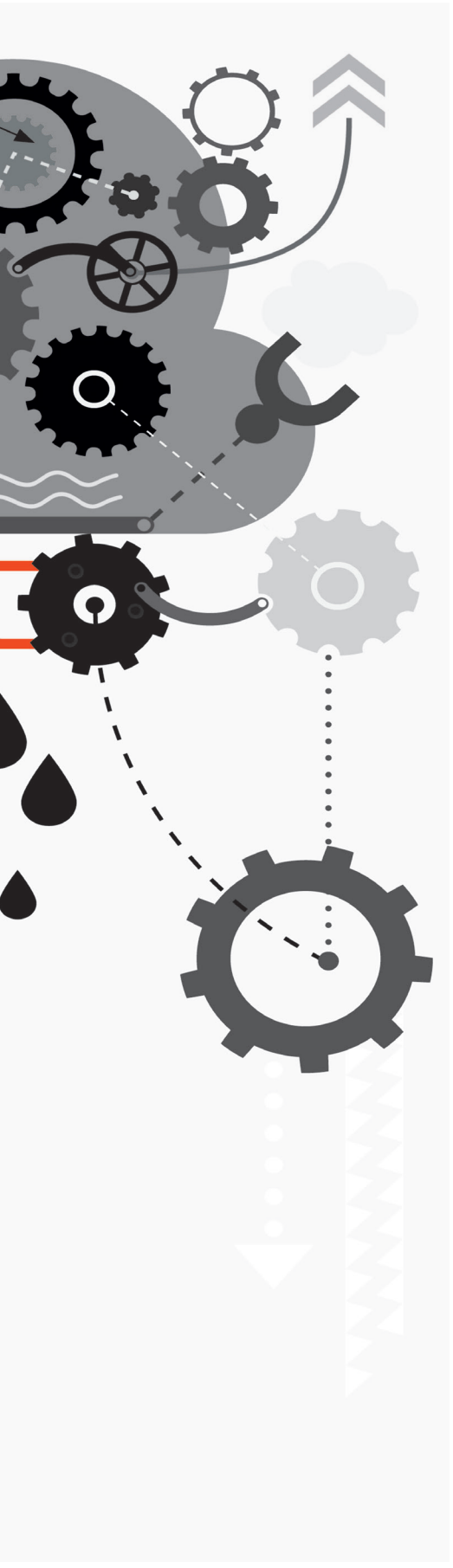
İnci Ayhan
Yrd. Doç. Dr., Boğaziçi Üniv. Psikoloji Bölümü

>>>



Görsel Beynin
İş Bölümü Stratejileri

Renk Körü Bir Ressamın Beynin İşleyişi Üzerine Düşündürdükleri

Nörolog Oliver Sacks, kendisini alanında başarılı bir görsel sanatlar sanatçısı olarak tanımlayan ancak geçirdiği bir trafik kazası sonrasında renkleri ayırt etme yetisinden yoksun kalan I.'dan kederli bir mektup aldığında 1986 yılının Mart ayıydı. Kazaya bağlı beyin sarsıntısı sonrasında renkli dünyası yalnızca grinin tonları ile siyah-beyaza dönmüş olan I., örneğin köpeğini gri, domates suyunu siyah görmeye başlamıştı. Bir zamanlar duvarları yaptığı soyut tabloların göz alıcı, parlak renkleriyle kaplı stüdyosu şimdi ona donuk geliyor, tabloları kendisine hiçbir anlam ifade etmiyordu. I.'nın durumu, sinir bilim çevrelerinde büyük yankı uyandırdı. Ne de olsa retina ve retinadan beyne giden sinirsel yolaklarda herhangi bir problem olmaksızın yalnızca beyni etkileyen bir sarsıntının renk körlüğüne yol açmış olması, daltonizm olarak da bilinen ve retinadaki reseptörlerin hasar görmesinden ya da eksik olmasından kaynaklanan görece daha yaygın *doğuştan* renk körlüğü vakalarından farklılık gösteriyordu. I.'da da gözlemlendiği gibi yalnızca beynin aldığı bir hasar sonucu ortaya çıkan bu tip renk körlüğü, bugün literatürde serebral akromotopsi olarak geçiyor. Arka sayfadaki fotoğrafların üçüncüsünde bir serebral akromotopsi hastasının gözünden dış dünya algısını görebiliyoruz. I. böylesi renksiz bir dünyada artık yemek yemekten bile zevk alamadığını, yemek yerken gözlerini kapadığını söylüyordu!

