*.

BEŞİNCİ BÖLÜM: BALIKLARIN DÜŞÜNDÜKLERİ

Yüzgeçler, Pullar ve Zekâ

1. Faraday, Michael (19 Mart 1849) laboratuvar günlüğü girdisi #10.040, *The Life and Letters of Faraday* 2. Cilt içinde, haz. Henry Bence Jones, Longmans, Green and Company, s. 253.
2. Dinets, Vladimir, *Dragon Songs: Love and Adventure among Crocodiles, Alligators and Other Dinosaur Relations*, New York: Arcade Publishing, 2013, s. 317.
3. Tolman, Edward C., "Cognitive Maps in Rats and Men", *The Psychological Review* 55, no. 4 (1948): 189-208.
4. Aronson, Lester R., "Further Studies on Orientation and Jumping Behaviour in the Gobiid Fish, *Bathygobius soporator*", *Annals of the New York Academy of Sciences* 188 (1971): 378-92.

5. White, G. E. ve C. Brown, "Microhabitat Use Affects Brain Size and Structure in Intertidal Gobies", *Brain, Behavior and Evolution* 85, no. 2 (2015): 107-16.
6. Dinets, V., *New Reddit Journal of Science*'ın *r/science* başlıklı forumundaki paylaşım, 6 Kasım 2014, www.reddit.com/r/science/comments/2lgxl6.
7. Pitcher, Tony J., "Giriş", *Fish Cognition and Behaviour* içinde, haz. Culum Brown, Kevin Laland ve Jens Krause, Oxford: Wiley-Blackwell, 2006.
8. Reighard, Jacob (1908) "An Experimental Field-study of Warning Coloration in Coral Reef Fishes", *Papers from the Tortugas Laboratory of the Carnegie Institution of Washington*, 2. Cilt, Washington, D.C.: Carnegie Enstitüsü, 1908, s. 257-325.
9. Brown, Culum, "Familiarity with the Test Environment Improves Escape Responses in the Crimson Spotted Rainbowfish, *Melanotaenia duboulayi*", *Animal Cognition* 4 (2001): 109-13.
10. Beukema, "Acquired Hook-Avoidance", "Angling Experiments with Carp".
11. Csanyi, Vilmos ve Antal Doka, "Learning Interactions between Prey and Predator Fish", *Marine Behaviour and Physiology* 23 (1993): 63-78.
12. Catchpole, Zoe, "Fish with a Memory for Meals Like a Pavlov Dog", *The Telegraph*, 2 Şubat 2008, www.telegraph.co.uk/news/earth/earthnews/3323994/Fish-with-a-memory-for-meals-like-a-Pavlov-dog.html.
13. Reebs, *Fish Behavior*, s. 74.
14. Chandroo ve diğ., "Can Fish Suffer?".
15. Brown, Culum, yayımlanmamış veri; Reebs, Stephan G., "Time-Place Learning in Golden Shiners (Pisces: *Cyprinidae*)", *Behavioral Processes* 36, no. 3 (1996): 253-62.
16. Reebs, "Time-Place Learning"; Gomez-Laplaza, L. M. ve R. Gerlai, "Quantification Abilities in Angelfish (*Pterophyllum scalare*): The Influence of Continuous Variables", *Animal Cognition* 16 (2013): 373-83.
17. Means, Larry W., S. R. Ginn, M. P. Arolfo ve J. D. Pence, "Breakfast in the Nook and Dinner in the Dining Room: Time-of-day Discrimination in Rats", *Behavioral Processes* 49 (2000): 21-33.
18. Biebach, Herbert, Marijke Gordijn ve John R. Krebs, "Time-and-Place Learning by Garden Warblers, *Sylvia borin*", *Animal Behaviour* 37 (1989): 353-60.
19. McNeil, W. J., "Expansion of Cultured Pacific Salmon into Marine Ecosystems", *Aquaculture* 98 (1991): 123-30; www.usbr.gov/uc/rm/amp/twg/mtgs/03jun30/Attach02.pdf.
20. Griffin, Andrea S., Daniel T. Blumstein ve Christopher S. Evans, "Training Captive-Bred or Translocated Animals to Avoid Predators", *Conservation Biology* 14 (2000): 1317-26.
21. Mesquita, Flavia de Oliveira ve Robert John Young, "The Behavioural Responses of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) to Anti-Predator Training", *Applied Animal Behaviour* Science 106 (2007): 144-54.
22. Aronson, Lester R., Frederick R. Aronson ve Eugenie Clark, "Instrumental

Conditioning and Light-Dark Discrimination in Young Nurse Sharks", *Bulletin of Marine Science* 17, no. 2 (1967): 249-56.
23. *Shark*, BBC, 2015, www.bbc.co.uk/programmes/p02n7s0d.
24. Kuba, Michael J., Ruth A. Byrne ve Gordon M. Burghardt, "A New Method for Studying Problem Solving and Tool Use in Stingrays (*Potamotrygon castexi*)", *Animal Cognition* 13, no. 3 (2010): 507-13.
25. Beck, Benjamin B., *Animal Tool Behavior: The Use and Manufacture of Tools by Animals*, New York: Taylor and Francis, 1980.
26. Sheenaja, K. K. ve K. John Thomas, "Influence of Habitat Complexity on Route Learning Among Different Populations of Climbing Perch (*Anabas testudineus* Bloch, 1792)", *Marine and Freshwater Behaviour and Physiology* 44, no. 6 (2011): 349-58.
27. Lisa Davis ile kişisel diyaloğumdan, Eylül 2013.

Aletler, Planlar ve Maymun Zihinler

1. Tennyson, Alfred Lord, "Locksley Hall", 1835.
2. Bernardi, Giacomo, "The Use of Tools by Wrasses (Labridae)", *Coral Reefs* 31 (2012), no. 1: 39; video için bkz. www.youtube.com/watch?v=P_MYQy_eeTQ&ab_channel=GiacomoBernardi.
3. Paśko, Łukasz, "Tool-like Behavior in the Sixbar Wrasse, *Thalassoma hardwicke* (Bennett, 1830)", *Zoo Biology* 29, no. 6 (2010): 767-73.
4. Shumaker, Robert W., Kristina R. Walkup ve Benjamin B. Beck, *Animal Tool Behavior: The Use and Manufacture of Tools by Animals*, gözden geçirilmiş ve yenilenmiş versiyon, Baltimore: Johns Hopkins University Press, 2011.
5. Schuster, Stefan ve diğ., "Animal Cognition: How Archer Fish Learn to Down Rapidly Moving Targets", *Current Biology* 16, no. 4 (2006): 378-83.
6. Schuster, Stefan ve diğ., "Archer Fish Learn to Compensate for Complex Optical Distortions to Determine the Absolute Size of Their Aerial Prey", *Current Biology* 14, no. 17 (2004): 1565-68, doi:10.1016/j.cub.2004.08.050.
7. Millot, Sandie ve diğ., "Innovative Behaviour in Fish: Atlantic Cod Can Learn to Use an External Tag to Manipulate a Self-Feeder", *Animal Cognition* 17, no. 3 (2014): 779-85.
8. O'Brien, Gordon C. ve diğ., "First Observation of African Tigerfish *Hydrocynus vittatus* Predating on Barn Swallows *Hirundorustica* in Flight", *Journal of Fish Biology* 84, no. 1 (2014): 263-66, doi:10.1111/jfb.12278.
9. O'Brien, G. C. ve diğ., "A Comparative Behavioural Assessment of an Established and New Tigerfish (*Hydrocynus vittatus*) Population in Two Artificial Impoundments in the Limpopo Catchment, Southern Africa", *African Journal of Aquatic Sciences* 37, no. 3 (2012): 253-63.
10. Malein, Flora, "Catfish Hunt Pigeons in France", *Tech Guru Daily*, 10 Aralık 2012, www.tgdaily.com/general-sciences-features/67959-catfish-hunt-pigeons-in-france.

