

İNSAN MANYETİK ALANI ALGILAR MI?

Dr. Tuncay Baydemir [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

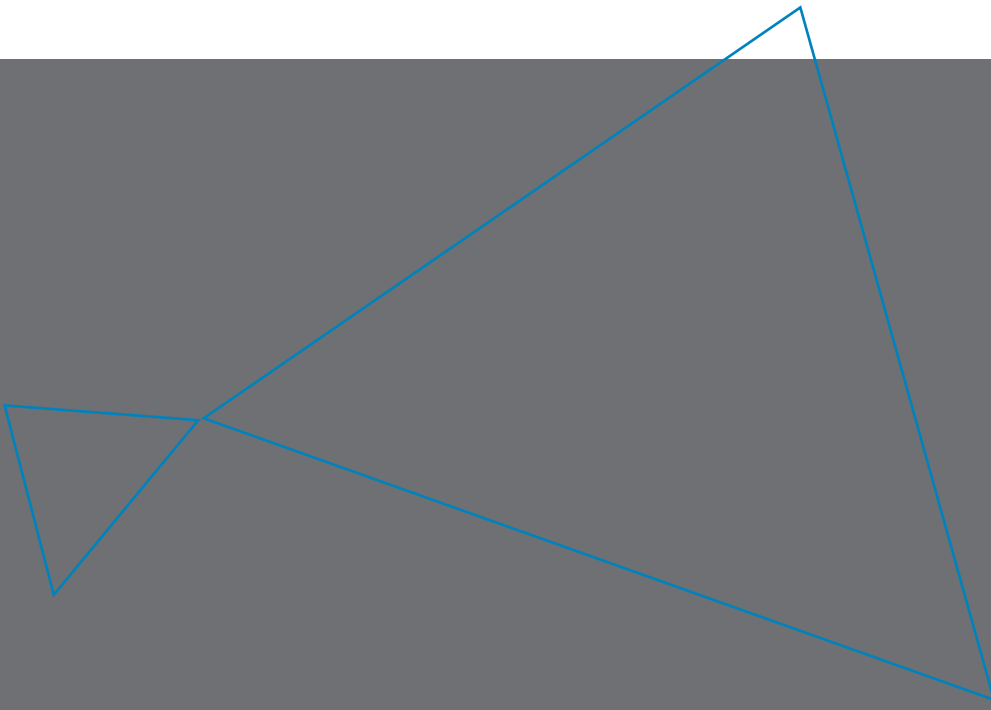
Pek çok canlıda manyetik algının varlığı bilimsel olarak biliniyor.

Bakteri, salyangoz, kurbağa ve ıstakoz gibi canlılar Dünya'nın manyetik alanını algılıyor, göçmen kuşlar ve deniz kaplumbağaları yönlerini bu sayede buluyor, köpekler eğitildiklerinde saklanmış çubuk mıknatısın yerini gösterebiliyor. Bal arılarının manyetik alana olan tepkileri ışığa, kokuya ya da dokunmaya olan tepkileri kadar kuvvetli.

Biyologlar tarafından gerçekleştirilen araştırmalarla balıklarda, amfibilerde, sürüngenlerde, pek çok kuş türünde, balinalarda, kemirgenlerde, yarasalarda, büyükbaş hayvanlarda ve daha pek çok canlıda manyetik alan algısının varlığı ortaya konmuş.

Bu algı sayesinde canlılar evlerini bulabiliyor, yönlerini tayin edebiliyor ve bu duyuyu görme, koklama ve duyma kadar etkili bir şekilde kullanabiliyor.