Serebral akromotopsi ve renk körü ressamın hikâyesinin beynimize dair bize neler söyleyebileceğini irdelemeden önce, gelin I.'nın mektubundan yaklaşık 3 sene öncesinde kayda geçmiş başka bir vakaya göz atalım: L. M. vakası. 1978 yılında, 43 yaşında bir kadın olan L. M.'nin beyin damarlarında oluşan pıhtılaşma beyninin şakak-artkafa bölgelerine denk düşen lobundaki MT adlı bölgeye zarar vermiş, hasar sonrası L. M. çevresindeki hareketleri akıcı bir şekilde algılayamamaya başlamıştı. Örneğin fincanına kahve koymakta bile zorlanır hale gelmişti, çünkü kahvenin fincanda yükseldiğini algılayamıyor, dolayısıyla da fincanı taşırmadan önce ne zaman durması gerektiğini bilemiyordu. L. M.'nin algı dünyasında hareket eden cisimlerin hareketleri akıcı yani kesintisiz değildi, zaman dilimlerine yayılmış fotoğraf karelerine dönüşmüştü.

L. M. gibi beyninin hareket ve hız algısından sorumlu beyin bölgeleri hasar görmüş hastalar, hareketi akıcı bir şekilde değil, zaman dilimlerine yayılmış fotoğraf kareleri şeklinde algılıyor.

Dış dünyaya bir renk körünün gözlerinden ve beyninden bakmak: Görsel sisteminde herhangi bir hasar olmayan bir birey, dış dünyayı soldaki gibi rengârenk algılarken, retinasında yeşil renk algısıyla ilişkili, orta dalga boyundaki ışığa duyarlı reseptörler olmayan bir birey aynı imgeyi ortadaki gibi daha sarımsı algılar. Serebral renk körlüğünde renk algısı tamamen kaybolur ve dünya kişinin algısında sağdaki resimdeki gibi grinin tonlarına bürünür.

Oturduğu odanın içinde dolaşan insanlar olduğunda kendisini rahatsız hissediyordu. Çünkü dolaşan insanlar, onun algısında bir orada bir buradaydı; bulundukları konumlara nasıl hareketlerle geldiklerini göremiyordu. Hareket algısında oluşan bu olumsuz gelişmenin L. M.'nin hayatında yol açtığı zorluklar bununla da sınırlı değildi. Bir caddede karşıdan karşıya geçerken kendisini tehlikede hissediyordu, çünkü otomobillerin ne kadarlık bir hızla hareket ettiğini kestiremiyordu. Biriyle konuşurken o kişinin yüzündeki mimikleri okuyamadığından sohbetleri takip etmekte bile güçlük çekmeye başlamıştı.

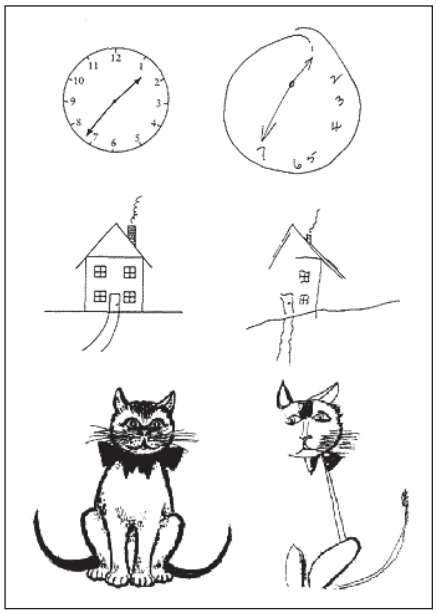
Peki, bir kaza sonrası renk körü olmuş ressam I. ile beyin damarlarında oluşan pıhtılaşma sonucu hareket algısında sorunlar yaşamaya başlayan L. M.'yi sinir bilim kitaplarında aynı sayfaya taşıyan ortak özellik ne olabilir? Her ikisinin de görsel algılarındaki sorunun, görsel imgenin yalnızca belli başlı bir özelliğine ilişkin olması. Örneğin L. M.'nin renk algısı, beyninde oluşan lezyondan hiç etkilenmemişti. Keza kendisine görsel yolla sunulan cisimlerin ne olduklarını tanımada da hiçbir zorluk çekmiyor, görsel alanına düşen her noktadaki bilgiyi işleyebiliyordu. Lezyondan yalnızca hareket ve hız algısı etkilenmiş gibiydi. I.'nınsa kaza sonrası beyninin görsel bilgiyi işleyen lobunun belli bir bölgesinde oluşan hasar yalnızca renk algısını etkilemiş, örneğin hareket algısında bir değişime neden olmamıştı.

