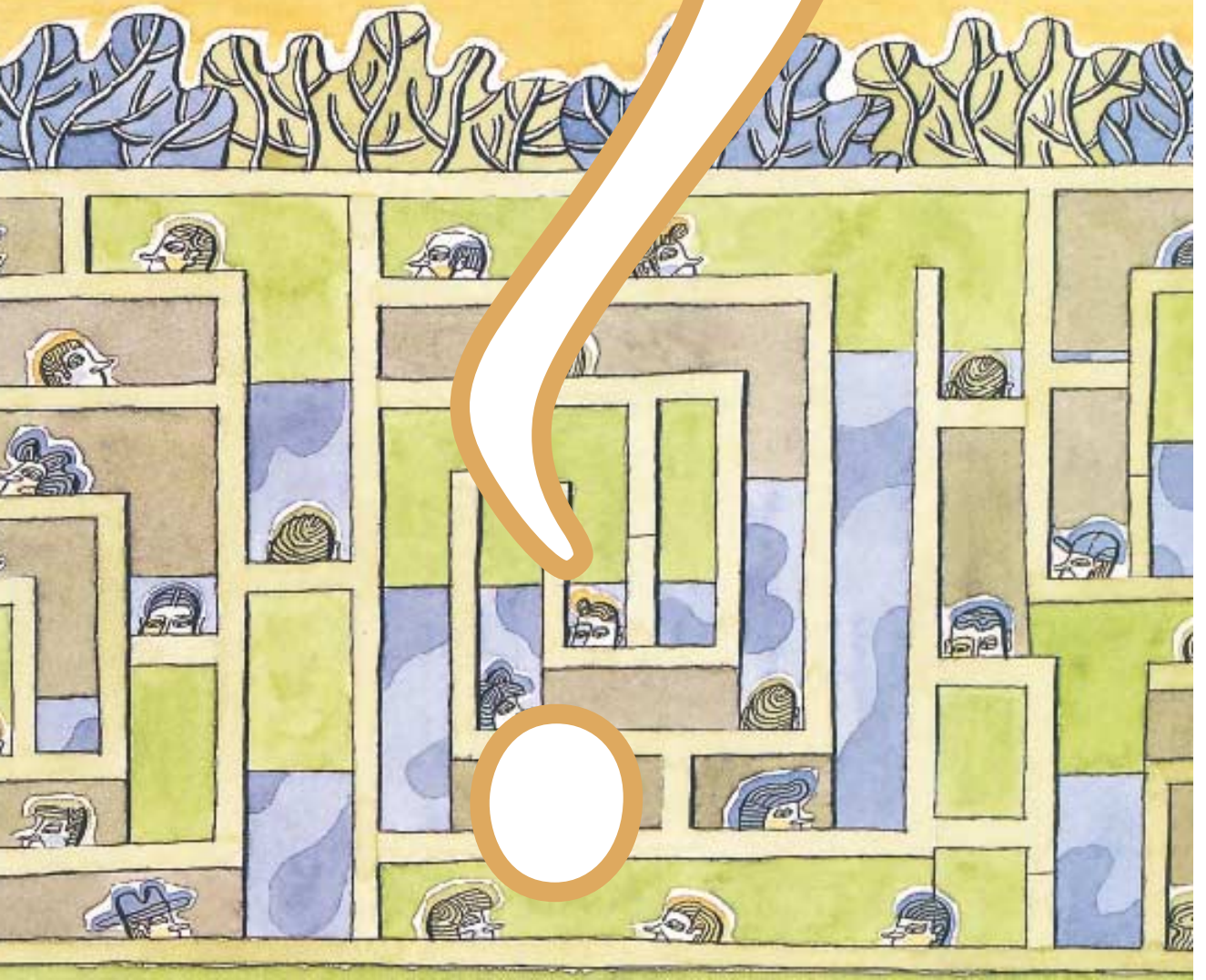


NEREDEYİM BEN?



Çeviri: Zuhâl Özer

Çevrede yolunuzu bulmak için gereken tek şeyin iyi bir bellek olduğunu düşünebilirsiniz. Ancak, kimi bulgular, insanların içgüdüsel bir yön duygusuna sahip olduklarını ortaya koyuyor.