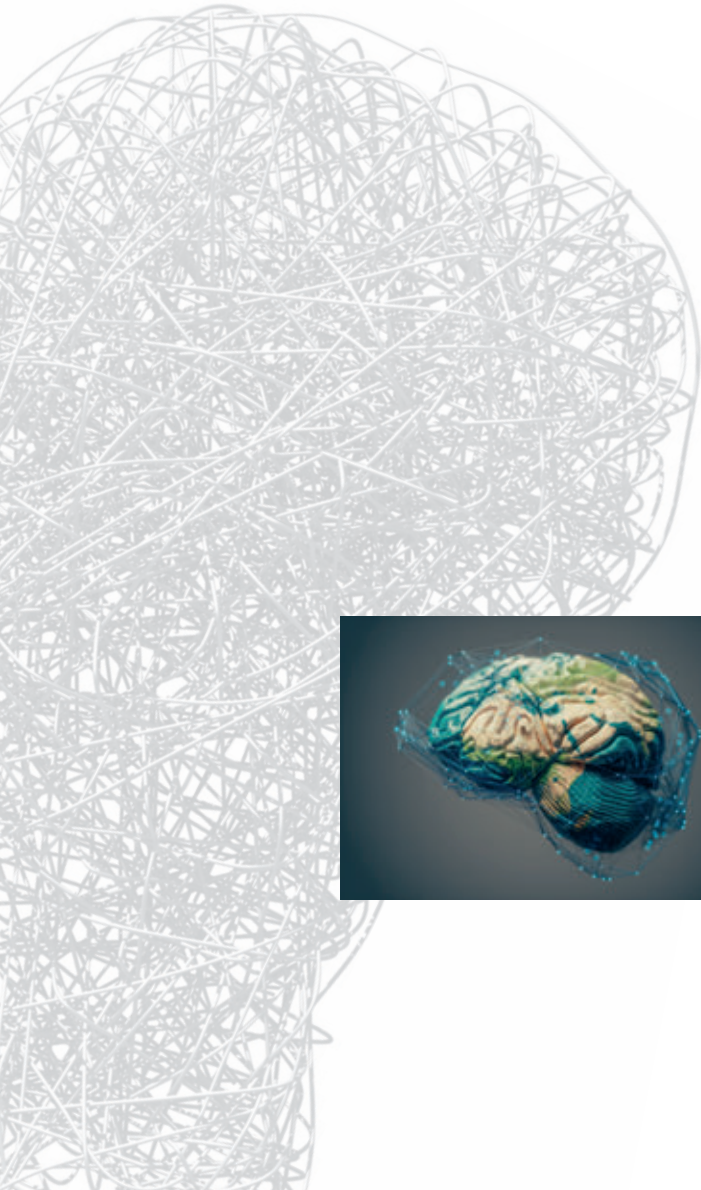
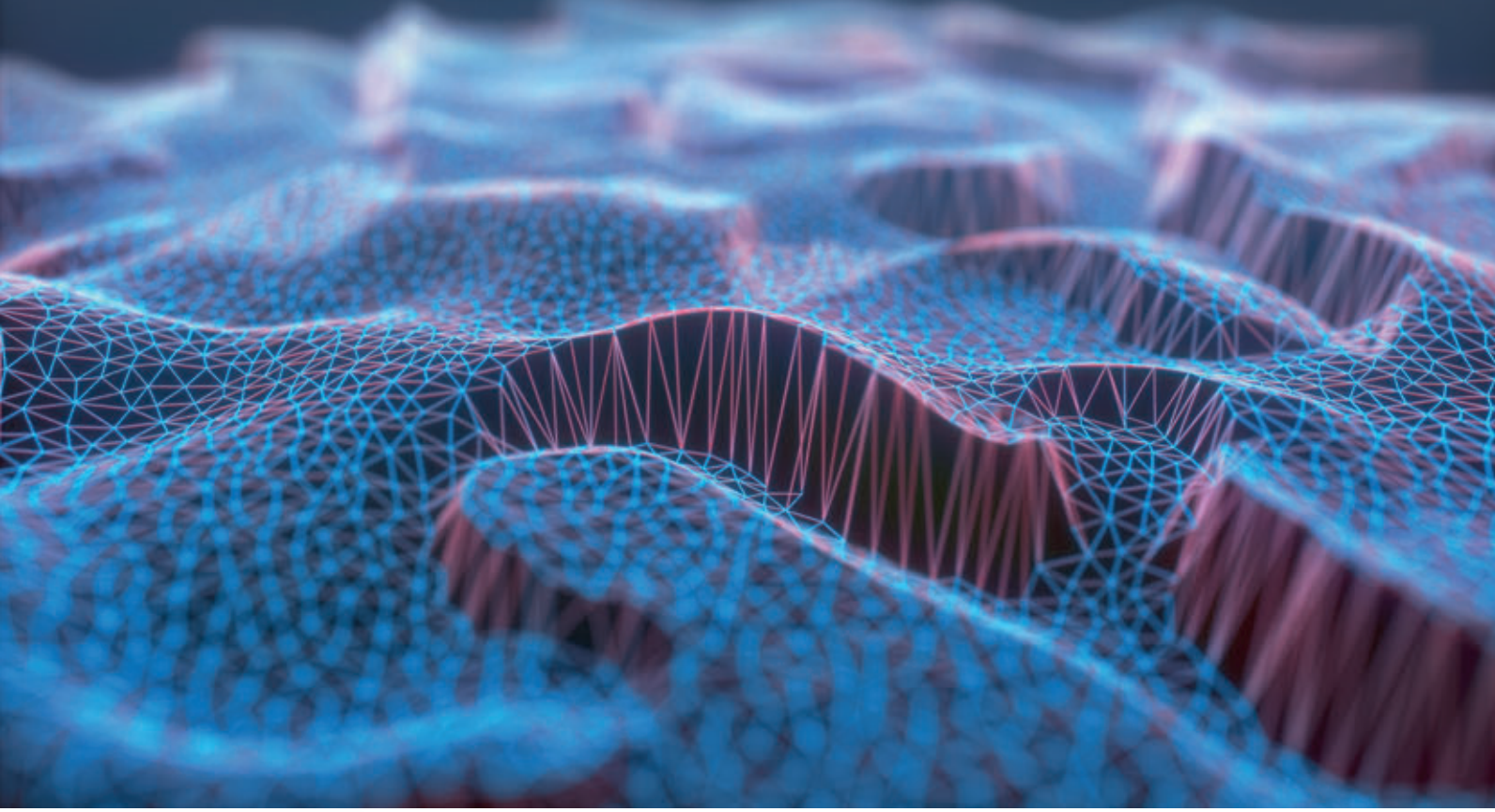