11. Salwiczek, Lucie H. ve diğ., "Adult Cleaner Wrasse Outperform Capuchin Monkeys, Chimpanzees and Orangutans in a Complex Foraging Task Derived from Cleaner-Client Reef Fish Cooperation", *PLoS ONE 7* (2012): e49068. doi: 10.1371/journal.pone.0049068.
12. Abbott, Alison, "Animal Behaviour: Inside the Cunning, Caring and Greedy Minds of Fish", *Nature News*, 26 Mayıs 2015.
13. Salwiczek ve diğ., "Adult Cleaner Wrasses Outperform Capuchin Monkeys", s. 3.
14. Inoue, Sana ve Tetsuro Matsuzawa, "Working Memory of Numerals in Chimpanzees", *Current Biology* 17, no. 23 (2007): 1004-05.
15. "Insight Learning: Chimpanzee Problem Solving" başlıklı, bir şempanzenin bir yiyecek bulmacasını çözmek için Arşimet prensibinden spontane bir biçimde nasıl faydalandığını gösteren video: www.youtube.com/watch?v=fPz6uvIbWZE.
16. Linden, Eugene, *The Octopus and the Orangutan: Tales of Animal Intrigue, Intelligence and Ingenuity*, Londra: Plume, 2003.
17. Gardner, Howard (1983) *Frames of Mind: The Theory of Multiple Intelligences*, New York: Basic Books, 1983.

BEŞİNCİ BÖLÜM: BALIKLARIN TANIDIKLARI

Sosyal Hayat

1. Sansom, C. J., *Revelation: A Matthew Shardlake Tudor Mystery*, New York: Viking, 2009, s. 57.
2. McFarland, *Oxford Companion to Animal Behavior*.
3. Parrish, J. K. ve W. K. Kroen, "Sloughed Mucus and Drag Reduction in a School of Atlantic Silversides, *Menidia menidia*", *Marine Biology* 97 (1988): 165-69.
4. Chivers, D. P., G. E. Brown ve R. J. F. Smith, "Familiarity and Shoal Cohesion in Fathead Minnows (*Pimephales promelas*): Implications for Antipredator Behavior", *Canadian Journal of Zoology* 73, no. 5 (1995): 955-60.
5. Krause, Jens, "The Influence of Food Competition and Predation Risk on Size-assortative Shoaling in Juvenile Chub (*Leuciscus cephalus*)", *Ethology* 96, no. 2 (1994): 105-16.
6. McFarland, *Oxford Companion to Animal Behavior*.
7. McRobert, Scott P. ve Joshua Bradner, "The Influence of Body Coloration on Shoaling Preferences in Fish", *Animal Behaviour* 56 (1998): 611-15.
8. Krause, Jens ve Jean-Guy J. Godin, "Influence of Parasitism on Shoal Choice in the Banded Killifish (*Fundulus diaphanus*, Teleostei: Cyprinodontidae)", *Ethology* 102, no. 1 (1996): 40-49.
9. Örn. bkz. McFarland, *Oxford Companion to Animal Behavior*.
10. Hoare, D. J. ve diğ., "Context-Dependent Group Size Choice in Fish", *Animal Behaviour* 67, no. 1 (2004): 155-64.

11. Bshary, Redouan, "Machiavellian Intelligence in Fishes", *Fish Cognition and Behaviour* içinde, haz. C. Brown, K. Laland ve J. Krause, Oxford: Wiley-Blackwell, 2006.
12. McFarland, *Oxford Companion to Animal Behavior*.
13. Stromberg, Joseph, "Are Fish Far More Intelligent Than We Realize?", son güncellenme tarihi 4 Ağustos 2014, www.vox.com/2014/8/4/5958871/fish-intelligence-smart-research-behavior-pain.
14. Stromberg, "Are Fish Far More Intelligent Than We Realize?"
15. Grosenick, Logan, Tricia S. Clement ve Russell D. Fernald, "Fish Can Infer Social Rank by Observation Alone", *Nature* 445 (2007): 429-32.
16. Metcalfe, Neil B. ve Bruce C. Thomson, "Fish Recognize and Prefer to Shoal with Poor Competitors", *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences* 259 (1995): 207-10.
17. Dugatkin, Lee Alan ve D. S. Wilson, "The Prerequisites for Strategic Behavior in Bluegill Sunfish, *Lepomis macrochirus*", *Animal Behaviour* 44 (1992): 223-30.
18. Pete Brockdor ile kişisel diyaloğumdan, 12 Nisan 2014.
19. Newport, C., G. M. Wallis ve U. E. Siebeck, "Human Facial Recognition in Fish", Görsel Algı Üzerine Avrupa Konferansı Özetleri, *Perception* 42, ek 1 (2013): 160.
20. Helfman ve Collette, *Fishes: The Animal Answer Guide*.
21. Godard, Renee, "Long-Term Memory of Individual Neighbours in a Migratory Songbird", *Nature* 350 (1991): 228-29.
22. Thresher, Ronald E., "The Role of Individual Recognition in the Territorial Behaviour of the Threespot Damselfish, *Eupomacentrus planifrons*", *Marine Behaviour and Physiology* 6, no. 2 (1979): 83-93.
23. Muñoz, Roldan C. ve diğ., "Extraordinary Aggressive Behavior from the Giant Coral Reef Fish, *Bolbometopon muricatum*, in a Remote Marine Reserve", *PLoS ONE* 7, no. 6 (2012): e38120, doi:10.1371/journal.pone.0038120.
24. Muñoz ve diğ., "Extraordinary Aggressive Behavior".

Toplumsal Sözleşmeler

1. Seneca ("Manus manum lavet").
2. Grutter, Alexandra S., "Cleaner Fish", *Current Biology* 20, no. 13 (2010): 547-49.
3. Grutter, "Cleaner Fish"; McFarland, *Oxford Companion to Animal Behavior*.
4. Grutter, A. S., "Parasite Removal Rates by the Cleaner Wrasse *Labroides dimidiatus*", *Marine Ecology Progress Series* 130 (1996): 61-70.
5. Grutter, A. S., "The Relationship between Cleaning Rates and Ectoparasite Loads in Coral Reef Fishes", *Marine Ecology Progress Series* 118 (1995): 51-58.
6. Grutter, A. S., Jan Maree Murphy ve J. Howard Choat (2003) "Cleaner Fish Drives Local Fish Diversity on Coral Reefs", *Current Biology* 13, no. 1: 64-67.

7. Grutter, A. S., "Effect of the Removal of Cleaner Fish on the Abundance and Species Composition of Reef Fish", *Oecologia* 111, no. 1 (1997): 137-43.
8. McFarland, *Oxford Companion to Animal Behavior*.
9. Morris, Desmond, *Animalwatching: A Field Guide to Animal Behavior*, New York: Crown Publishers, 1990.
10. *Shark* [belgesel serisi], BBC, www.bbc.co.uk/programmes/p02n7s0d.
11. Tebbich, Sabine, Redouan Bshary ve Alexandra S. Grutter, "Cleaner Fish *Labroides dimidiatus* Recognise Familiar Clients", *Animal Cognition* 5, no. 3 (2002): 139-45.
12. Tebbich ve diğ., "Cleaner Fish *Labroides dimidiatus* Recognise Familiar Clients".
13. Bateson, Melissa, Susan D. Healy ve T. Andrew Hurly, "Context-Dependent Foraging Decisions in Rufous Hummingbirds", *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences* 270 (2003): 1271-76, www.jstor.org/stable/3558811?seq=1#page_scantabcontents.
14. Salwiczek, Lucie H. ve Redouan Bshary, "Cleaner Wrasses Keep Track of the 'When' and 'What' in a Foraging Task", *Ethology* 117, no. 11 (2011): 939-48.
15. Oates, Jennifer, Andrea Manica ve Redouan Bshary, "The Shadow of the Future Affects Cooperation in a Cleaner Fish", *Current Biology* 20, no. 11 (2010): R472-R473.
16. Bshary ve Wurth, "Cleaner Fish *Labroides dimidiatus* Manipulate".
17. Bshary ve Wurth.
18. Cheney, Karen L., R. Bshary ve A. S. Grutter, "Cleaner Fish Cause Predators to Reduce Aggression Towards Bystanders at Cleaning Stations", *Behavioural Ecology* 19, no. 5 (2008): 1063-67.
19. Bshary, "Machiavellian Intelligence in Fishes".
20. Bshary, R. ve Arun D'Souza, "Cooperation in Communication Networks: Indirect Reciprocity in Interactions Between Cleaner Fish and Client Reef Fish", *Animal Communication Networks* içinde, haz. Peter K. McGregor, Cambridge: Cambridge University Press, 2005, s. 521-39.
21. Bshary, R. ve A. S. Grutter, "Asymmetric Cheating Opportunities and Partner Control in the Cleaner Fish Mutualism", *Animal Behaviour* 63, no. 3 (2002): 547-55.
22. Bshary, "Machiavellian Intelligence in Fishes".
23. Soares, Marta C. ve diğ., "Does Competition for Clients Increase Service Quality in Cleaning Gobies?", *Ethology* 114, no. 6 (2008): 625-32.
24. Bshary, Andrea ve Redouan Bshary, "Self-Serving Punishment of a Common Enemy Creates a Public Good in Reef Fishes", *Current Biology* 20, no. 22 (2010): 2032-35.
25. Balcombe, J. P. ve M. Brock Fenton, "Eavesdropping by Bats: The Influence of Echolocation Call Design and Foraging Strategy", *Ethology* 79, no. 2 (1988): 158-66.
26. Warner, Robert R., "Traditionality of Mating-Site Preferences in a Coral Reef

Fish", *Nature* 335 (1988): 719-21.
27. Helfman ve diğ., *Diversity of Fishes* (2009).
28. Culum Brown ve Kevin M. Laland, "Social Learning in Fishes", *Fish Cognition and Behaviour* içinde, s. 186-202.
29. Giancarlo De Luca ve diğ., "Fishing Out Collective Memory of Migratory Schools", *Journal of the Royal Society Interface* 11, no. 95 (2014), doi:10.1098/rsif.2014.0043.
30. Uluslararası Balıkçılık Komisyonu (tarihsiz), "Status of Whales", erişim tarihi: 29 Kasım 2014, https://iwc.int/status.