Hayvanların çoğuyla karşılaştırıldığında, insanların oldukça zayıf bir yön duygusuna sahip olduğu gerçeğini görmezden gelmek biraz zor. Göç eden kuşların yön bulma becerileri çok iyi bilinir. Kovanlarından birkaç kilometre uzakta besin arayan arılar, dönüşte arkadaşlarına tam olarak nerede besin bulmuş olduklarını işaretlerle anlatırlar. İnsanlara gelince, evine dönerken yolunu hiç kaybetmemiş olduğunu söyleyebilenlerin sayısı çok az olsa gerek.

Bir kentte ya da yapı içinde yönümüzü bulabilmemiz, gizemli bir içsel yön duygusuna sahip olmamızdan çok, beyinlerimizin yolların, yapıların, koridorların ve başka "işaretlerin" görüntülerini öğrenmiş olmasından. Göç eden hayvanların çoğu, dünyanın manyetik alanını hissedebilir; ya da en azından konumsal değişiklikleri izlemek gibi işlevleri yerine getirebilen özelleşmiş sinir hücrelerine sahiptir. Öte yandan, biz memeliler bunların her ikisine de sahip değiliz.

Yoksa sahip miyiz? Sinir sistemi üzerinde çalışan ve çok farklı şekilde düşünen bilim adamları var. Fare ve maymunların yollarını bulmalarını sağlayan beyin hücreleri üzerinde yapılan ayrıntılı çalışmalar ve beyin görüntüleme tekniklerinden elde edilen sonuçların da giderek artmasıyla oldukça donanımlı hale gelen bu araştırmacılar, bu konuyu yeniden ele almanın zamanının çoktan geldiğine inanıyor ve memeli beyinin yön bulma konusunda o kadar da zayıf olmayabileceğini söylüyorlar. Manyetik bir alıcıya sahip olmasak da, biz memelilerde gerçekten de yön duygusuna benzer bir "şey" var. Ancak bu konudaki kanıtlar çok doyurucu değil; dahası bu duyunun beyin özelindeki ayrıntıları üzerinde yapılan tartışmalar hararetle sürüyor. İnsanları bir sandalyeye bağladıktan sonra gözlerini kapatıp, onlara dönmelerini söylemek, ciddi anlamda bilimselliği çağrıştırmasa da kimi zaman çok basit deneyler bile çok açıklayıcı olabiliyor. Brooklyn'deki New York Eyalet Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Merkezi'nden James Ranck ve arkadaşları, dönmekte olan deneklerine, dönmeye ilk başladıkları açıda durmalarını söylemişler. Vardıkları sonuçça, çevremizde kendimize "işaret" olarak aldığımız şeylerin izini sürme



konusunda, hiç de başarısız sayılmayışımız. Deneklerin tahminleri, kendi ayakları üzerinde döndüklerinde ya da gözlerindeki bant çıkarıldığında doğal olarak daha fazla tutuyordu. Ancak, hiç bir görsel ipucu bulunmaksızın sandalyede öylesine oturur halde bile, birkaç dönüşten sonra durulan nokta, doğru açıyla yaklaşık 30°'lik bir farkın ötesine geçmemiş.

İşin ucunda yiyecek varsa, laboratuvar fareleri de benzer biçimde davranabilir. Fareyi karşısında yiyecek duran dönen bir tablanın üzerine koyup tablayı döndürdükten sonra, hayvanın hiç düşünmeksizin yiyeceğe yöneldiğini gözleyebilirsiniz. Hatta hayvan döndürülmeden önce ışıkların söndürüldüğü durumlarda bile.

Ranck'e göre bu durumun vurguladığı önemli bir şey var: duyuşsal alıcılarla alınan bilginin, iç kulaktaki denge sisteminden çıkan sinirsel uyarılarla sınırlı olduğu durumlarda bile, beyinde yön ya da konuma (oryantasyon) ilişkin "işaretleri" izleyebilen bir düzeneğin varlığı. Ranck, bunu "doğal oryantasyon duygusu" olarak tanımlıyor. Peki bu nasıl bir duyu? Ayrıca nasıl işliyor?

Bu konudaki ilk ipuçları yine farelerden geldi. 1984 yılında bir Pazar akşamı, Ranck, beyinde bulunan ve "subiculum" adı verilen yapıdaki sinir hücrelerinin etkinliklerini elektrod yardımıyla izlerken, farelerden birinde, daha önceden tanık olmadığı bir "davranış" sergileyen hücreler bulunduğunu farketti. Fare orada burada gezindikçe kimi sinir hücreleri, yalnızca farenin başı belli bir yöne döndüğünde etkin hale geçiyordu.