Peki, insanların manyetik duyuları var mı?

Göçmen olsun veya olmasın pek çok canlının sahip olduğu kuvvetli manyetik duyulara insanlar da sahip mi?

Eğer öyleyse bu duyu diğer canlılardaki gibi etkili bir biçimde çalışıyor mu? Yoksa bilinçli hareketlere dönüşüyor mu?

Bu sorular bilim insanları tarafından uzun zamandır soruluyor. Yaklaşık 30 yıllık süreçte yapılan çalışmalar bu sorulara net bir biçimde cevap vermeyi başaramadı. Elde edilen olumlu ve olumsuz sonuçlara konunun tartışmalı bir hâlde kalmasına neden oldu.



Geçmiş girişim ve araştırmalarda genellikle davranış analizleri ile insandaki manyetik algunun varlığı ortaya konulmaya çalışıldı. 1970'lerde yapılan çalışmalar da gözü kapalı deneklerden, evlerinden uzaklaştırıldıktan ya da etrafta dolaştırıldıktan sonra, yönlerini bulmaları istendi ancak tutarlı sonuçlar ortaya çıkmadı. Teknolojik gelişmelerle birlikte, daha kapsamlı araştırmalar yapılmaya başlandı ancak hesaplama yöntemlerindeki kısıtlamalar ve veri analiz tekniklerinin yetersizliği nedeniyle istenilen sonuçlar alınamadı. Kısıtlı sayıdaki araştırmaların pek çoğunda da tekrar edilebilir, doğrulanabilir ve güvenilir sonuçlar elde edilemedi.

şimdiye kadar yapılan çalışmaların istenilen sonucu vermemesinin en önemli nedeni, insandaki manyetik duyunun davranışlara etki etmeyecek şekilde zayıf ve bilinçsiz bir şekilde gerçekleşmesi olabilir. Günümüzde modern sinirbilimin sunduğu olanaklar göz önünde bulundurulduğunda manyetik algı konusunun daha detaylı araştırılmasının önünde çok fazla engel bulunmuyor. Bu imkânlarla yapılan güncel bir çalışma ile insandaki manyetik algunun varlığı açık bir şekilde ortaya konuldu. Bilinmeyen yönlerin aydınlatılması içinse biraz daha beklemek gerekebilir.