İşbirliği, Demokrasi ve Barışı Koruma

1. Einstein, Albert, *The World As I See It*, Minneapolis, MN: Filiquarian Publishing, 2005, s. 44.
2. Partridge, Brian L., Jonas Johansson ve John Kalish, "The Structure of Schools of Giant Bluefin Tuna in Cape Cod Bay", *Environmental Biology of Fishes* 9 (1983): 253-62.
3. Lönnstedt, Oona M., Maud C. O. Ferrari ve Douglas P. Chivers, "Lionfish Predators Use Flared Fin Displays to Initiate Cooperative Hunting", *Biology Letters* 10, no. 6 (2014), doi:10.1098/rsbl.2014.0281.
4. Strubin, Carine, Marc Steinegger ve R. Bshary, "On Group Living and Collaborative Hunting in the Yellow Saddle Goatfish (*Parupeneus cyclostomus*)", *Ethology* 117, no. 11 (2011), 961-69.
5. Bshary, R. ve diğ., "Interspecific Communicative and Coordinated Hunting Between Groupers and Giant Moray Eels in the Red Sea", *PLoS Biology* 4 (2006): e431.
6. de Waal, Frans B. M., "Fishy Cooperation", *PLoS Biol* 4(2006): e444, https://doi.org/10.1371/journal.pbio.0040444.
7. Vail, Alexander L., Andrea Manica ve R. Bshary, "Referential Gestures in Fish Collaborative Hunting", *Nature Communications* 4 (2013): 1765, doi: 10.1038/ncomms2781; Pika, Simone ve Thomas Bugnyar, "The Use of Referential Gestures in Ravens (*Corvus corax*) in the Wild", *Nature Communications* 2 (2011): 560.
8. Vail, A. L., A. Manica ve R. Bshary, "Fish Choose Appropriately When and with Whom to Collaborate", *Current Biology* 24, no. 17 (2014): 791-793, doi:10.1016/j.cub.2014.07.033.
9. Yong, Ed, "When Your Prey's in a Hole and You Don't Have a Pole, Use a Moray", http://phenomena.nationalgeographic.com/2014/09/08/when-your-preys-in-a-hole-and-you-dont-have-a-pole-use-a-moray.
10. Hamilton, Jon, "In Animal Kingdom, Voting of a Different Sort Reigns", NPR Online, son güncellenme tarihi: 25 Ekim 2012, www.npr.org/2012/10/24/163561729/in-animal-kingdom-voting-of-a-different-sort-reigns3.
11. Couzin, Iain D., "Collective Cognition in Animal Groups", *Trends in Cogni-*

tive Sciences 13, no. 1 (2009): 36-43; Conradt, Larissa ve Timothy J. Roper, "Consensus Decision Making in Animals", *Trends in Ecology and Evolution* 20, no. 8 (2005): 449-56.
12. Sumpter, David J. T. ve diğ. (2008) "Consensus Decision Making by Fish", *Current Biology* 18: 1773-77.
13. Ward, Ashley J. W. ve diğ., "Quorum Decision-Making Facilitates Information Transfer in Fish Shoals", *PNAS* 105, no. 19 (2008): 6948-53.
14. Ward, A. J. W. ve diğ., "Fast and Accurate Decisions Through Collective Vigilance in Fish Shoals", *PNAS* 108, no. 6 (2011): 2312-15.
15. Bu konuyu şurada daha detaylı irdeliyorum: Balcombe, *Second Nature: The Inner Lives of Animals*, New York: Palgrave Macmillan, 2010.
16. Maynard-Smith, John ve George Price, "The Logic of Animal Conflict", *Nature* 246 (1973): 15-18.
17. Reebs, *Fish Behavior*.
18. McFarland, *Oxford Companion to Animal Behavior*.
19. Nelissen, Mark H. J., "Structure of the Dominance Hierarchy and Dominance Determining 'Group Factors' in *Melanochromis auratus* (Pisces, Cichlidae)", *Behaviour* 94 (1985): 85-107.
20. Wong, Marian Y. L. ve diğ., "The Threat of Punishment Enforces Peaceful Cooperation and Stabilizes Queues in a Coral-Reef Fish", *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences* 274 (2007): 1093-99.
21. Wong, M. Y. L. ve diğ., "Fasting or Feasting in a Fish Social Hierarchy", *Current Biology* 18, no. 9 (2008): 372-373.
22. Oliveira, Rui F., Peter K. McGregor ve Claire Latruffe, "Know Thine Enemy: Fighting Fish Gather Information from Observing Conspecific Interactions", *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences* 265 (1998): 1045-49.
23. Rocha, L. A., R. Ross ve G. Kopp, "Opportunistic Mimicry by a Jawfish", *Coral Reefs* 31 (2011): 285, doi:10.1007/s00338-011-0855-y.
24. Harlan, Ron, "Ten Devastatingly Deceptive or Bizarre Animal Mimics", Listverse, 20 Temmuz 2013, http://listverse.com/2013/07/20/10-devastatingly-deceptive-or-bizarre-animal-mimics.
25. McFarland, *Oxford Companion to Animal Behavior*.
26. Morris, *Animalwatching*.
27. Pietsch, *Oceanic Anglerfishes*.

YEDİNCİ BÖLÜM: BALIKLARIN ÜREME BİÇİMLERİ

Seks Hayatları

1. Milne, A. A., *Winnie-the-Pooh*, New York: Puffin Books, 1992.
2. Pandian, T. J., *Sexuality in Fishes*, Enfield, NH: Science Publishers, 2011.
3. Diana, James S., *Biology and Ecology of Fishes*, 2. Basım, Traverse City, MI: Biological Sciences Press/Cooper Publishing, 2004.