Sinir hücrelerinin bir kısmının, neye tepki verecekleri konusunda inanılmaz derecede seçici olabildikleri bilgisi, yeni bir şey değil. Örneğin, beyin görmeye ilgili bölgesinde, yalnızca belirli renklere, ya da yatay değil de dikey çizgilere duyarlı hücreler var. 1971 yılında, Londra Üniversitesi'nden John O'Keefe, farelerin, konularını bir oda, kafes ya da labirentin duvarlarına göre belirlemesine yardımcı olan hücreler bulmuştu. Ranck'in bulgularının yeniliği, bunların, bazı hücrelerin belirli "yönlere" de duyarlı olabileceğinin ilk kanıtı olmalarıydı. "Zaten sinir sistemi üzerinde yoğunlaşan bilimsel alanların (nöral bilimler/neuroscience) çoğu, var olduğunu bildiğimiz davranışların niteliğini açıklamaya yönelik" yorumunu yapıyor Ranck. "Ancak bu, kuşların göçü üzerinde çalışanları dışında, çok az bilim adamının düşünebileceği bir şeydi."

Ne var ki nöral bilimlerde, yalnızca tuhaf özellikler gösteren hücrelerin belirlenmesi, yeterli değil. Bulgularınız, ancak hücrelerin nasıl çalıştıkları, diğer hücrelerle ne gibi bağlantılar kurdukları ve beyinde başka nerelerde bulunabileceklerine ilişkin ayrıntılarıyla desteklendiğinde ciddiye alınabiliyor. Daha sonraki yıllarda Ranck, çalışma arkadaşları Jeffrey Taube ve Robert Muller'le birlikte bu "baş-yönü hücreleri"nin oluşturduğu ağları ortaya çıkardılar. New Hampshire'da, Dartmouth Üniversitesi'ndeki laboratuvarında çalışmalarını sürdüren Taube, şimdilik beyin beş bölgesinde bu hücrelerin varlığını belirlemiş durumda.

Bu araştırmacılar, hücrelerin yöne bağlı seçimlerinin, hayvanın koşuyor veya duruyor olmasından, odanın büyük veya küçük, kare veya ve dikdörtgen, boş veya dolu olmasından bağımsız bir şekilde, aynı kaldığını gösterdiler. Hatta karanlıkta bile, her bir hücre seçtiği yönü "anımsıyor" gibiydi; baş yalnızca o yöne döndüğünde etkinleşiyordu. Hücrelerarası bağlantı dizileri, örneğin "ön" veya "kuzey"in neresi olduğuna ilişkin sanki kendilerince bir karar veriyor, sonra da o yönü esas alarak hayvandaki konumsal değişikliği izlemeye çalışıyorlardı. Hayvan oraya buraya döndükçe, seçimlerini farklı yönde yapmış hücreler bir uyarılıyor, bir yatışıyor, böylece başın yönü değiştikçe hareket odağı, her bir bağlantılı hücre dizisinde hücreden hücreye kayıyordu.

Bazı hücreler, baş hareketlerini saniyenin onda biri kadar bir süre içinde sezinebiliyorlar. Taube'a göre bu, hücrelerin, göz ve iç kulaktaki denge düzeneğinden bilgi almalarının yanı sıra, baş hareketlerinin denetimi için beyinden boyun kaslarına gönderilen uyarıları da "gözlediklerinin" bir göstergesi.

