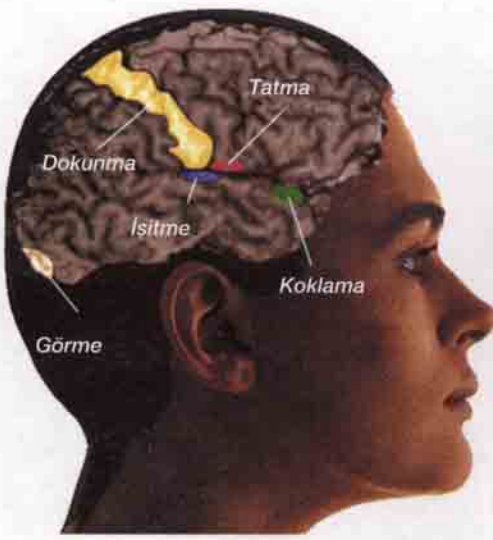




Dünyaya Açılan Beş Kapı Duyularımız

Güneşli bir günde gezintiye çıktınız; hava güzel, kuşlar ötüyor, çiçek kokuları sarmış ortalığı. Birden birinin size seslendiğini duyuyorsunuz; dönüp bakıyorsunuz ki çok sevdiğiniz bir arkadaşınız. Birbirinizi özlemişsiniz, kucaklaşıyor, öpüşüyorsunuz. Sizi köşebaşındaki çay bahçesine davet ediyor. Birlikte oturup hafif bahar rüzgârının esintisini derinizde duyarak birer bardak çay içiyorsunuz.

Bütün bu eylemleri yaparken beş duyunuzu da kullandınız. Aslında bütün bunlar olurken yüz milyonlarca sinir hücresi (nöron) beyinde elektriksel tepkimelere yol açar. Sinir sistemi, duyu organlarının mesajlarını inanılmaz bir hızla beyne iletir, o anda da beyin duyum merkezleri uyarılır ve mesajlar değerlendirilir. Sözelimi bir gülümseme burnunuza yaklaştırdığımızda burundaki sinir uçları, beyne "güzel bir gül kokusu" mesajını iletirler.

Duyular içinde bir sınıflandırma yapılabilir. Bunlar en yaygın olarak uyarın türüne göre sınıflandırılır. Her duyu hücresi bir enerji türüne duyarlılık gösterir. Buna bağlı olarak da bir duyarlılık yaratır. Duyumun şiddeti sinir hücresinin uyarılma eşikğine bağlıdır. İnsanlarda ve birçok hayvanda algılayıcı olarak özelleşmiş çeşitli duyu sinirleri bulunur: Işık algılayıcıları, mekanik algılayıcılar, (dokunma, hareket, ses vb.) kimyasal algılayıcılar (tat, koku). Bazı başka canlılarda da elektrik akımı, dalga, titreşim, basınç gibi değişik uyarıları algılama-

ya yarayan özelleşmiş algılayıcılar bulunur. İnsanda duyu iletimlerinin bazı ortak özellikleri vardır: Tüm duyu organlarında, tek bir uyarın türüne duyarlı algılayıcı hücreler bulunur; bu duyu hücreleri bedende uyarıları alabilen bir zar üzerine yerleşmiştir. Sözelimi ışık algılayıcıları gözdeki ağtabakada yer alır. Birinci basamaktaki algılayıcı hücreler ikinci basamakta bir sinir hücresine bağlıdır. İşte iletim, bu sinir hücrelerinin akson adı verilen ipliksi uzantıları ile gerçekleşir. Sinir uzantıları beyin özelleşmiş bölümlerine ve son aşamada da beyin kabuğuna giden yollarla birleşirler.