Manyetik Algı Mekanizmaları

Davranışsal deneyler çeşitli hayvanların Dünya'nın manyetik alanını tespit edebildiğini ve bu bilgiyi uzun ve kısa mesafeli hareketlerine kılavuzluk edebilecek şekilde kullanabildiğini gösteriyor. Diğer duyularla ilgili mekanizmalar ve bu mekanizmaların sorumlu yapıları net olarak tanımlanmış ve ortaya konmuş olsa da aynı şeyleri manyetik algı için söylemek çoğu durumda mümkün değil. Elbette üzerinde çalışılan birtakım kuramlar var. Manyetik algı mekanizmalarını açıklamada bu kuramlardan üç tanesi ön plana çıkıyor.

Bu yüzden yapılan araştırmalarda elde edilen verilerle bu kuramların doğruluğu ispatlanmaya çalışılıyor.

California Institute of Technology (Caltech) öncülüğünde Connie X. Wang ve arkadaşları tarafından yapılan araştırmalar insanların da manyetik duyuya sahip olduğunu gösterdi. Araştırmacılar denekleri Dünya'nın manyetik alanına benzer şiddette manyetik alana maruz bıraktılar. Deneklerin maruz kaldığı manyetik alan belirli bir şekilde döndürüldüğünde belirgin beyin dalga desenleri gözlemeyi başardılar. Elde ettikleri bulguları *eNeuro* dergisinde yayımlayan araştırmacılar, insanların bilinçsiz olarak manyetik alanın varlığını algıladığını ve beyin dalgalarındaki değişimlerin bunu net olarak gösterdiğini ancak beynin bu bilgiyi kullanıp kullanmadığını, kullanıyorsa bunun nasıl gerçekleştiğini henüz tam olarak açıklayamadıklarını bildirdiler.

Elektromanyetik İndüksiyon

Elektromanyetik indüksiyon kuramına göre, manyetik algı, canlıların Dünya'nın manyetik alanı boyunca hareketi sırasında ürettiği oldukça düşük elektrik akımları sayesinde gerçekleşiyor. Elbette bu kadar düşük akımların algılanması çok gelişmiş algılayıcılar sayesinde mümkün olabilir. Çoğu indüksiyon modeli canlıların deniz suyu gibi iletken bir ortamda bulunmasını da gerektiriyor. Köpekbalıkları ve bazı deniz balıkları türlerinin bu mekanizmayı kullandığı düşünülse de henüz net bir kanıt ortaya konulamadı.

Araştırma grubunda jeofizik biyoloğu, bilişsel sinir bilimci ve sinirbilim mühendisi gibi uzmanların bulunması, araştırmamanın sağlıklı bir şekilde gerçekleştirilmesini mümkün kıldı. Çalışmada insan beyin aktivitelerine odaklanıldı ve manyetik alan değişikliklerinin beyin dalgalarında neden olduğu değişimler izlendi. Çalışmanın yayımlanan sonuçları bizim de jeomanyetik duyuya sahip canlılar olduğumuzun ilk sağlam kanıtı sayılıyor.