4. Sadovy, Yvonne de Mitcheson ve Min Liu, "Functional Hermaphroditism in Teleosts", *Fish and Fisheries* 9, no. 1 (2008): 1-43.
5. Warner, Robert R., "Mating Behavior and Hermaphroditism in Coral Reef Fishes", *American Scientist* 72, no. 2 (1984): 128-36.
6. Fricke, Hans ve Simone Fricke, "Monogamy and Sex Change by Aggressive Dominance in Coral Reef Fish", *Nature* 266 (1977): 830-32.
7. Helfman ve diğ., *Diversity of Fishes* (2009), s. 458.
8. Munakata, Arimune ve Makito Kobayashi, "Endocrine Control of Sexual Behavior in Teleost Fish", *General and Comparative Endocrinology* 165, no. 3 (2010): 456-68.
9. Yoji Ookata'nın bu fenomeni gösteren 23 Eylül 2012 tarihinde paylaşılmış bazı fotoğraflarına şuradan ulaşılabilir: http://mostlyopenocean.blogspot.com.au/2012/09/a-little-fish-makes-big-sand-sculptures.html.
10. Helfman ve diğ., *Diversity of Fishes* (2009).
11. Ostlund-Nilsson, Sara ve Mikael Holmlund, "The Artistic Three-Spined Stickleback (*Gasterosteus aculeatus*)", *Behavioral Ecology and Sociobiology* 53, no. 4 (2003): 214-20.
12. Ogden, Lesley Evans, "Fish Faking Orgasms and Other Lies Animals Tell for Sex", BBC Earth, 14 Şubat 2015, www.bbc.com/earth/story/20150214-fake-orgasms-and-other-sex-lies?ocid=fbert.
13. Norman ve Greenwood, *History of Fishes*.
14. Kohda, Masanori ve diğ., "Sperm Drinking by Female Catfishes: A Novel Mode of Insemination", *Environmental Biology of Fishes* 42, no. 1 (1995): 1-6.
15. Kohda ve diğ.
16. Morris, *Animalwatching*.
17. Plath, Martin ve diğ., "Male Fish Deceive Competitors About Mating Preferences", *Current Biology* 18, no. 15 (2008): 1138-41.
18. Schlupp, Ingo ve Michael J. Ryan, "Male Sailfin Mollies (*Poecilia latipinna*) Copy the Mate Choice of Other Males", *Behavioral Ecology* 8, no. 1 (1997): 104-07.
19. Norman ve Greenwood, *History of Fishes*.
20. TeWinkel, Lois E., "The Internal Anatomy of Two Phallostethid Fishes", *Biological Bulletin* 76, no. 1 (1939): 59-69.
21. Bailey, Ralph J., "The Osteology and Relationships of the Phallostethid Fishes", *Journal of Morphology* 59, no. 3 (2005): 453-83.
22. Langerhans, R. Brian, Craig A. Layman ve Thomas J. DeWitt, "Male Genital Size Reflects a Tradeoff Between Attracting Mates and Avoiding Predators in Two Live-Bearing Fish Species", *PNAS* 102, no. 21 (2005): 7618-23.
23. Norman ve Greenwood, *History of Fishes*.
24. Olivotto, Ike ve diğ., "Spawning, Early Development, and First Feeding in the Lemonpeel Angelfish *Centropyge flavissimus*", *Aquaculture* 253 (2006): 270-78.

Ebeveynlik Tarzları

1. Dickens, Charles, *Our Mutual Friend*, Oxford: Oxford University Press, 1989; Türkçesi: *Müşterek Dostumuz*, çev. Aslı Biçen, İthaki, 2019.
2. Norman and Greenwood, *History of Fishes*.
3. Roots, Clive, *Animal Parents*, Westport, CT: Greenwood Press, 2007; Mank, Judith E., Daniel E. L. Promislow ve John C. Avise, "Phylogenetic Perspectives in the Evolution of Parental Care in Ray-Finned Fishes", *Evolution* 59, no. 7 (2005): 1570-78.
4. Hamlett, William C., "Evolution and Morphogenesis of the Placenta in Sharks", *Journal of Experimental Zoology* 252, Ek S2 (1989): 35-52.
5. Helfman ve diğ. *Diversity of Fishes* (1997).
6. Norman ve Greenwood, *History of Fishes*.
7. Noga, Edward J. ve Umaporn Silphaduang, "Piscidins: A Novel Family of Peptide Antibiotics from Fish", *Drug News and Perspectives* 16, no. 2 (2003): 87-92.
8. Thys, "For the Love of Fishes".
9. Thys ile kişisel diyaloğumdan, Ağustos 2015.
10. Bell, Eleanor, "Gasterosteiform", *Encyclopedia Britannica*, www.britannica.com/animal/gasterosteiform.
11. McFarland, *Oxford Companion to Animal Behavior*.
12. Krekorian, C. O'Neil ve D. W. Dunham, "Preliminary Observations on the Reproductive and Parental Behavior of the Spraying Characid *Copeina arnoldi* Regan", *Zeitschrift fur Tierpsychologie* 31, no. 4 (1972): 419-37.
13. Blumer, Lawrence S., "A Bibliography and Categorization of Bony Fishes Exhibiting Parental Care", *Zoological Journal of the Linnean Society* 76 (1982): 1-22.
14. Helfman ve diğ. *Diversity of Fishes* (2009).
15. Roots, Clive, *Animal Parents*.
16. Hoey, Andrew S., David R. Bellwood ve Adam Barnett, "To Feed or to Breed: Morphological Constraints of Mouthbrooding in Coral Reef Cardinalfishes", *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences* 279 (2012): 2426-32.
17. Yanagisawa, Yasunobu ve Mutsumi Nishida, "The Social and Mating System of the Maternal Mouthbrooder *Tropheus moorii* in Lake Tanganyika", *Japanese Journal of Ichthyology* 38, no. 3 (1991): 271-82.
18. Reebs, *Fish Behavior*.
19. Hoey ve diğ., "To Feed or to Breed".
20. "Saving the World's Fisheries", *Washington Post*, 3 Ekim 2012.
21. Roots, *Animal Parents*.
22. Jones, Adam G. ve John C. Avise, "Sexual Selection in Male-Pregnant Pipefishes and Seahorses: Insights from Microsatellite Studies of Maternity", *Journal of Heredity* 92, no. 2 (2001): 150-58.

23. Desjardins, Julie K. ve diğ., "Sex and Status in a Cooperative Breeding Fish: Behavior and Androgens", *Behavioral Ecology and Sociobiology* 62, no. 5 (2001): 785-94.
24. Helfman ve diğ., *Diversity of Fishes* (2009).
25. Komdeur, Jan, "Importance of Habitat Saturation and Territory Quality for Evolution of Cooperative Breeding in the Seychelles Warbler", *Nature* 358 (1992): 493-95.
26. Bergmuller, Ralph, Dik Heg ve Michael Taborsky, "Helpers in a Cooperatively Breeding Cichlid Stay and Pay or Disperse and Breed, Depending on Ecological Constraints", *Processes in BiologicalScience* 272 (2005): 325-31.
27. Bruintjes, Rick ve diğ., "Paternity of Subordinates Raises Cooperative Effort in Cichlids", *PLoS ONE* 6, no. 10 (2011): e25673, doi:10.1371/journal.pone.0025673.
28. Stiver, K. A. ve diğ., "Mixed Parentage in *Neolamprologus pulcher* Groups", *Journal of Fish Biology* 74, no. 5 (2009): 1129-35, doi:10.1111/j.1095-8649.2009.02173.x.
29. Bruintjes ve diğ., "Paternity of Subordinates".
30. Bergmuller ve diğ., "Helpers in a Cooperatively Breeding Cichlid"; R. Bergmuller, M. Taborsky, "Experimental Manipulation of Helping in a Cooperative Breeder: Helpers 'Pay to Stay' by Pre-emptive Appeasement", *Animal Behaviour* 69, no. 1 (2005): 19-28.
31. Webster, Michael S., "Interspecific Brood Parasitism of Montezuma Oropendolas by Giant Cowbirds: Parasitism or Mutualism?", *Condor* 96 (1994): 794-98.
32. Stauffer, Jay R. ve W. T. Loftus, "Brood Parasitism of a Bagrid Catfish (*Bagrus meridionalis*) by a Clariid Catfish (*Bathyclarias nyasensis*) in Lake Mala i, Africa", *Copeia*, no. 1 (2010): 71-74.
33. Sato, Tetsu, "A Brood Parasitic Catfish of Mouthbrooding Cichlid Fishes in Lake Tanganyika", *Nature* 323 (1986): 58-59.

YEDİNCİ BÖLÜM: SUDAN ÇIKMIŞ BALIK

1. Lawrence, D. H., "Fish".
2. Miettinen, Arto ve diğ., "The Palaeoenvironment of the Antrea Net Find", *Karelian Isthmus: Stone Age Studies in 1998-2003* içinde, haz. Mika Lavento ve Kerkko Nordqvist, Helsinki: The Finnish Antiquarian Society, 2008, s. 71-87.
3. Shepstone, H. J., "Fishes That Come to the Deep-Sea Nets", *Animal Life of the World* içinde, haz. J. R Crossland ve J. M. Parrish, Londra: Odhams Press, 1934, s. 525.
4. FAO, "State of World Fisheries, Aquaculture Report – Fish Consumption" (2012), www.thefishsite.com/articles/1447/fao-state-of-world-fisheries-aquaculture-report-fish-consumption.