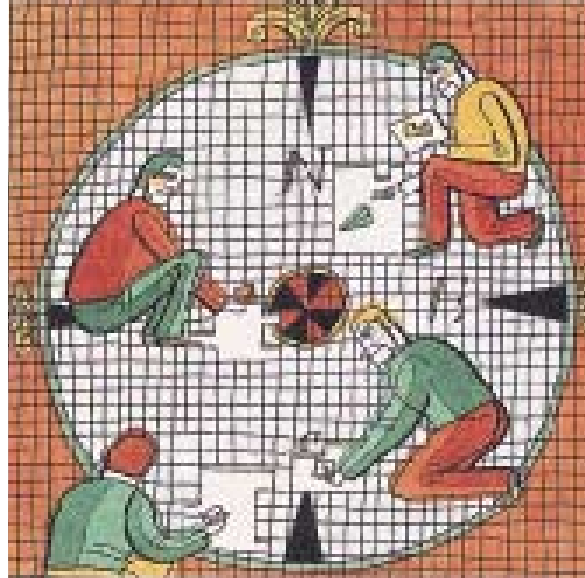
Fareciğin pek hoşuna gitmeyen durumsa, yer değiştirme çabası içinde olduğu birkaç gün içinde, yön bulma hücrelerinin "kuzey" veya "ön" duyularının yavaş yavaş sapmasıyla, hayvanın, yönüne ilişkin ölçütlerini kaybetmesi. Neyse ki, farenin kapı veya pencere gibi "tanıdık" birşey görmesi, düzeneği hızla yeniden harekete geçirebiliyor. Bu görüntü aynı zamanda, fazla sayıda dönüş hareketinin yön bulma hücrelerinde neden olduğu şaşkıncı etkiyi de silebilir. "Başınız döndüğünde hücreler her taraftan tetiklemeye başlar" diyor Taube; ama tanıdık bir işaretle karşılaştığımızda bu tetiklenme silsilesi normale döner."

Taube'un açıklamalarını ikinci çoğul şahısa ("siz") yöneltmesi, yöne duyarlı hücrelerin, insanı da içeren primatların beyinlerindeki varlığına olan inancını açık ediyor.

Yıllarca buna ilişkin yeterli sayıda doyurucu kanıt bulunamadı. Ancak 1998 yılında Oxford Üniversitesi'nden Edmund Rolls ve ekibinin, makak

maymunlarında yöne duyarlı hücrelerin keşfini açıklamaları, bu durumu değiştirmişti. Farelerde olduğu gibi bu hayvanlarda da başın, hücrelerin "seçtikleri" yöne hareket etmesi, bu hücrelerin hızlı bir şekilde tetiklenmesiyle sonuçlanıyordu. Rolls'un inancı, bu hayvanların beyinlerinde bu konuda olup bitenlerin, insan beyni için de iyi bir model oluşturduğu.

Şurası kesin ki, yön bulmak, başın hangi yöne baktığını bilmekten fazlasını içeriyor. A noktasından B noktasına hareket etmek için, uzamsal konumunuzu da izleyebiliyor olmanız gerekiyor. İşte O'Keefe'in keşfettiği hücrelerin sahneye girdikleri nokta burası. Memelilerdeki yön duyusunu, bu konuma-duyarlı hücreler hakkında bilgi sahibi olmaksızın, anlamak olanaklı



değil. Londra Üniversitesi'nde O'Keefe ve Neil Burgess'in şu sıralar yapmaya çalıştıkları da bu.

Haritalar ve Pusulalar

Ranck'in bulduğu sinir hücreleri belirli konumlara duyarlıyken O'Keefe'in "yer hücreleri" de duvarlara göre belirli yerleşimlere son derece duyarlı. Fare, kendisi için uzamsal olarak iyi tanımlanmış "seçilmiş" bölgesine seyirtene kadar, her bir hücre sakin bir şekilde bekliyor; fare o bölgeye ulaşınca da tetiklenmeye başlıyor.

Kaba bir benzetmeyle, başın baktığı yöne duyarlı hücrelerin bir pusula, konuma duyarlı hücrelerin de bir haritanın işlevini gördüğü söylenebilir.

Beyinde, yakın belleğin işlerliğinden sorumlu yapı olan "hippocampus" içinde yerleşik bulunan bu hücreler, doğrusu alıştığımız anlamdaki haritayı pek de andırmıyorlar. Ancak, bir odanın içinde veya sokakta alınan her konum, bu yer hücreleri tarafından temsil ediliyor. Üstelik yön hücreleri, fareyi elinize alıp başka bir yere götürdüğünüz zaman bile seçimlerine sıkı sıkıya bağlı kalırken, yer hücreleri bölgeye özgü -tıpkı harita gibi.

Bu haritalara sahip olanlar, elbette yalnızca fareler değil. Oxford'da Rolls, maymun hippocampus'unda da benzeri birşeyler bulmuş durumda. Ancak önemli bir farkla: Keşfettiği hücreler hayvanın bulunduğu değil, baktığı yeri izliyor ve "oralarda bir yerlerdeki" konumları kodluyorlar. Rolls'a göre

bunun bariz bir açıklaması var. Fareler ortalıkta koşuşturur sağı solu koklayarak çevrelerini incelerken, primatların inceleme yöntemi, aksine, kıpırdamaksızın çevrelerine bakınmak. Bu nedenle onlar için, durdukları yeri izleyen bir sistem yerine "oralarda bir yerleri" izleyebilen bir sistem daha elverişli.