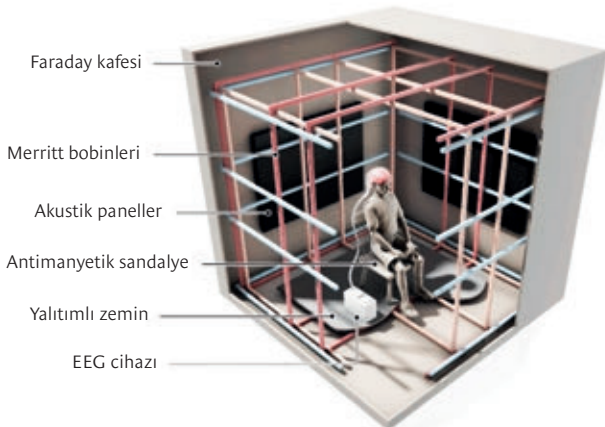
Yapılan araştırmada Dünya'nın manyetik alan kuvvetine eşit şiddette bir manyetik alan oluşturuldu ve insan beyninde gerçekleşen aktiviteler izlendi. Zayıf ve bilinçsiz duyuşsal tepkilerin test edilmesi elektroensefalografi (EEG) kullanılarak yapıldı. Çalışma Caltech'ten 36 gönüllünün katılımıyla gerçekleştirildi. Denekler denemeler süresince elektrik bobinleri ile kaplı karanlık ve sessiz bir odada gözleri kapalı ve yönleri kuzeye bakacak şekilde oturdular. İşitsel uyarıcılar sadece denemelerin başlangıç ve bitiş zamanlarını bildirmek için kullanıldı. Odanın içinde bulunan tüm öğelerin dış manyetik alandan etkilenmemesi geliştirilen Faraday kafesi ile sağlandı. Üç eksenli bobinler sayesinde kontrollü bir şekilde manyetik alan oluşturuldu. Odanın duvarları ses izolasyonu için akustik panellerle kaplandı. Manyetik alanı etkilememesi için zemin izolasyonu yapıldı ve denemeler için tahta sandalye kullanıldı. Gücünü bataryadan alan EEG cihazı ise optik kablo yoluyla başka bir odada bulunan bilgisayara bağlandı.

Kimyasal Manyetik Algı

Kimyasal manyetik algı kuramına göre, canlı kimyasal tepkime sonucunda manyetik alana duyarlı hâle gelir. Bu teorinin en kabul gören örneğinde, retina bölgesinde bulunan ışığa duyarlı kriptokrom proteinleri mavi ışığı soğurup manyetik alana duyarlı serbest radikal çiftleri oluşmasına sebep olur. Oluşan bu serbest radikal çiftleri, bölgesel manyetik alana bağlı olarak farklı formlar oluşturur. Manyetik alanın yönü bu formlara dayanarak oluşan kimyasal ürünlere göre tayin edilir.

Bobinler sayesinde oluşturulan manyetik alanın kuvveti gezegenimizinkiyle aynıydı. Tek fark manyetik alanın yönünün istenildiği gibi ayarlanabiliyor olmasıydı. Deneklerin başlarına takılan elektrotlar sayesinde manyetik alanın yönü değiştirildiğinde beyinde gerçekleşen elektriksel aktivite ölçüldü.

Denekler üzerinde gerçekleştirilen 1 saat süreli EEG seanslarında 7 dakikalık çoklu deneysel çalışmalar uygulandı. Deneklerin kafa bölgesine bağlanan 64 adet elektrottan elde edilen veriler sürekli biçimde kaydedildi. Her 100 deneme için manyetik alan şiddeti sabit tutuldu ve sürekli olarak yönü değiştirildi. Manyetik alan oryantasyonunda belirli zaman aralıklarında değişiklikler yapıldı. Bu denemelerin arasında, kontrol amaçlı olarak, dağınık bir düzende manyetik alan değişiminin olmadığı denemeler de gerçekleştirildi.



DOI: <https://doi.org/10.1523/ENEURO.0483-18.2019>

Manyetit Kaynaklı Manyetik Algı

Manyetit (Fe_3O_4) doğal olarak bulunabilen bir demir oksittir. Kuvvetli manyetik özellikleri ve ulaşılabilirliğinin kolay olması araştırmalarda ve çeşitli uygulamalarda yaygın bir şekilde kullanılmasını sağlıyor.

Manyetit kaynaklı manyetik algı kuramına göre, manyetik bir mineral olan manyetit kristalleri, Dünya'nın manyetik alanı enerjisini sinir sistemi tarafından algılanabilecek fiziksel kuvvetlere dönüştürür. Bazı canlıların manyetik algıdan sorumlu olduğu düşünülen vücut bölgelerinde manyetite rastlanmıştır. Buna rağmen manyetit esaslı alıcılara ilişkin morfolojik ve nörofizyolojik daha fazla kanıtın ortaya konulması için araştırmalar yapılmaya devam ediyor.

Önerilen bu üç mekanizma canlılardaki manyetik algı olgusunu açıklamak için fiziksel olarak yeterli gözükse de şimdiye kadar elde edilen verilerin bu mekanizmaları tam anlamıyla kabul etmek veya reddetmek için yeterli görünmediği söylenebilir. Bununla birlikte, manyetik algılamaya farklı canlılarda farklı mekanizmalar üzerinden gerçekleşebileceği gibi, bazı canlılarda algılama, biri yönü algılamak diğeri ise coğrafi konumu saptamak üzere iki farklı mekanizma üzerinden de gerçekleşebilir.