5. Daniel, Carrie R. ve diğ., "Trends in Meat Consumption in the United States", *Public Health Nutrition* 14, no. 4 (2011): 575-83.
6. Vince, Gaia, "How the World's Oceans Could Be Running Out of Fish", 21 Eylül 2012, www.bbc.com/future/story/20120920-are-we-running-out-of-fish.
7. Sherwin, Adam, "'Leave the badgers alone,' says Sir David Attenborough. 'The real problem is the human population'", *The Independent*, 5 Kasım 2012, www.independent.co.uk/environment/nature/leave-the-badgers-alone-says-sir-david-attenborough-the-real-problem-is-the-human-population-8282959.html.
8. Rice, J., J. Cooper, P. Medley ve A. Hough, "South Georgia Patagonian Toothfish Longline Fishery", Moody Marine Ltd. (2006), www.msc.org/track-a-fishery/fisheries-in-the-program/certified/south-atlantic-indian-ocean/south-georgia-patagonian-toothfish-longline/assessment-documents/document-upload/SurvRep2.pdf.
9. Bolster, W. Jeffrey, *The Mortal Sea: Fishing the Atlantic in the Age of Sail*, Cambridge, MA: Belknap Press/Harvard University Press, 2012.
10. Evans, Lloyd, "Making Waves: An Audience with Sylvia Earle, the Campaigner Known as Her Deepness", *The Spectator*, 25 Haziran 2011, http://new.spectator.co.uk/2011/06/making-waves-2.
11. FAO, "The Tuna Fishing Vessels of the World", FAO'nun "Managing Fishing Capacity of the World Tuna Fleet" (2003) başlıklı raporunun 4. Bölümü, www.fao.org/docrep/005/y4499e/y4499e07.htm.
12. FAO Fisheries Circular No. 949 FIIT/C949, "Analysis of the Vessels Over 100 Tons in the Global Fishing Fleet" (1999), www.fao.org/fishery/topic/1616/en.
13. Lucas, J., "Aquaculture", *Current Biology* 25 (2015): 1-3; Lucas ile kişisel diyaloğumdan, 6 Şubat 2016.
14. Lymbery, Philip, "In Too Deep – Why Fish Farming Needs Urgent Welfare Reform" (2002), www.ciwf.org.uk/includes/documents/cmdocs/2008/i/intoodeepsummary2001.pdf.
15. FAO, "Highlights of Special Studies", *The State of World Fisheries and Aquaculture 2008* (Roma: FAO, 2008), ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/011/i0250e/i0250e03.pdf.
16. Naylor, Rosamond L. ve diğ., "Effect of Aquaculture on World Fish Supplies", *Nature* 405 (2000): 1017-24.
17. Baker, P., "Atlantic Menhaden Catch Cap a Success", Pew Vakfı, 15 Mayıs 2014, www.pewtrusts.org/en/research-and-analysis/analysis/2014/05/15/atlantic-menhaden-catch-cap-a-success-millions-more-of-the-most-important-fish-in-the-sea.
18. Alder, Jacqueline ve diğ., "Forage Fish: From Ecosystems to Markets", *Annual Review of Environment and Resources* 33 (2008): 153-66; Hooke, Sylvester, "Fished Out! Scientists Warn of Collapse of all Fished Species by 2050", *Healing Our World* (Hippocrates Health Institute magazine) 32, no. 3 (2012): 28-29, 63.

19. Helfman ve Collette, *Fishes: The Animal Answer Guide.*
20. Lymbery, "In Too Deep" (2002), www.ciwf.org.uk/includes/documents/cm_docs/2008/i/in_too_deep_summary2001.pdf.
21. Dean, Cornelia, "Saving Wild Salmon, in Hopes of Saving the Orca", *New York Times*, 4 Kasım 2008.
22. Rosenthal, Elisabeth, "Another Side of Tilapia, the Perfect Factory Fish", *New York Times*, 2 Mayıs 2011.
23. Brown, Culum, T. Davidson ve K. Laland, "Environmental Enrichment and Prior Experience of Live Prey Improve Foraging Behavior in Hatchery-Reared Atlantic Salmon", *Journal of Fish Biology* 63, Ek S1 (2003):187-96.
24. Brown, Culum, "Fish Intelligence, Sentience, and Ethics", *Animal Cognition* 18 (2014): 1-17.
25. Ringaların ortalama ağırlığı ve bir ağda yaklaşık 200 ton ringa bulunduğu baz alınarak. Bkz. Maine Araştırma Enstitüsü, www.gma.org/herring/harvestandprocessing/seining/default.asp.
26. Munday, Emily S., Brian N. Tissot, Jerry R. Heidel ve Tim Miller-Morgan, "The Effects of Venting and Decompression on Yellow Tang (*Zebrasoma flavescens*) in the Marine Ornamental Aquarium Fish Trade", *PeerJ* 3: e756, DOI 10.7717/peerj.756.
27. Verordnung zum Schutz von Tieren in Zusammenhang mit der Schlachtung oder Tötung – TierSchlV (Tierschutz-Schlachtverordnung), vom 3. März 1997, Bundesgesetzblatt Jahrgang 1997 Teil I S. 405, zuletzt geandert am 13. April 2008 durch Bundesgesetzblatt Jahrgang 2008 Teil I Nr. 18, S. 855, Art. 19 vom 24. April 2006.
28. Robb, D. H. F. ve S. C. Kestin, "Methods Used to Kill Fish: Field Observations and Literature Reviewed", *Animal Welfare* 11, no. 3 (2002): 269-82.
29. Davies, R. W. D. ve diğ., "Defining and Estimating Global Marine Fisheries Bycatch", *Marine Policy* 33, no. 4 (2009): 661-72.
30. FAO Balıkçılık ve Akuakültür Departmanı, "Reduction of Bycatch and Discards", www.fao.org/fishery/topic/14832/en, erişim tarihi: 9 Eylül 2015.
31. Davies ve diğ., "Defining and Estimating Global Marine Fisheries Bycatch".
32. Helfman ve diğ., *Diversity of Fishes* (2009).
33. Helfman ve diğ. (2009).
34. Butterworth, A., I. Clegg ve C. Bass, *Untangled – Marine Debris: A Global Picture of the Impact on Animal Welfare and of Animal-Focused Solutions*, Londra: World Society for the Protection of Animals [şimdi: World Animal Protection], 2012.
35. Ulusal Okyanus ve Atmosfer İdaresi, "The Tuna-Dolphin Issue", son değiştirme tarihi: 24 Aralık 2014, https://swfsc.noaa.gov/textblock.aspx?Division=PRD&ParentMenuId=228&id=1408.
36. Wade, Paul R. ve diğ., "Depletion of Spotted and Spinner Dolphins in the Eastern Tropical Pacific: Modeling Hypotheses for Their Lack of Recovery", *Marine Ecology Progress Series* 343 (2007), 1-14.
37. "Rosy Outlook", *New Scientist*, 28 Şubat 2009, s. 5.

38. Albatros ve Fırtınakuşlarının Korunması Anlaşması, "Best Practice Seabird Bycatch Mitigation", 19 Eylül 2014, http://acap.aq/en/bycatch-mitigation/mitigation-advice/2595-acap-best-practice-seabird-bycatch-mitigation-criteria-and-definition/file.
39. Wilcox, Christie, "Shark fin ban masks growing appetite for its meat", www.theguardian.com/environment/2015/sep/12/shark-fin-ban-not-saving-species.
40. Eilperin, Juliet, *Demon Fish: Travels Through the Hidden World of Sharks*, New York: Pantheon, 2011.
41. AB D Balık ve Yaban Hayatı Hizmetleri, "National Survey of Fishing, Hunting, and Wildlife-Associated Recreation: National Overview" (2012), http://digitalmedia.fws.gov/cdm/ref/collection/document/id/858.
42. Cooke, Stephen J. ve Ian G. Cowx, "The Role of Recreational Fishing in Global Fish Crises", *BioScience* 54 (2004): 857-59.
43. Amerika Amatör Balıkçılık Derneği, "Recreational Fishing: An Economic Powerhouse" (2013), http://asafishing.org/facts-figures.
44. DuBois, Robert B. ve Richard R. Dubielzig, "Effect of Hook Type on Mortality, Trauma, and Capture Efficiency of Wild, Stream-Resident Trout Caught by Angling with Spinners", *North American Journal of Fisheries Management* 24 no. 2 (2004), 609-16; DuBois, Robert B. ve Kurt E. Kuklinski, "Effect of Hook Type on Mortality, Trauma, and Capture Efficiency of Wild, Stream-Resident Trout Caught by Active Baitfishing", *North American Journal of Fisheries Management* 24, no. 2 (2004): 617-23.
45. Barthel, B. L. ve diğ., "Effects of Landing Net Mesh Type on Injury and Mortality in a Freshwater Recreational Fishery", *Fisheries Research* 63, no. 2 (2003): 275-82.
46. Steeger, Thomas M. ve diğ., "Bacterial Diseases and Mortality of Angler-Caught Largemouth Bass Released After Tournaments on Walter F. George Reservoir, Alabama/Georgia", *North American Journal of Fisheries Management* 14, no. 2 (1994): 435-41.
47. "Bring That Rockfish Down", balıkların yaşadığı basınç travmasını önlemeye ve hafifletmeye yönelik Sea Grant broşürü, www.westcoast.fisheries.noaa.gov/publications/fisherymanagement/recreationalfishing/recfishwcr/bringthatrockfishdown.pdf.
48. Shiffman, David, "Predatory Fish Have Declined by Two Thirds in the Twentieth Century", *Scientific American*, 20 Ekim 2014, www.scientificamerican.com/article/predatory-fish-have-declined-by-two-thirds-in-the-20th-century.
49. Evans, "Making Waves".
50. Allain, Valerie, "What Do Tuna Eat? A Tuna Diet Study", *SPC Fisheries Newsletter* 112 (Ocak/Mart 2005): 20-22.
51. Seligman, Ira ve Alex Paulenoff, "Saving the Bluefin Tuna" (2014), https://prezi.com/lhvzz56yni7/saving-the-bluefin-tuna.
52. Britanya Yayın Kuruluşu (BBC), "Superfish: Bluefin Tuna" (2012).
53. FAO Balıkçılık ve Akuakültür Departmanı, "Fish Contamination", erişim ta-