Görme duyusu primatlarda ve dolayısıyla insanda en gelişmiş düzeydeki duydur. Belki de bu nedenle, en çok çalışma bu alanda yürütülmüştür. Bütün hayvanlarda, ışığa duyarlılığın temelinde fotonlara duyarlı bir pigment vardır. Bazı tek hücrelilerde bu pigment, sitoplazmadaki bir organelin içinde depolanır. Solucanlar gibi daha karmaşık hayvanlarda basit gözleri (nokta göz) oluşturan özgülleşmiş görme hücreleri içinde yer alır. Buna ayrıca böceklerin petek gözü yüzeylerinde ve insan gözü retinasının koni ve çubuk hücrelerinde de rastlanır.

Temel rolü olan bu pigment, büyük ölçüde opsin adındaki bir proteinden ve bir A1 vitamini türevi olan Sis-retinal'den oluşur. Fotonlar bu pigmente çarptığında retinal, sterokimyasal bir izomerleşmeye uğrar, yani biçim değiştirir ve trans-retinal hale gelir. Bu değişiklik, uyarının biyolojik uyarıya dönüşümünü sağlayacak bir dizi fiziksel ve kimyasal tepkimenin başlangıç noktasıdır.

Retina da sinir hücreleri içerdiğinden ışık bilgisi daha bu düzeyde işlenmeye başlayacaktır. Retina, omurgalıların gözün dip bölümünü kaplar. Retinanın birinci hücre tabakası siyah bir epitelium meydana getirir; bunun karşısında retinanın duymusal

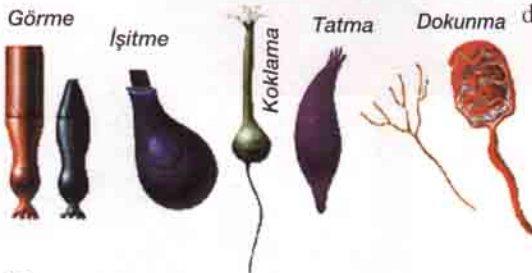
hücreleri bulunur. Bu algılayıcılar iki tiptir: Uzun biçimli çubuklar ve daha kısa yapılı koniler. Koniler belli dalga boylarına karşı duyarlıdır, çubuklarsa geniş bir dalga boyuna duyarlıdır. Öyle ki çok düşük aydınlanma koşullarında bile görev yapabilirler. Bu algılayıcılar yatay hücrelerle birbirine bağlıdır. Retinanın diğer bölümlerinde karşımıza iki nöron tabakası çıkar. Bunlar iki kutuplu hücrelerle gangliyon hücrelerinin oluşturduğu tabakalardır. Gangliyon hücrelerinin aksonları, gözden çıkarak görme sinirini oluşturmak üzere kör nokta denen bir yere yönelir. Işık ışınları duymusal hücrelere erişmeden önce bu iki nöron tabakasından geçer.

Görme işlemi temelde iki şeyin algılanmasıyla gerçekleşir: Renkler ve hareket. Rengin kodlanması koniler ile gangliyon hücreleri arasındaki seçici bağlantılardan itibaren yapılır. Ya kırmızıya, ya yeşile ya da maviye duyarlı üç çeşit koni vardır. Bir gangliyon hücresi bütün algılayıcılarca, yani üç çeşit koni ve çubuklar tarafından uyarıldığında, iletilen işaret yalnızca aydınlığa ilişkin, tek bir bilgi içerir. Bu hücrelerin bazıları, sözelimi algılayıcı alanlarının çevresinde yeşil ışık belirldiğinde uyarılır ve kırmızı bir ışık oluşursa etkisizleşir. Bu tip hücreler en çok rastlananlar arasındadır ama farklı renk birleşimlerine cevap verenleri de vardır.

Hareketin çözülmesi işlemi ise çoğunlukla beyin korteksinde gerçekleşir. Bunun yanı sıra retinada da harekete duyarlı gangliyon hücreleri vardır. Yine de görüntünün son çözümlemesi beyin ardındaki korteks bölümünde gerçekleşir. Görsel çaprazlık nedeniyle beyin kabuğunun her bir yanı karşıt görsel alandan gelen bilgileri işler.