Jeomanyetik alanın farklı rotasyonlarının uygulanması sonucunda deneklerde EEG alfa bandında (8-13 Hz) güçlü, belirgin ve tekrarlanabilir beyin dalgası aktiviteleri saptandı. Alfa ritmi dış uyaranlardan yalıtılmış ve dinlenme durumundaki kişilerde baskın olarak görülen beyin dalgalarıdır. Bu nedenle yapılan çalışmalarda deneklerin gözleri kapatılmış ve rahat bir pozisyonda istirahat hâlinde olmaları sağlandı. Dış uyaranların olası etkileri düşünülerek ortadan kaldırıldı ve olası hata kaynaklarını ortadan kaldırmak için kör deneyler yapıldı.

Elde edilen sonuçlar ise kişiden kişiye farklılık gösteriyor. Bazı deneklerde güçlü alfa dalgası hareketliliği gözleniyorken bazılarındaysa bu hareketlilik yok denecek kadar az gerçekleşebiliyor.

Sonuçlar insan beyninin manyetik alan reseptörlerinden yön girdilerini topladığını ve seçici olarak işlediğini gösterdi. Manyetik alan yönü ve rotasyonuna duyarlı nöral etkinlik desenleri test grupları düzeyinde birbirleriyle tutarlıydı ve sonuçlar tekrar edilebilir özellikteydi. Böyle bir nöral aktivitenin tespit edilmesi aynı zamanda manyetik algı kaynaklı davranışsal değişim için bir önkoşul ve başlangıç noktasıydı.

Manyetik alan değişikliklerinin beyin dalgalarında yaptığı etki bazı durumlarda daha net görüldü. Örneğin, yüzü kuzeye bakan deneklerde manyetik alanın yönü (Dünya'nın kuzey yarımküresinde olduğu gibi) tabanı işaret ediyorken manyetik alan saat yönünün tersine kuzeydoğudan kuzeybatı istikametine döndürüldü. Bu durumda alfa dalgalarının genliğinde %25'lik bir düşüş gözlemlendi. Bu değişiklik kontrol denemelerinde görülen alfa bandı dalgalanmalarının üç katı kadardı. Bununla birlikte, ilginç bir şekilde, (Dünya'nın güney yarımküresinde olduğu gibi) yönü yukarıya doğru olan manyetik alanın döndürülmesi, herhangi bir beyin dalgası aktivitesine yol açmadı. Farklı zamanlarda testler tekrarlandıysa da durum değişmedi.

Kirschvink ve arkadaşları, aşağı yönlü manyetik alan beyin dalgalarında hareketliliğe neden olurken yukarı yönlü manyetik alanda böyle bir durum görülmemesi durumuyla ilgili sorulara şöyle bir açıklama getiriyorlar: "Beyin manyetik veriyi her durumda alıyor ancak mantıklıysa onu kullanıyor". Yapılan açıklamalar makul olarak değerlendirilse de araştırmaların farklı denekler üzerinde tekrar edilmesinin gerekli olduğu da açıkça görülüyor.

Çalışmalarda elde edilen verilere göre, beyin belirli manyetik alan yönlerine ve rotasyonlarına olan seçici tepkileri, nöral aktivitenin çevresel verilere göre ayarlandığı anlamına geliyor. Kuzey Yarımküre'de yaşayan katılcılardan oluşan denekler, aşağı yönlü manyetik alanı normal olarak değerlendirirken yukarı yönlü manyetik alanı ise anormal bir durum olarak değerlendirip dikkate almıyor.

Balıklar

Somon ve alabalık da dâhil olmak üzere pek çok balık, burunlarındaki demir bazlı algılayıcılar sayesinde manyetik alanları kullanırlar. Zebra balığının da bu sınıfa dâhil olduğunun bulunması sayesinde balıklarla ilgili laboratuvar çalışmaları hız kazanacak gibi görünüyor. Köpekbalıkları gibi elektrik akım değişimlerini hassas bir şekilde hisseden deniz canlılarının da manyetik alanı elektromanyetik indüksiyon yoluyla algıladığı düşünülüyor.