rihi: 9 Ekim 2015, www.fao.org/fishery/topic/14815/en.
54. "Fish", NutritionFacts.org, erişim tarihi: Ekim 2015, http://nutritionfacts.org/topics/fish.
55. Jenkins, David J. A. ve diğ., "Are Dietary Recommendations for the Use of Fish Oils Sustainable?", *Canadian Medical Association Journal* 180, no. 6 (2009): 633-37.
56. Jenkins ve diğ.
57. "Jenkins" ve diğ.
58. Scripture, Natasha, "Should You Stop Eating Fish?", IDEAS.TED.COM, 20 Ağustos 2014, http://ideas.ted.com/should-you-stop-eating-fish-2.
59. Earle, Sylvia, alıntılayan Scripture, "Should You Stop Eating Fish?"
60. Doyle, Alister, "Ocean Fish Numbers Cut in Half Since 1970", *Scientific American*, 16 Eylül 2015, www.scientificamerican.com/article/ocean-fish-numbers-cut-in-half-since-1970/?WT.mcid=SAEVO20150921.
61. Lund, Vonne ve diğ., "Expanding the Moral Circle: Farmed Fish as Objects of Moral Concern", *Diseases of Aquatic Organisms* 75 (2007): 109-18.

Sonsöz

1. King, Martin Luther, "Keep Moving from This Mountain", Temple Israel'daki törenden, Hollywood, CA, 25 Şubat 1965. Şu adresten alındı: https://en.wikiquote.org/wiki/MartinLutherKing,Jr.#Keep_Moving_From_This_Mountain_.281965.29.
2. Foer, Jonathan Safran, *Eating Animals*, New York: Back Bay Books, 2010; Türkçesi: *Hayvan Yemek*, çev. Garo Kargıcı, Siren Yayınları, 2015.
3. Pinker, Steven, *Better Angels of Our Nature: Why Violence Has Declined*, New York: Viking Penguin, 2011; Türkçesi: *Doğamızın İyilik Melekleri: Şiddet Neden Azaldı?*, çev. İlkay Alptekin Demir, Alfa, 2019.
4. www.coloradodaily.com/ci13116998?source=mostviewed. "Guardian campaign" internet sitesi: www.guardiancampaign.org (son güncellenme tarihi: 2012); www.guardiancampaign.org/guardiancity.html.
5. Grimm, David, "Updated: Judge's Ruling Grants Legal Right to Research Chimps", son güncellenme tarihi: 22 Nisan 2015, http://news.sciencemag.org/plants-animals/2015/04/judge-s-ruling-grants-legal-right-research-chimps. Yargıç daha sonra kararını değiştirdi. Gershman, Jason, "Judge Says Chimps May One Day Win Human Rights, but Not Now", 30 Temmuz 2015, http://blogs.wsj.com/law/2015/07/30/judge-says-chimps-may-one-day-win-human-rights-but-not-now.
6. Kuzey İtalya'daki Monza şehri 2004'te böyle bir karar aldı, www.washingtonpost.com/wp-dyn/articles/A44117-2004Aug5.html. Roma da 2005'te bu kararı uygulamaya koydu, www.cbc.ca/news/world/rome-bans-cruel-goldfish-bowls-1.556045.
7. Erişim tarihi: Kasım 2015, www.swissinfo.ch/eng/life-looks-up-for-swiss-

animals/6608378; www.animalliberationfront.com/ALFront/Actions-Switzerland/NewLaw2008.htm.

8. Anonim, Tierschutz-Schlachtverordnung vom 20 (Aralık 2012): BGBl. I S. 2982.
9. FishCount.org, "Slaughter of Farmed Fish", http://fishcount.org.uk/farmed-fish-welfare/farmed-fish-slaughter, erişim tarihi: 11 Aralık 2015.
10. Paul Watson ile kişisel diyaloğumdan, Mayıs 2015.

Dizin

A-delta lifleri 92
acı hissi 85-100
acıbalıklar 213-14
adaptasyon 31, 38, 54, 62, 96, 212, 224
adaptif davranış 180
Afrika gri papağanı 46-47
ağızda kuluçka 224-26
ahlaki kaygılar 12, 15, 28, 257, 261-62
ahtapotlar 21, 54, 98-99, 112, 174, 190, 191, 198
akraba seçilimi 228
akuakültür, 104, 184, 185, 188, 195
Alacakaranlık Bölgesi 44
alarm kimyasalı 62, 96, 105-6, 157
alaycı saçakbaş 27
Albatros Görev Timi 249-50
albatroslar 248-50
alet kullanımı 28, 57, 134-35, 137, 140-41
Alex & Me (Pepperberg) 46-47
algler 66, 174, 175, 210
altın barb balıkları 170
ambon papazbalığı 42
Amerikan Veteriner Hekimleri Birliği 98
amfetamin 109-10
amfibiler 19, 20, 28, 66, 215, 231
amigdala 104
amonyak banyosu 247
anadrom 70, 217
anekdotlar 14, 103, 172
anemonbalıkları 43, 154, 163, 206-7
anemonlar 43, 154, 239
Animal Life of the World (Shepstone) 238
antimikrobiyal maddeler 220
apandis 31
arabuluculuk 195, 198
arılar 52, 74
Arşimet prensibi 148
aslanbalıkları 188-89, 260
aslanlar 188, 255
Astatotilapia burtoni (çiklit)160
astronotbalığı 171-72
aşırı sömürme 14-15, 257
Athabasca Gölü 13
Attenborough, David 22, 239

Bach, Johann Sebastian 57
"Balık" (Lawrence) 29, 35, 78, 83, 85, 235
balık etindeki kimyasallar 256
balık yemi 244-45
balıkyağı 241
balina avcılığı 185
balina köpekbalığı 16
balinalar 20, 88, 174, 185, 248, 249
balonbalıkları 49, 208-9, 263
baloncuk-yuvalar 224-25, 226
bambu köpekbalıkları 48
baraküda 153, 188
barramundi 198
basınç duyusu 35
baykuşlar 22, 35-36, 255
Beckham, David 251
Beethoven, Ludwig van 57-58

Bellwood, David 226
Bernardi, Giacomo 135-36
betalar (kavgacı siyamlar) 196-97, 224, 226
beyincik 77
bıçakbalıkları 53, 75, 76
Bilinç Deklarasyonu 98
bilişsel harita 123-24
binoküler görüş 38, 138
biyolüminesans 45, 200
böcekler 138, 139, 142, 145, 183, 201, 231-32
Bradshaw, Gay 99
Braithwaite, Victoria 88, 91, 94-95
Brown, Culum 91, 125, 128, 140, 159, 243
Bshary, Redouan 147, 159, 180, 189
Bugnyar, Thomas 191
bukalemunlar 37, 43
buldog filbalıkları 77-78
Burghardt, Gordon M. 110-12, 114, 116
büyük (kuyruksuz) maymunlar 148, 190-91
büyük mavi ahtapotlar 190
Büyük Set Resifi 108, 136, 174
büyükağızlı levrekler 90, 144, 161, 254