Tat alma duyumuz yemek yemeyi gereksinim olmaktan çıkarıp zevk haline getiren duyunuzdur aslında. Tatma

Farklı duyarlar için farklı sinir tipleri vardır



duyusu, moleküllerin kimyasal olarak tanınmasına dayanır. Omurgalılarda tat algılayıcıları dilin, yutağın ya da yemek borusunun papilleri içinde bulunan tomurcuklar biçimindedir. İnsanda bu tomurcuklar dilde, damakta ve ağız içinde yaygın biçimde bulunur. Her tat tomurcuğu 7-10 günlük bir yaşam süresinin değişik evrelerinde 50-75 kadar algılayıcı hücre barındırır.

Başlıca dört çeşit tadı ayırt ederiz: Tatlı, tuzlu, ekşi ve acı. Dildeki algılayıcılar tatlı ve tuzluya duyarlı iken damak ve boğazdakiler öncelikle ekşi ve acıya duyarlıdır. Tatma mekanizmaları ilk bakışta sanıldığı kadar basit değildir. Hiçbir madde yalnızca bir uyarıcıyı uyar-maz; her birinin derişimine göre farklılık gösterebilen baskın bir etki alanı vardır (Düşük derişimde şekerli izlenimi veren mutfak tuzu gibi). Öte yandan, her tat duyumu için farklı biçimdeki molekülleri tanıyan birçok farklı algılayıcı türü olabilir. Tat alma işlemi şu şekilde gerçekleşir: Dildeki algılayıcılar tat uyaranlarını dil, dil-yutak ve vogus sinirlerine aktarırlar. Tat duyusunun yanı sıra dokunma, ısı ve basınç duyusunu da taşıyan bu sinirler soğancıkta bir araya gelirler. Tat siniri lifleri buradan talamusa, oradan da beyin kabuğundaki tat merkezlerine gider.

Koku duyusu da tat alma duyusuyla benzer süreçlere sahiptir. Parfüm sanayisini geliştirmiş canlılar olarak, insanın kokulara karşı son derece hassas olduğunu söyleyebiliriz. Dört ayaklı omurgalılarda koklama organı üst solunum yolları üzerinde yer alır. İnsanda koklama organı sanıldığı gibi burun değildir. Bunu söylemek, kulak kepçelerimizin duyma işlevini gerçekleştirdiğini söylemek gibidir. Burnumuz, koku alma sinirlerine yalnızca ev sahipliği yapar. İnsanda 6 milyondan fazla koku algılayıcısı, 6 cm²'lik yüzey üzerinde yoğunlaşmış olarak burun mukozası içinde yer alır. Her algılayıcının art ucu incelik bir sinir lifi niteliğini alarak doğrudan, be-

yindeki koku soğanına (bulbus olfactorius) ulaşır ve burada son bulur. Koku soğanı bir dizi yumakçık yoluyla algılayıcılardan gelen uyarıyı beyin tabanındaki özelleşmiş koku merkezlerine gönderir.

İnsan 10 000 kadar farklı kokuyu ayırt edebilir. Bu durum bu alandaki sözcük dağarcığımızın yoksulluğu göz önüne alındığında oldukça şaşırtıcıdır. Ne var ki, bazı hayvanlarla karşılaştırıldığında insan burnunun duyarlılığının çok iyi olduğu söylenemez. İnsanın mutlak koku algılama eşiği bir cm³ hava için 10⁷ moleküldür, oysa sözgelimi köpek için yalnızca 10⁵ molekül yeterli olur.

Koku algılayıcı hücre özel bir nörondur; bunun dendrit adı verilen uzantılarından biri koku alma kirpikleri taşır. Koku moleküllerini almaya elverişli yüzey alanları oluşturan bu kirpikler, destek hücrelerince salgılanan sümüksü bir madde içinde yüzer.