Öyleyse görsel beynin belli başlı bölgelerinin, belli işlevlerde özelleştiğini söyleyebilir miyiz?

Görsel Beyindeki İş Bölümü

Üç boyutlu ve sürekli değişen bir dünyada çevremizde gördüklerimize ilişkin bilgiler, ilk olarak retinamızda iki boyutlu bir imgeye dönüştürülür. Farklı zaman dilimlerinde oluşturulmuş bu iki boyutlu imgelerin art arda sisteme girişiyle uzam-zaman analizleri yapan beynimiz, mekândaki üç boyut ilişkilerini yeniden yapılandırır; cisimlerin renk, hareket, şekil gibi özelliklerini işleyerek kesintisiz bir algı yaratır. Hem de bizim farkında olmakta bile güçlük çekeceğimiz kısa zaman dilimlerinde! Bu zorlu görevi yapabilmek için beynimiz birçok strateji geliştirmiştir. Karmaşık bir iş bölümü olarak da tanımlayabileceğimiz işlevsel ve anatomik özelleşme de bunlardan biridir.

1970'li yıllarda maymunlar üzerinde yapılan fizyoloji deneylerinin, beyindeki MT bölgesinin hareket bilgisini, V4 bölgesininse renk bilgisini işlediğini ortaya koymasından yaklaşık yarım asır sonra yani günümüzde, bu beyin bölgelerine yönelik bulgular insan katılımcılarla manyetik rezonans ve pozitron emisyon tomografisi yöntemleri kullanılarak tekrar elde ediliyor. Gelin bu çalışmalardan birine göz atalım. Pozitron emisyon tomografisi, beynin serebrum bölgesindeki kan akışının gözlemlenebilmesini sağlayan bir yöntem. Bu yöntemde, bir şeker türevi olan metabolik bir radyoaktif ajan, damar yoluyla katılımcıya enjekte ediliyor. Ortama pozitif yüklü parçacık salan bu ajanlar, beynin o sırada yürütülen deneyle ilişkili olarak etkinleşmiş ve enerji ihtiyacı içindeki bölgelerine taşındıklarında radyoaktif özellikleri uyarınca oradaki negatif elektrik yüklü elektronlarla çarpışıyor ve gama ışını yayıyorlar. Pozitron emisyon tomografisi de bu ışınların beyindeki dağılımlarını belirleyip görüntülenmesine olanak sağlıyor. Böylelikle katılımcı hangi tür uyaranlara bakarken beyninin hangi bölgelerinin etkinleştiği, hangi bölgelere kan akışı gerçekleştiğine ba-



http://plato.stanford.edu/entries/mental-imagery/representational-neglect.html

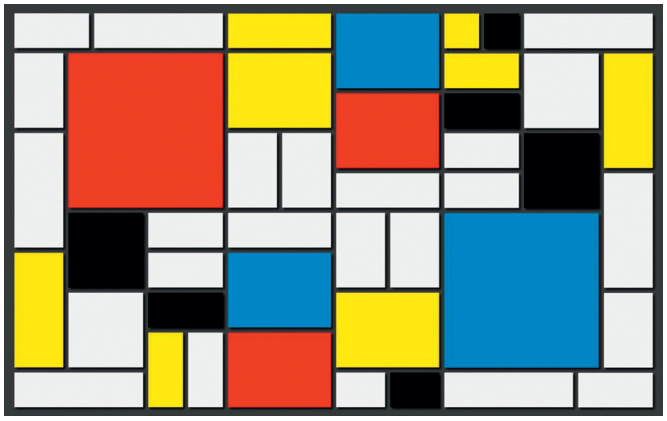
Bu şekilde, bir tek yönlü dikkat ihmali hastasının soldaki resme bakarak resmi tekrar nasıl çizdiğini görüyoruz. Sol tarafta kalan görsel bilgi, hastanın dikkatinden tamamen kaçmış!