Bunun farklı örneklerini diğer canlılarda görmek mümkün. Örneğin, manyetik algıya sahip bazı canlıların yıldırımın neden olduğu garip manyetik alanlarla karşılaştıklarında iç pusulalarını normal olmayan bu verilere kapattıkları biliniyor. Bazı göçmen kuşlara manyetik alan kuvveti normal değerlerden %25 kadar sapma gösterdiğinde manyetik algılarını kapatıyorlar. Böylece dışardan gelen anormal verilerin yön tayinlerini olumsuz etkilemesinin önüne geçiyorlar.



Karıncalar ve Arılar

Karıncalar ve arıların, özellikle karın ve antenlerinde olmak üzere, tüm vücutlarında demir bileşiklerinin manyetik kristalleri bulunur. Bu manyetik kristallerin pusula görevi gördüğü düşünülüyor.

Bir göçmen karınca türü olan *Pachycondyla marginata*, bu manyetik parçacıkları muhtemelen çevresindeki topraklardan alıyor.

Çok sayıda yerleşik ve göçmen canlı Dünya'nın manyetik alanına duyarlı olup yaşamlarının büyük bölümünde sahip oldukları manyetik algıyı etkili bir şekilde kullanıyor. İnsanlarsa günlük yaşamda tecrübe ettikleri manyetik uyarıcıların farkında bile olmuyor. Bazı araştırmacılara göre, insan sahip olduğu ve etkin olarak kullandığı manyetik algıyı ya zamanla kaybetti ya da Dünya'nın manyetik alanını nörolojik bir aktiviteye dönüştürecek bileşenlere tam olarak sahip değil.



BAZI CANLILARDA MANYETİK ALGILAMA BAZI CANLILARDA

Deniz Kaplumbağaları

Deniz kaplumbağaları doğumlarından itibaren manyetik duyularını hem pusula hem de harita olarak kullanırlar. Yavru deniz kaplumbağaları uzak ve yabancı bir yere bırakılsalar bile doğru yöne yüzebilir ve evlerinin yolunu bulabilirler.



Manyetik haritalar kullandığı bilinen hayvanlar arasında istakozlar ve semenderler de bulunuyor.

Diğer canlılar üzerinde gerçekleştirilen araştırmalar, jeomanyetik algının hayvanlarda pusula işlevi gördüğünü ve haritalama işlerine hizmet ettiğini gösterdi. Pusula etkisi (manyetik kuzey/güney) hayvanlarda yön bulmayı ve yönelmeyi sağlıyor. Haritalama ise manyetik alan yoğunluğu ve yönünün çeşitli bileşenlerinin işlendiği daha karmaşık süreçler anlamına geliyor. Ayrıca, manyetik alanı etkileyecek normal olmayan durumlarda (güneş lekesi aktivitesi ve yerel jeomanyetik düzensizlikler gibi) canlılar hatalı bilgiyi algılayıp kendilerini bu yanlış bilgi kaynağından korumaya adapte edebiliyor ve manyetik algılarını kapatıyorlar. Tüm bu göstergeler aslında jeomanyetik algının birçok duyusal sistemde görüldüğü gibi oldukça karmaşık sinirsel işlemlere tabi olduğunu işaret ediyor.

Dünya'nın manyetik alan çizgileri Güney Kutup Bölgesi yakınlarından çıkar, küre boyunca kıvrılarak Kuzey Kutup Bölgesi'nden tekrar çekirdeğe döner. Bu manyetik alanı algılayabilen canlılar bir pusulaya sahiplermiş gibi yönlerini tayin edebilirler. Uzun ve karmaşık göç yollarına sahip canlılarda ise manyetik alanın pusula işlevi görmesi yeterli faydayı sağlamaz. Göçmen kuşlar ve deniz kaplumbağaları gibi canlılar Dünya'nın manyetik alanı sayesinde kendi küresel konumlandırma sistemlerine (GPS) sahiptirler. Coğrafi konumlarını ve varış noktasına göre pozisyonlarını bu yolla algılayan canlılar böylece uzun mesafeli göç yollarını katederken hedeflerini şaşırılmaz.