İnsanlarda genetik bozukluklar nedeniyle 62 çeşit kokuyu ayırt edememe olayına rastlanmıştır. Buradan yola çıkarak aslında çevremizde bizim algılayamadığımız bir çok koku türünün bulunduğunu söyleyebiliriz.

Bir diğer duyumuz olan ısıtma, birçok canlı türündeki en önemli duyulardan biridir kuşkusuz. ısıtmeyi dışkulak ve dışkulak yolu sayesinde yaparız. Dışkulak ve dış kulak yolu memeli türlere özgü bir yapıdır. Öteki hayvanlarda kulak zarı genellikle dış ortamla doğrudan temas halindedir.

Omurgalı hayvanların ortakulağı, kulak zarından gelen ses titreşimlerini, içkulağın alt-arka bölümünün (koklea) yuvarlak penceresine iletmekle yükümlü olan çok küçük üç kemikten (çekiç, örs ve üzengi kemikleri) oluşur. Bu kemikler, büzülerek seslerin iletimini etkileyebilme, özellikle bu sesler çok güçlü ve içkulağa zarar verebilecek ni-



telikte olduğunda uyarlanma yeteneğine sahip olan kaslarla donatılmıştır.

Beşinci duyumuz ise dokunmadır. Bütün hayvanlarda var olan dokun-

ma algılayıcıları insan başta olmak üzere özellikle omurgalılarda incelenmiştir. Duyarlılıkları olan bir çok algılayıcı betimlenebilir. En basitlerinden biri olan "Merkel diski" basınca ve dokunmaya duyarlıdır ve özelleşmiş bir hücre ile birarada bulunan sinir lifinden oluşur. Deri "Meissner cisimciği" adı verilen daha karmaşık oluşumları da içerir. Bundaki sinir lifi basınca duyarlı glia hücreleri çevresine sarmal biçimde sarılmıştır.

Bunların yanında deride iki tür de ısı algılayıcısı bulunur: Sıcaklık algılayıcısı ve soğukluk algılayıcısı. Aynı şekilde ağrıya karşılık gelen algılayıcılar da derimizde bulunur. Ağrı algılayıcıları çok daha çeşitlidir; batmaya ve burulmaya duyarlı mekanik ağrı algılayıcılarının yanı sıra sıcaklığa duyarlı ısı ağrı algılayıcıları da derimizde bulunur.

Derinin tüm yüzeyinde aynı sıklıkta algılayıcı yoktur. İnsanda yüz ve eller; özellikle de parmak ucu gibi bazı bölgeler dokunma algılayıcıları yönünden çok zengindir. Vücudun bu bölümlerinin nesnelerin ve biçimlerin algılanmasındaki belirleyici rolü düşünüldüğünde bu yapılanmanın çok mantıklı olduğu görülür. Bu durumun tersine sırt ve kalça bölgeleri, deri algılayıcıları bakımından yoksul sayılırlar.

Duyularımız dış dünyayla olan bağlarımızdır. Çevremizi onlar sayesinde algılayabilir, kavrayabiliriz. Bu duyulardan birinin bile eksikliği bizde büyük kayıplara yol açar. Yine de bazı duyularını tam olarak gerçekleştiremeyenlerde öteki duyuların geliştiği gözlenmiştir. Sözgelimi gözleri görmeyen bir kişi diğer insanlardan daha iyi ısıtebilir ya da koku alabilir. Öte yandan çevrenizi ancak duyu sınırlarımız içinde tanıyabildiğimizi düşünürsek, bir anlamda algılarımızın tutsağıyız da diyebiliriz. Çevremizde duymadığımız birçok ses, görmediğimiz birçok ışık vardır. Algı kapılarımızın dışında bambaşka bir dünya olduğu da somut bir gerçektir.

Gökhan Tok



Dokunma algılayıcıları vücutta en çok parmak uçlarında toplanmıştır.

Kaynaklar:
PARAVES Patrick, *Senses and Sensitivity* Contemporary Book Inc, Chicago, 1983
<http://www.bhm.org/senses/boom/110.htm>