karak çıkarsanabiliyor. Yaklaşık 20 yıl önce bu yöntemi kullanarak maymun görsel korteksindeki işlevsel ve anatomik özelleşmenin insan beyninin de bir özelliği olduğunu gösteren Semir Zeki ve arkadaşları, bu çalışmalarında katılımcılara iki çeşit uyaran göstermişti. Biri hiçbir anlamlı cisim içermeyen soyut renk kütlelerinden oluşmuş bir Mondrian tablosu, diğeriyse hareket halindeki siyah ve beyaz kareler topluluğu. Katılımcılar Mondrian tablosuna bakarken beyin korteksindeki kan akışı en fazla V4 beyin bölgesinde gerçekleşmişti. Hareket halindeki siyah ve beyaz karelerse MT bölgesine kan akışını tetiklemişti. O dönemde bu bulgulardan yola çıkan Semir Zeki, özellikle de görece daha üst düzey beyin bölgelerindeki işlevsel ve anatomik özelleşmeye dikkat çekmişti. Son yıllardaki çalışmaların büyük çoğunluğu bu özelleşmeyi destekler nitelikte olsa da, görsel beyin bölgeleri arasındaki bu özelleşmenin çok keskin olmadığına, hatların kimi zaman birbirine karışabildiğine dair bildirimlerin de azımsanmayacak kadar çok olduğunu belirtmekte fayda var. Yine de bu özelleşme stratejisinin ana hatları bilim çevrelerinde yaygın kabul görüyor.

Görsel Beyindeki İş Bölümünden, Birleşik ve Kesintisiz Bir Algıya

Anatomik düzeydeki bu iş bölümünün algısal düzeyde kendini açığa vurmuyor oluşu bir paradoks olarak görülebilir. Bu bağlamda görsel beyin, bizleri zorlu bir soruyla baş başa bırakıyor: Nasıl olabiliyor da, görsel bilginin farklı ögelerini işleyen farklı beyin bölgeleri el ele vererek birleşik ve kesintisiz bir algı oluşturabiliyor? Bu sorunun yanıtı henüz açıklığa kavuşmamış olsa da, farklı işlevlerden sorumlu sinir şebekeleri arasındaki *bağlanmanın* nasıl gerçekleşiyor olabileceğine dair bazı araştırmalar, uzamsal dikkatin önemine dikkat çekiyor. Diyelim ki karanlık bir odada, bir bilgisayar ekranı karşısındasınız. Bilgisayar ekranında, birisi sağda diğeri solda olmak üzere iki harfe baktığınızı düşünün. Bu harflerden biri kırmızı bir A, diğeriyse yeşil bir B olsun. Değişik renklerdeki harfler çok kısa bir zaman için ekranda kaldığında, görsel özellikleri kimi zaman birbirleriyle karıştırılabiliyor, örneğin yeşil bir A ve kırmızı bir B algısı oluşabiliyor. Bu yanılsama, özellikle de dikkatin görsel alandaki her noktaya verilemediği, farklı uzamsal yönlere dağılabileceği kısa süreli gözlemlerde açığa çıkıyor. Bazı bilim insanları bu bulguları, uyaranların renk ve şekil gibi farklı ögelerinin beyinde farklı duraklarda kodlandığını ve bu kodların daha sonra algı seviyesinde uzamsal dikkat mekanizmalarınca birleştirildiğini öne süren bir kuram çerçevesinde açıklıyor. Bu kurama göre düşündüğümüzde, uzamsal dikkatte oluşan bir sorun ya da hasarın uyaranın görsel özelliklerinin algı seviyesinde birleştirilmesinde de aksamalara yol açması gerekir. Nitekim bazı hastalarla yapılan çalışmalar bu beklentiyi destekler nitelikte. Tek yönlü ihmal hastaları, görsel alanları dikey bir çizgiyle ayrılmış düşünüldüğünde, genellikle bu çizginin sol tarafında kalan bilgiye dikkatlerini veremiyor. Aşağıdaki şekilde de gördüğümüz gibi, bu hastalar kendilerinden bir resme bakarak onu tekrar çizmeleri istendiğinde, dikkatlerini vermedikleri uzamsal alandaki şeyleri çizmiyorlar. Böylesi bir problemleri olduğunu çoğu zaman unutan hastalar günlük hayatlarında, örneğin tıraş olurken yüzlerinin yarısını tıraş edebiliyor, kendilerini ayakkabılarının sol tekini giymeden sokağa çıkmış bulabiliyor, aç hissetmelerine rağmen tabaklarının sol kısmına düşen yemeği yemeyebiliyorlar.

Herhangi bir şekil bilgisinden bağımsız renk kütlelerine (solda) bakarken beynimizin V4 bölgesindeki etkinlik artıyor, hareket halindeki nesnelere (sağda) bakarken beynimizdeki MT bölgesi daha etkin hale geçiyor. Yapılan bilimsel araştırmaların birçoğu, görsel beynimizdeki işlevsel ve anatomik bu özelleşmeyi destekler nitelikte.