C lifleri 92, 98
cennetbalıkları 96, 127
cerrahbalıkları 108-10, 164, 184
Chan, Jackie 251
Chapman, Demian 130
Chase, Ava 57-58
Cheng, Karen 56, 58
Chervova, Lilia 94-95
cinsel parazitizm 25
cinsiyet değişimi 206
Cook, Lori 196
Cook, Rosamonde 160-61
Cooke, Steven 15
Couzin, Iain 193
Cowx, Ian 15
Curtis, Brian 101
çenesiz balıklar 20, 217
çiklitler 43, 49, 79, 104, 111-13, 160, 174, 195-96, 199, 209, 211, 220, 222, 224, 225, 228-31, 233
çizgili killi balıkları 158
çöpçübalıkları (*Corydoras*) 212

Darwin, Charles, 110
Davis, Lisa 133
Dawley, Maureen 171
De Luca, Giancarlo 185
dekompresyon (basınç azalması) 16, 246-47, 251, 254
demokrasi 192-95
denge duyusu 35
deniz biti 242
deniz iguanaları 174
deniz kaplumbağaları 174, 248, 249
deniz kuşları 40, 248-50
deniz memelileri 249
denizaslanları 144
denizatları 37, 221-22, 226-27
deniziğneleri 199, 222, 226-27
denizkestaneleri 154
denizyıldızları 154, 239
derin deniz balıkları 24-25, 44-46, 64-65, 200, 206
Devoniyen Dönem 21-22
diazepam (Valium) 107
Dickens, Charles 219
dikenlibalıklar 61, 63, 174, 193-94, 210
dilbalıkları 19, 38, 67
Dinets, Vladimir 111, 121, 124
dinozorlar 31
dip trolü 239-40
diskus balıkları 174, 220, 261, 263
doğal seçilim 30, 86, 121, 169, 215
Doğamızın İyilik Melekleri (Pinker) 262
dopamin 109
dörtgöz 38
DreamWorks (film stüdyosu) 28

Dünya Doğayı Koruma Vakfı 248
Dünya Hayvanları Koruma Örgütü 249

Earle, Sylvia 239, 255, 257
Ebbinghaus illüzyonu 47
eğlence amaçlı balıkçılık 15n, 16, 85, 246, 252-55
Einstein, Albert 187
ekolokasyon 36, 76, 182
ektotermik balıklar 29
elektrik organı deşarjları (EOD'ler) 75-78
elektrikli yılanbalıkları 53, 74-75
elektro-algı 73-74, 77
Eliot, T. S. 17
Endonezya 198
endotermik balıklar 29
epizodik hafıza 177
eşzamanlı hermafroditler 206
etoloji 14, 52

fabrika gemi 240
Faraday, Michael 119
fareler 128, 130, 131
fenersiler 24, 25, 27, 44, 64-65, 200, 201
feromonlar 62, 64-65, 96, 105-6, 157
fırfırlı köpekbalıkları 27
fırfıryüzgeçli kayabalıkları 64, 122, 124, 132
fıskiye etkisi 158
filbalıkları 75-77
FishBase 19
Flaubert, Gustave 33
fluoksetin (Prozac) 107
Foer, Jonathan Safran 260
foklar 142, 243, 249
fosiller 22-23
fotofor 44-46
Franklin, H. Bruce 241
Fricke, Hans ve Simone 207
Frisch, Karl von 52-53, 62
garibaldi balıkları 165-66
Garibaldi, Giuseppe 165
Garner, Joseph 97
gebelik 26-27
gelgit havuzu 21, 122-24
gevşekçeneli balıklar 45-46
Gıda ve Tarım Örgütü 15-16, 238, 248
Godard, Renee 162-63
Gogo fosil sahası 22
Golmassian, Sabrina 170
gonopodyum 214-17
Good, Chris 244-46
göçmen güvercinler 238
göğüs yüzgeçleri 27, 29, 31, 93, 94, 178, 188-89, 199, 208, 226
gökkuşağı alabalıkları 67, 91
gökkuşağı balıkları 125-27
göz göçü 37-38
gözkapakları 36
gözlem yaparak öğrenme 105, 138, 145, 159
gözyaşı bezleri 36
Greenwood, Peter 25
Greger, Michael 256
Groos, Karl 110
Grutter, Alexandra 175
guguk kuşları 228, 232
guguk yayınbalıkları 233
güçlü elektrikli balıklar 75
gümüşbalıkları 156-57
Gün Işığı Bölgesi 44
güneşbalıkları 16, 26, 81, 174
güveler 35-36

hafıza 28, 104, 124-27, 177, 201
hamamböcekleri 74
hamsi 241
Hasler, Arthur 70
hayalet balıkçılık 15n, 249
Hayvan Davranışı Derneği 162
hayvan hakları 251, 259
Hayvan Yemek (Foer) 260
hemşire köpekbalıkları 130-31
Hint Okyanusu 222

hiyerarşi 194, 159-60, 196, 206
Ho, Iris 251
Holmlund, Mikael 210
Hominoidea 30
Hooker, John Lee 57
hormonlar 13, 43, 103-4, 107, 207
horozbinalar 37, 181-82

ışık üreten bakteriler 44-45, 65

İçimizdeki Balık (Shubin) 30
illicium 200
illüzyonlar 46, 49, 50
imparator melekbalıkları 49
iridofor 42
işbirliği 77, 90, 134, 154, 170, 177, 179, 187, 188-92, 198, 201
izotosin 104

japonbalıkları 12, 13, 19, 48, 56, 58, 97-98, 101-2, 104, 109, 124-25, 127, 161, 171, 172, 263
Jones, Keith A. 90

kabuklular 54, 98, 255
kafadanbacaklılar 54, 99, 198
kahverengi alabalıklar 210
Kambriyen Dönem 21
kampango yayınbalıkları 232-33
kamuflaj 42, 198-99, 222
kanca ürkekliği 90, 91
Kanizsa karesi, Kanizsa üçgeni 48-49
Kanizsa, Gaetano 48
kapanbalıkları 125, 153, 184
kaplanbalıkları 141-45
kapuçin maymunları 136, 146
Karakatsouli, Nafsika 60
Karanlık Bölge 44
Karayip resif köpekbalıkları, 167
karbon toneri 71
kardinalbalıkları 211, 220, 226
karidesler 38, 154, 174, 249
karotenoid 42
Kasakalawe Noktası 230
katil balinalar 144, 182, 188, 243
kaygan penis (*Halichoeres bivittatus*) 27
Kayıp Balık Dory (film) 122
Kayıp Balık Nemo (film) 79, 122, 154, 163, 206, 207
kelebekbalıkları 49, 50, 174
kemikli balıklar 19, 20, 23, 26, 31, 41, 61, 63, 74, 91, 103, 130, 168, 169, 207, 215-16
kertikli kanca 253
keskisolungaçlılar 74, 80, 130, 215
kıkırdaklı balıklar 19-20, 23, 130
kılıçbalıkları 29, 39, 69, 255
kılıçkuyruklar 63-66, 216
kır kırlangıçları 141-45
kırılma indisi 36
kırlangıçbalıkları 27
Kızıldeniz 189-90
killi balıkları 158, 174
Kindrick, Sarah 57
King, Martin Luther, Jr. 259
Klaininder, Jonatan 105
koi 57-58, 264
koku soğancığı 62
kolekant (yaşayan fosil) 20
koni hücreler 41
Kopp, Godehard 198
kortikomerkezcilik 88
kortizol 107-8
Koslow, Tony 24
köpekbalığı yüzgeci 250-52
kör nokta 31
Kramer, Bernd 76
Krause, Jens 156-57
kuluçka parazitliği 231-33
kur yapma 65, 76, 79, 115, 208-9, 218
kuzgunlar 140, 191
küçük ağızlı levrekler 160
Küçük Denizkızı (film) 122
küçükağızlı levrekler 160
külahbalıkları 43

Laland, Kevin 243
Langerhans, Brian 217
leopar mercan orfozları 190
leopar orfozu 16
levrekler 11, 13, 19, 54, 67, 105, 132, 157, 174, 186, 241
limon papazbalığı 42
limon renkli melekbalığı 218
Long, John 22-23
Lorenzini ampulleri 74
Lorenzini, Stefano 74
lökofor 42

mağara balıkları 66, 69, 72-73
Malavi Gölü 195, 199, 211, 220, 232-33
manta vatozları 16, 80, 134, 264
manyetit 70
Marino, Lori 89
Marshall, Andrea 80
Materpiscis attenboroughi 22
mavi balina 185
mavisolungaç balığı 40, 160
maviyüzgeçli tonbalığı 29, 80, 241, 255-56, 264-65
Max Planck Nörobiyoloji Enstitüsü 107
McDonald's 13
Mekong Nehri 24
melanofor 43
melekbalıkları 49, 117, 128, 174, 218
Memeliler Çağı 31
menhadenler 54, 241-42, 244, 265
mercan resifleri 41, 43, 153, 154
mezopelajik bölge 23
mısırayağı 71
Midas çikliti 79
Millot, Sandie 56
Montgomery, Sy 21
morfin 94-95, 97
morfolin 70-71
morinalar 54, 55, 94, 140, 186
morötesi (UV) 41
Mozart, Wolfgang Amadeus 58, 59
mukus 156, 177-79, 220, 242, 254
Murphy, James B. 111
Müller-Lyer illüzyonu 47-48
mürenler 79, 176, 189-92
müzik 57-61