Bu arada insanlarda, beyin görüntüleme yöntemleri sayesinde hippocampus'un yer değiştirmede önemli bir rol oynadığını doğrulanmış bulunuyor. Burgess ve O'Keefe'in çalışmalarına katılan, Londra'daki Nöroloji Enstitüsü'nden Eleanor Maguire, yolunuzu bulmaya

çalışırken en fazla etkinleşen beyin bölgelerinin belirlenmesi için PET (Pozitron Emisyon Tomografi) taramasından yararlanmıştı. Yaptığı bir deney, içlerinde karmaşık bir şehrin de bulunduğu sanal ortamlarda gezinmeye çalışan insanların, bir başkasıysa şehir içinde yolları hatırlamaya çalışan Londra taksi şoförlerinin beyinlerinin fotoğrafını çekmeyi içeriyordu (This Week, 13 Eylül 1997, s. 16). Her iki durumda da hippocampus, beyinin etkin bölgesi olarak ortaya çıkmıştı.

Fareler ve insanlar arasında bu açıdan en belirgin fark, insanlarda beyinsel etkinliğin çoğunlukla beynin sağ yarısında ortaya çıkmasıydı. Burgess'e göre bunun nedeni, sol yarımın dilsel becerilerde uzmanlaşmış olma-

şıydı. Ancak -olasılıkla deneklerin, belirli işaretlerin, örneğin sokakların isimlerini hatırlamalarına bağlı olarak sol yarım da arada bir işin içine girmiyor değildi.

Hippocampus'un içinde olup bitenler üzerinde daha ayrıntılı bilgiye ulaşmak için, araştırmacıların, yine de tek tek sinir hücreleri üzerine eğilmeleri gerekiyor. O Keefe'in ekibi, küçük, kapalı bir ortamda yer değiştiren bir farenin etkinliklerini ölçmek için epeyi zaman harcadılar. Hayvanın konumunu izlemek için hücrelerin tek yaptığıının, görsel ipuçlarına (duvarların, köşelerin konumu gibi) tepki vermek olduğunu düşünebilirsiniz. Ancak hücrelerin, ışıklar söndürüldükten sonra bile bu işlevlerini yerine getirebilmesi, akla başka şeyler getiriyor: baş-yönü hücreleri gibi, yer hücrelerinin de, farklı duvarlar aracılığıyla alınan bilgileri birleştirebilmesi olasılığını örneğin.

Daha da ilginç, ortalıkta herhangi bir nesne veya işaret bulunmaksızın, yer hücreleri birbirine tıpatıp benzeyen duvar veya köşeleri de ayırdedebiliyorlar. O'Keefe, Taube tarafından çalışılan bütün baş-yönü hücrelerinin hippocampus'la bağlantılı bölgelerde bulunmasının bir rastlantı olmadığı düşüncesinde. Bu bölgelere, yer-hücrelerini rahatça etkilemek üzere yerleşmiş baş-yönü hücreleri, onlara bu şekilde ölçütlerini belirleme olanağı tanıyor.

Yine O'Keefe'e göre, baş-yönü hücreleriyle yer hücrelerinin bu ortaklığı, beyine, memelilerin "doğal yön duygusuna" en yakın duyuya sahip olabilecekleri bir özellik veriyor. Bu özellikse, yer işaretleri, yiyecek, ev gibi önemli şeylerin konumlarını öğrenmeye olanak tanıyan, beyine doğuştan kenetli bir düzeneği içeriyor.

Tüm bunlar, görüldüğünden daha karmaşık. Birçok kişi, yön bulmak için iyi bir belleğin yeterli olduğunu söyleyecektir. Üstelik bu kişilerle hemfikir bazı araştırmacılar da bulunacaktır. Taube ve O'Keefe tarafından incelenen hücreler, pusula-harita ilişkisini çağırırsa da, örneğin Arizona Üniversitesi'nden Bruce McNaughton'un dediği gibi, bu hücreler hassas birer "bellek cihazı"ndan öte birşey olmayabilirler.