A MANYETİK ALGILAMA



Kuşlar

Bazı göçmen kuş türlerinin manyetik algılarının hem gözlerindeki kriptokrom moleküllerine hem de vücutlarındaki manyetite dayalı olarak iki farklı mekanizma üzerinden gerçekleştiği düşünülüyor.

Güvercin, meyve sineği ve beluga balinası gibi canlılar da vücutlarında bulunan kriptokrom molekülleri sayesinde manyetik alanı algılıyor.

Yarasalar diğer kuvvetli duyularının yanında Güneş'e göre kalibre ettikleri manyetik bir pusulaya da sahip. Pusulalarının çalışma prensibi demirli bileşimlere dayanıyor.

Görüldüğü üzere bazı canlılar Dünya'nın manyetik alanını ve manyetik alandaki değişimleri algılıyor ve bu bilgilerden faydalanıyor. Bu yeteneğe sahip canlıların listesi bakteriler, solucanlar, kelebekler, köpekler, kurtlar gibi daha pek çok canlı ile uzayıp gidiyor.

Çözülmesi gereken bir diğer konu da beyin dalgalarındaki aktivitenin manyetik alan yönünün saat yönünün tersine döndürülmesi sonucunda gözlemlenmiş olmasıdır. Araştırmacılar bu konu ile ilgili henüz net bir cevap bulunmadığını belirtiyor.

Wang ve arkadaşlarının yaptıkları araştırmanın sonuçlarına göre, insan beyni manyetik alan değişimlerini algılıyor ancak araştırmacılar bu algının tarafımızca nasıl kullanıldığına dair henüz net bir bilgiye sahip değil. Bununla birlikte, manyetik alan duyusunun altında yatan mekanizmalar da tam olarak bilinmiyor. Buna dair en uygun teori manyetit içeren duyu hücreleri sayesinde algının gerçekleştiği yönünde. Şimdiye kadar elde edilen bilgiler, bundan sonra yapılacak yeni araştırmaların ilk amaç çok önemli bir adımı olarak nitelendirilebilir. Beynin hangi bölgesinde manyetik sinyallerin işlendiğinin bulunması ve buradaki hücrelerin doğasının tanımlanması araştırmacıların bir sonraki odak noktası olacak gibi gözüküyor.

Elde edilen bulguların insandaki manyetik algının daha derin bir şekilde araştırılması için kılavuzluk etmesi bekleniyor. İnsanın manyetik algısının artırılmasının da mümkün olabileceği değerlendiriliyor. Sonuç olarak, insanın sahip olduğu manyetik algı tüm boyutlarıyla keşfedilmeyi bekliyor. ■

Kaynaklar

Wang, Connie X., Hilburn, I.A., ve ark., "Transduction of the Geomagnetic Field as Evidenced from alpha-Band Activity in the Human Brain", *eNeuro*, 6(2), e0483-18.2019, s.1-23, 2019.

Johnsen, S., Lohmann, K.J., "The Physics and Neurobiology of Magnetoreception", *Nature Reviews Neuroscience*, Cilt 6, s.703-712, 2005.

Bansal, R., "The Sixth Sense", *IEEE Microwave Magazine*, Cilt 18, Sayı 4, S. 16-18, 2017.

<https://www.sciencenews.org/article/people-can-sense-earth-magnetic-field-brain-waves-suggest>

<https://www.sciencemag.org/news/2019/03/humans-other-animals-may-sense-earth-s-magnetic-field>

<https://www.newscientist.com/article/mg20827881-600-magnetovision-birds-seventh-sense-revealed/>

<http://theconversation.com/new-evidence-for-a-human-magnetic-sense-that-lets-your-brain-detect-the-earths-magnetic-field-113536>

<https://gizmodo.com/fascinating-experiment-suggests-some-humans-can-sense-e-1833377029>

<https://www.newscientist.com/article/2196865-our-brains-might-sense-earths-magnetic-field-just-like-birds-do/>

<https://www.newscientist.com/article/dn28494-animal-magnetic-sense-comes-from-protein-that-acts-as-a-compass/>