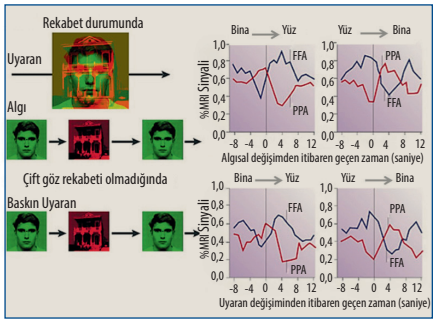


Tek yönlü dikkat ihmali hastalarıyla yapılan çalışmalar, bu hastaların dikkatlerini veremedikleri bir alanda renk-harf kombinasyonuyla tanımlı bir uyaranı fark etmekte görece daha çok güçlük çektiğini, yalnızca şekille ya da yalnızca renkle tanımlı bir uyaranın farkına daha kolay varabildiğini gösteriyor. Diğer bir deyişle nasıl ki görsel sisteminde bir sorun olmayan katılımcılar, herhangi bir uyarana çok kısa bir zaman diliminde maruz kaldıklarında uzamsal dikkatleri farklı yerlere dağılabiliyor ve o uyaranın özelliklerini yanlış algılayabiliyorlarsa, tek yönlü dikkat ihmali hastaları da algılamadıkları uzamsal alanda gösterilen farklı kombinasyonları işlemekte güçlük çekiyor. Bu da, görsel uyaranın farklı özelliklerine dair bilginin tek bir algı yaratmak üzere birleştirilmesinde uzamsal dikkatin önemini gösteriyor.

Görsel Algıdan Bilince

Şu ana kadar görsel beyindeki işlevsel ve anatomik özelleşmeden ve özelleşmiş bu birimlerin birleşik ve kesintisiz bir algı doğurabilmesinde uzamsal dikkatin öneminden bahsettik. Bu konu, sinir bilim için hayli kritik olduğu gibi, yüzyıllardır üzerine düşünülegelen birtakım felsefi sorularla da ilintili. Örneğin bundan yalnızca elli yıl öncesine kadar bazı sinir bilimciler, retina üzerinde oluşturulan imgelerin fotografik imge özellikleri taşıdığını, bu retinadaki imgelerin beyin korteksine iletilerek analiz edildiğini ve görmenin bu analiz sonucunda gerçekleştiğini düşünüyordu. Objenin bilinçli algılanmasınınsa geçmiş deneyimlerden edinilen bilgilerle eldeki imgenin karşılaştırmasını yapan, görme olayından bağımsız farklı birimlerin ürünü olduğunu varsayıyorlardı. Bunu görme ve algılama arasındaki fark olarak düşünebiliriz. Bir cismi görmekle, onun ne olduğunu algılamak arasındaki fark gibi. Duyu ve duyumsananın farkındalığı arasındaki ilişki: Erken dönem sinir bilimciler, bu ikisinin beynimizde farklı birimlerce işlendiğini ve bu birimlerin beynimizde farklı bölgelerde bulunduğunu öne sürüyordu. Oysa bugün elimizdeki bulgular, görmeden sorumlu beyin bölgeleriyle görülen uyaranların bilinçli olarak algılanması arasında da ilişki olduğunu ortaya koyuyor. Örneğin 1998'de Frank Tong ve ekibi tarafından yayımlanmış bir çalışma görsel beyin ve farkındalığa dair çok ilginç sonuçlara ulaşıyor. Düşünün ki bir laboratuvardasınız ve bir bilim insanı, birtakım teknikler kullanarak sol gözünüze bir insan yüzü resmi, sağ gözünüzeyse bir bina resmi gösteriyor. Böyle durumlarda, pek çok kişinin algısı bu iki resim arasında gidip geliyor. Örneğin birkaç saniye insan yüzü algılıyorsunuz, sonra algınız binaya dönüyor, sonra tekrar insan yüzüne vs. Ancak aynı anda her iki imgeyi de üst üste algılamıyorsunuz! Deneyde daha sonra bir manyetik rezonans makinesine giriyorsunuz ve yine böylesi bir göz rekabeti yaratan bir uyarana maruz bırakılıyorsunuz. Elinizdeki butonu kullanarak, algınızın ne zaman insan yüzüne, ne zaman binaya döndüğünü farklı butonlara basarak bildiriyorsunuz. Ayrı bir zaman diliminde, siz yine manyetik rezonans makinesi içindeyken, bu defa gözlerinizden biri kapatılıyor ve size belirli aralıklarla bir süre ya bina ya da insan yüzü resmi gösteriliyor. Sonra toplanan veri analiz ediliyor. Manyetik rezonans görüntüleme tekniğinde, beynin herhangi bir bölgesinde -belli bir uyarana ilişkin olarak- etkinlik arttığında, oraya doğru yönelen kan akışını güçlü bir manyetik alan ortamında, radyofrekans dalgaları aracılığıyla görüntülemek mümkün. Böyle bir deneysel paradigma kullanarak, beyindeki insan yüzüne duyarlı iğsi yüz bölgesindeki ve daha uzamsal ipuçlarına örneğin bina görüntüsüne duyarlı ve beyinde hipokampusun yakınında bulunan mekân bölgesindeki etkinlik örüntülerini inceleyen Tong ve grubu, beynin farklı uyaranlara duyarlı bu bölgelerindeki etkinliğin, gerek tek göz ile gözlemdeki fiziksel uyaran varlığında, gerekse iki göz ile gözlemdeki rekabet durumunda, algı o imgeye döndüğünde aynı seviyede arttığını gözlemliyor. Bir diğer deyişle, imge her iki durumda da retina üzerinde aynıyken, algının belli bir imgeye dönmüş olması, o imgeye duyarlı beyin bölgesindeki etkinlikte yükselmeye ya da azalmaya yol açabiliyor. Eğer farkındalık ve duyusal işleyişler birbirlerinden tamamen bağımsız olsaydı, böyle bir sonuç beklenemezdi.