Farelerde yer hücrelerini incelemeye yıllarını vermiş olan McNaughton, bu hücrelerin hippocampus içinde gerçekleştirdiklerinin, bir haritanın işleviyle pek de özdeşleştirilemeyeceğini savunuyor. Bu düzeneğin yalnızca, birbirinin aynı görünüşte duvarlarla sınırlı, açık alanlarda işlediğini söylüyor araştırmacı. Ona göre O'Keefe'in, yer hücrelerinin tetiklenme dizgesinde gerçekte gördüğü, alıcı hücrelerde olması beklenen gerçek-zamanlı tepkiler değil, yalnızca uzamsal belleğin etkinleşmesi. Rolls daha da öteye giderek, hippocampus'un uzamsal bir sistemi değil, genel bir bellek sistemini barındırdığını söylüyor.

Yönünü Şaşırması Fareler



Kimse belleğin yer değiştirmede önemli bir rolü olduğunu yadsımıyor. Bellek, en azından biz insanların, daha dışarı bile çıkmadan rotamızı gözden geçirebilmemizi açıklıyor. Belleğin, farelerin yer değiştirme becerilerinde yardımcı olduğu da kuşku götürmüyor (Öğrenmeyi engelleyici ilaçların, farelerde oryantasyonu bozması ve yer hücrelerinin "davranışlarını" değiştirmesi bunun iyi bir kanıtı.). Ancak O'Keefe, kanıtların McNaughton'un görüşlerini desteklemediği konusunda ısrarlı.

Araştırmacı, yer ve yön hücrelerinin davranışlarında, öğrenmeye bağlı olarak değişmeyen yönler de olduğunu düşüncesinde. Ona göre, farklı baş-yönü hücrelerinin tetiklendiği farklı açı-

ların her zaman sabit kalması, bu hücreler arasındaki bağlantıların da doğuştan belirlenmiş olabileceği görüşünü kuvvetle destekliyor. Aynı şey, yer hücreleriyle yön hücreleri arasındaki bağlantılar için de sözkonusu. O'Keefe'e göre tüm bunların anlamı açık: Memeli beyni, yer değiştirme sırasında yalnızca belleğe bağımlı değil; konumu izleyebilecek fazladan bir düzeneğe de sahip.

Buna yakın bir görüş de yine Taube'a ait. O da, baş-yönü hücreleriyle yer hücrelerinin ilk olarak, hayvan beyninin, öğrenme ve bellek sistemlerinden gelecek yüklüce bir uyarıya gerek duymaksızın, hayvanın gidiş-gelişlerini izleyebilmesi için evrimleştiğini düşünüyor. Buna göre evrimsel olarak ilkel bir sistem, görmenin yanısıra diğer duyuyla da gelen bilgiyi (vücut hareketleriyle gelen bilgiler dahil) sürekli bir şekilde "gözlemiş" olabilir. Sistem, yer değişikliğindeki 'kaymaları' düzelterek bir bellekten yardım almamış olsaydı, hataya fazlaca açık hale gelecekti. Böylece beyin evrimleştikçe, sürekli gözleme işlevi, zamanla yerini belleği de icine alan daha ekonomik ve doğru bir stratejiye bırakmıştı.

Taube, bu gelişme olmasaydı, yer değiştirmenin beyin için çok daha fazla yük getireceğine inanıyor. Biz insanlar, nerede olduğumuza ilişkin içsel duyumlarımızı, yalnızca tanıdık işaretlere karşı uyanık olmakla güncelleyebileceğimiz gerçeğini fazla basite alıyoruz. "Londra Kulesi'ne şöyle arada bir bakmanız yeterli" diyor Taube. "Konumunuzu denetlemek için ona sürekli bakmanız gerekmiyor."

Yer değiştirmeye ilgilenen araştırmacılar, işaretler, bellek ve hippocampus'un seçici hücreleri arasındaki etkileşimin sırrını er veya geç çözecekler. Bu çalışmalar süredursun, ortada yanıtlanması gereken bir sorunun daha var olduğunu da unutmamak gerek-hani şu insan doğasının çözülmez tuhafılığı sorusu. Nasıl oluyor da, bunca karmaşık sinirsel devrelere sahip yaratıklar olarak, kimimiz kapıdan adımımızı attığımız anda kaybolabiliyoruz? İşte yeni bir öykünün başlangıcı...

Phillips, H., "Where Am I?", New Scientist, 23 Ocak 1999.