Napolyonbalığı 127, 190, 222
neokorteks 88-90, 99, 103
nergis çiklitleri 104, 228-31
Nil tilapyası 129
Nordgreen, Janicke 97
nosisepsiyon 86
nosiseptörler 86, 94, 98
nöromast 72, 73

okçubalıkları 137-40, 141, 145, 161
oksazepam 105
oksitosin 104
Oliveira, Rui 197
Omega Protein 242
omega-3 yağ asitleri 256
omurgasızlar 36, 98, 154, 174, 201, 213, 232, 248
Ookata, Yoji 208
opah 29
Operadaki Hayalet (roman ve müzikal) 168
orangutanlar 146, 148
orfozlar 79, 87, 134, 168-69, 176, 189-92, 255, 261
oyun davranışı 110-11
oyun teorisi 177

öğrenme türleri 127

Paintner, Stephan 76
paleokorteks 89-90
palyum 89-90, 104
papağanlar 47
parazitler 81, 109, 115, 157, 174-75, 177-78, 180, 194, 242
Parmentier, Eric 56
Paśko, Łukasz 137
Patagonya dişbalığı 186, 264

Payne, Sean 80
pelajik balıklar 54
pelvik yüzgeçler 212, 216, 222
Percomorpha 30
Permiyen Dönem 23
Peters, John, 129
Pietsch, Ted 25, 65
Pika, Simone 191
Pinker, Steven 262
piranalar 55-56, 129
piscidin 220
pisibalıkları 38, 43, 54
piskoposbalıkları (*Brachyrhaphis episcopi*) 128
plasenta 26, 220
priapium 216-17
primatlar 89, 140, 145-49, 193

rectus abdominus 30
Reichle, Alexandra 113-14
Reighard, Jacob 125
robo-balık 194
Rose, James 88

sanatsal beceri 208-10
sandıkbalığıgiller 43
sardalyeler 125, 155, 239
sarıyüzlü ötleğenler 162-63, 164
Sato, Tetsu 233
sazangiller 53, 66-67, 90, 127, 174
Schubert, Franz 58
Seneca 173
serbestkuyruklu yarasalar 183
Shubin, Neil 30
sıçanlar 58n, 107, 109, 123, 128
sıralı hermafroditler 206
sırt yüzgeçleri 94, 140, 200
Silüryen Dönem 21
sindirim sistemi 20, 212
sinekkuşları 177, 239-40
sivrisinekbalığı 194, 217
siyah orfoz 168
Sneddon, Lynne 88, 91, 92, 94-95, 96
Soares, Marta 108-9
solungaç atım hızı 93-94
somonlar 19, 62-64, 69-71, 129, 217, 219, 241-45, 247, 253, 264
sosyal dinamikler 28, 180
Stalin, Joseph 250
Stauffer, Jay 233
stres hormonu 107
suaygırları 174
susamurları 63-64
süngerler 239
sürü türleri 154-55
sürüngenler 19, 20, 28, 31, 66, 122, 215

şempanzeler 121, 136, 137, 139, 146, 148, 159, 191, 192, 262
şeritli akaralar 222

tahmini seyrüsefer 69
taklit 43, 181, 198-99
Tanganyika Gölü 225, 229, 231, 233
tapetum lucidum (yansıtıcı hücreler) 39
Tatlı Su Enstitüsü 244-45
tavşanbalıkları 184
tavşanlar 128
tavus kuşları 217
Taylor, Koko 58
tekeşlilik 227, 231
temizlikçi lapinalar
temizlikçi-müşteri ortakyaşamı 173-81, 182
tetikbalıkları 27, 57, 174
tetrakromatik görüş 41
Thresher, Ronald 163-64
Thys, Tierney 221
ticari amaçlı balıkçılık 16, 185-86, 239, 240, 246-47, 248, 252-57
tilapya 129, 243
timsahlar 63, 122, 124, 240
tonbalıkları 19-20, 29, 39, 70, 80, 188, 239, 241, 255-56, 257, 264
trigeminal sinir 92
trikromatik görüş 41

trompetbalıkları 199, 201
Tropheus moorii 195, 225
turnabalıkları 19, 40, 63, 90, 106, 144, 157, 219

uçan balıklar 27
Uexküll, Jakob von 35
ultrasonik sesler 54
Ulusal Doğa Tarihi Müzesi 154
umwelt (algılanan dünya) 35-37, 50, 53
Unruh, Cathy 79

üremede işbirliği 227-28

Vail, Alexander 192
vejetaryenlik 28
vivipar 220
vücut sıcaklığı 29

Waal, Frans de 190
Warner, Robert 183-84
Waters, Muddy 57
WildAid 251-52

yakala-bırak balıkçılığı 254
yan av 15n, 16, 248-49, 252
yanal çizgi 72-73, 78
yaprakbalıkları 199, 201
yarasabalıkları 198
yarasalar 24, 35-36, 54, 76, 182-83
yardımcı balıklar 229-30
yassıbalıklar 37-38, 43
yayınbalıkları 52-53, 66-67, 74, 75, 77-78, 144, 220-21, 222, 232-33
yelkenbalıkları 29
yengeçler 239
yılanbalıkları 19, 53, 62, 70, 74-75, 223, 247
Yong, Ed 192
Young, Robert 129
yumrukafalı papağanbalığı 164-65
yunuslar, 54, 114-15, 169, 188, 248-50
yüzme kesesi 45, 53, 56, 61, 246

zayıf elektrikli balıklar 75
zebrabalıkları (*Danio rerio*) 96-97, 107, 261
zekâ 77, 121-24, 132, 134, 136, 148-49, 192, 261
Zenato, Christina 166-68
zevk 35, 78-81, 107-10, 180, 233
zıpkınbalıkları 29
zırh-derili balıklar 22
zooplankton 45

"Balık düşünmez, o her şeyi zaten bilir." Böyle der Rus yazar Platonov bir romanında. Öte yandan balıkların bitkilerden hallice olduğu düşünülür genelde. Suların bu sessiz sakinlerini "süs" olarak akvaryumlara koyar, "eğlence" olsun diye avlarız. Hafızalarının üç saniyeyle sınırlı olduğunu ve acı çekmediklerini düşünür, onlara reva gördüğümüz muameleye pek kafa yormayız.

Balıkların Bildikleri'nde etolog Jonathan Balcombe, son zamanlarda artan balık araştırmalarının yanı sıra kendi deneyimlerine dayanarak, çoğumuzun aklındaki balık imajını altüst eden bir tablo çiziyor. Yaygın varsayımların aksine, balıkların "sadece hissetmekle kalmayıp aynı zamanda çevrelerinin farkında olan, iletişim kuran, sosyalleşen, alet kullanan, erdemli, hatta entrikacı canlılar" olduklarını gözler önüne seriyor ve her biri ayrı bir birey olan bu hayvanları "ahlaki kaygı çemberimizin dışına sürme eğilimimizi" sorgulamamız gerektiğini vurguluyor.

Balıklar neler görür ve duyar? Birbirlerini nasıl tanırlar? İnsanları da tanıyabilirler mi? Acı ve sevinç hissederler mi? Kişilikleri var mıdır? Zekâ gerektiren işlerde performansları nasıldır? Neler öğrenebilir ve öğrendiklerini ne kadar süre hatırlayabilirler? Nasıl işbirliği yapar, hangi toplumsal kuralları ve hiyerarşileri gözetirler? Yavrularını korumak için hangi yaratıcı yöntemlerden faydalanır ve cinsiyetler arasında nasıl bir işbölümü yaparlar? Kendi "kültürleri" var mıdır?

Bu soruların ve daha nicelerinin cevaplarını merak eden okurlarımızı, nefeslerini tutup balıkların renkli dünyasına dalmaya davet ediyoruz!

Metis Bilim
ISBN-13: 978-605-316-220-9





Metis Yayınları
www.metiskitap.com