Öyleyse, farkındalığın duyusal işleyişlerle yakın ilişki içinde olduğunu söyleyebiliriz. Peki, farkındalık duyusal işleyişlerle yakın ilişki içindeyse, beynimizde farklı işlevlerden sorumlu farklı beyin bölgelerinin aynı zamanda farklı farkındalık ya da bilinç birimleri olduğunu da söyleyebilir miyiz? Beynimizde tek bir bilinç bölgesi var mı? Yoksa bilinç ve farkındalık, çeşitli beyin bölgelerine dağılmış, dağınık bir işleyişin ürünü mü? Bu soruların yanıtlarını henüz kesin olarak veremiyoruz, ancak sinir bilimin bulguları, yakın zamanda bu konulara da ışık tutacak gibi görünüyor.



Her biri sol ve sağ gözden birine gösterilen iki farklı imge, çift göz rekabeti yaratıyor ve algı farklı zaman aralıklarında iki imge arasında gidip geliyor. Sol üstte, katılımcının algısı binadan yüz imgesine döndüğünde beynin insan yüzlerine duyarlı iğsi yüz bölgesindeki sinyalin arttığını (FFA sinyalinde gözlemlenen değişim), sağ üstte ise algı yüzden binaya döndüğünde beyinde hipokampusun yakınında bulunan mekân bölgesindeki sinyalin arttığını görüyoruz (PPA sinyalinde gözlemlenen değişim). Her iki durumda da fiziksel uyaran değişmese ve yüz ve bina imgeleri aynı gözlere yansıtılıyor olsa da, algısal değişimler beynin bu uyaranlara hassas bölgelerindeki sinirsel etkinlikteki değişimle bağıntı gösteriyor. Sözünü ettiğimiz beyin bölgelerindeki bu sinirsel etkinlik değişimleri, katılımcının tek bir gözüne bu sefer kimi zaman bina, kimi zaman yüz resmi gösterildiğinde oluşan değişimlerle (sol alt ve sağ alttaki grafikler) karşılaştırılabilir büyüklükte.

Kaynaklar
- Rees ve ark., "Neural correlates of consciousness in humans", *Nature Reviews Neuroscience*, Sayı 3, s. 261-270, 2002.
- Robertson, L. C., "Binding, spatial attention and perceptual awareness", *Nature Reviews Neuroscience*, Sayı 4, s. 93-102, 2003.
- Sacks, O. ve Wasserman, R., "The case of the colorblind painter", *The New York Review of Books*, 1987.
- Tong, F. et al. "Binocular rivalry and visual awareness in human extrastriate cortex", *Neuron*, Sayı 21, s. 753-759, 1998.
- Zeki, S., "The visual image in mind and brain", *Scientific American*, Cilt 267, Sayı 3, s. 68-76, 1992.
- Zihl, J. ve ark., "Selective disturbance of movement vision after bilateral brain damage", *Brain*, Cilt 106, s. 313-340, 1983.