



# Beynin Karanlık Enerjisi

Bir kitabı okurken beynimizde neler olur? Şarkı söylerken, resim yaparken, yazı yazarken, araba kullanırken ya da tenis oynarken beynimizin hangi bölgeleri daha etkindir? Pek çoğumuzun aklına gelebilecek dikkat çekici ve çarpıcı sorular bunlar. Nitekim çokça araştırmanın yapıldığı konuları da temsil ediyorlar. Peki ya hiçbir şey yapmazken, öylece dururken, serbestçe düşüncelere dalıp gittiğimizde beynimizde neler oluyor? Buysa, belki de adı üstünde “hiçbir şey yapmadığımız” için, pek sormadığımız bir soru. Aslında bu durum bilim insanları için de uzun süre farklı olmamış ancak şimdilerde beynin zihnimizin pasif olduğu düşünülen durumlardaki etkinlikleri, bilim dünyasının en gözde araştırma alanlarından biri olmaya başladı.



**Y**akın zamana kadar çoğu sinirbilimci, insan dinlenme durumundayken beynin uyku durumuna geçtiği görüşündeydi. Bu görüşe göre dinlenme halinde beyindeki etkinlik tıpkı hiçbir kanalı çekmeyen bir televizyondaki karlı görüntü gibi bir gürültüden ibaret. Ancak son yıllarda sinirsel görüntüleme teknikleri kullanılarak yapılan incelemeler durumun hiç de böyle olmadığını gösteriyor. Görünüşe göre insan arkasına yaslanıp öylesine dururken beyinde önemli miktarda anlamlı etkinlik cereyan ediyor.

Bulgular, bir insan oturup hayal kurarken, yatıp uyurken, hatta anesteziyle uyutulmuşken bile farklı konumlardaki beyin bölgelerinin birbiriyle iletişim halinde olduğunu gösteriyor. Beynin varsayılan durumu olarak adlandırılan bu durum, beynin şimdiye kadar fark edilmemiş bir sistemi olan ve beynin varsayılan durum ağı (DMN) olarak adlandırılan sistemin keşfiyle daha iyi anlaşılmaya başladı. Bilinçli hareketlerimizi sinir ağlarının sağladığı kontrol sayesinde gerçekleştirdiğimiz biliniyor ve sinir ağları sinirbilimin en popüler konuları arasında. Ancak dikkatler şimdi belirli eylemlerde bulunurken etkin halde olan ağlardan hiçbir şey yapmadığımız zaman etkin olan DMN'ye çevrilmiş durumda çünkü bu ağın çok önemli işlevler üstlendiği düşünülüyor.

DMN'nin kesin işlevleri hâlâ araştırılıyor olsa da beynin, anıları ve gelecekte olabilecek olaylar için hazırlık gerektiren sistemleri düzenlediği düşünülüyor. DMN, beynin bütün bölümlerinin gerektiğinde harekete geçmek üzere eşgüdümlü olarak hazır durumda olmasını sağlamada önemli bir görev üstleniyor olabilir. Ayrıca eğer DMN beyni bilinçli etkinlikler için hazırlıyorsa DMN'nin işleyişinin bilinçli deneyimin doğasına ilişkin ipuçları sağlayabileceği düşünülüyor. DMN'de oluşacak bozuklukların bazı basit zihinsel hataların ve Alzheimer hastalığından depresyona, karmaşık beyin hastalıklarının arkasında yatan sebep olabileceğini düşündüren bulgular da var.

## Karanlık Enerjinin İpuçları

Aslında beynin sürekli etkin halde olabileceği tamamen yeni bir düşünce değil. Bu düşüncenin savunucularından biri, beyindeki elektriksel etkinliği ölçerek dalgalar şeklinde gösteren elektroensefalogram tekniğini geliştiren Hans Berger. Berger, yaptığı ölçümler sırasında gözlemlediği, süreklilik gösteren elektrik sinyallerinden merkezi sinir sisteminin her durumda dikkate değer bir etkinliğe sahip olduğu sonucunu çıkarmıştı. Ancak bu görüşü, sinirbilimde başka görüntüleme teknikleri yaygınlaştıktan

sonra bile pek kabul görmemişti. 1970'lerin sonunda glikoz metabolizması, kan akışı ve oksijen alımı ölçümlerinden yola çıkarak sinirsel etkinliği belirleyen PET (pozitron yayılımı tomografisi), 1992'de ise aynı amaçla beyindeki oksijenlenmeyi ölçen fMRI (işlevsel manyetik rezonans görüntülemesi) geliştirildi. Bu teknikler beyin bir işe odaklansa da odaklanmasa da ölçümler yapılmasını mümkün kılıyordu ancak yapılan incelemelerin kurgusu kaçınılmaz olarak beynin belli bir işe odaklanmadığı sürece oldukça pasif bir durumda kaldığı düşüncesinin yerleşmesine yol açtı.



Belirli bir algıda ya da davranışta etkin olan beyin bölgelerini saptamaya yönelik deney düzenekleri tasarlamak sinirbilimdeki tipik bir yaklaşım. Bu amaçla hazırlanan en iyi deney kurgusu ise iki durumdaki beyin etkinliğini karşılaştırma şeklinde. Mesele sesli okumada önemli olan beyin bölgelerini bulmak için, kontrol durumu olarak içinden okuma sırasındaki beyin görüntüleriyle test durumu olarak dışından okuma sırasındaki beyin görüntülerini karşılaştırıyorlar. Bu karşılaştırmayı tam olarak yapabilmek için de içinden okuma durumundaki görüntünün sayısal piksel değerlerini sesli okuma durumundakinden çıkarıyorlar, bu çıkarma sonucunda sinyal değeri taşıyan bölgelerin de sesli okuma sırasında etkin hale gelen beyin bölgeleri olduğu kabul ediliyor. Sonuç olarak içsel etkinlik olarak nitelenebilecek her türlü etkinliğe dair bilgi atılmış ya da yok sayılmış oluyor. Bu şekildeki bir yaklaşım da ister istemez beynin belli kısımlarının belli bir davranıştan önce pasifken davranış sırasında etkin hale geldiği görüşünü oluşturuyor.

Belli bir işle uğraşmayıp serbestçe düşüncelere daldığımız durumda beynimizde neler oluyor?



Bilinç düzeyinin altında, bilinçli deneyimlerimize bağlam oluşturacak ne gibi olaylar gerçekleşiyor?

Ancak yıllar içinde pek çok araştırma grubu bir insanın hiçbir şey yapmayıp dinlendiği ve düşüncelere daldığı durumdaki beyin etkinliğiyle ilgilenmeye başladı. Bu ilgiyse birtakım gözlemlerden ve bulgulardan elde edilen ipuçlarından kaynaklandı.

Bu ipuçlarından biri, çeşitli beyin görüntüleme teknikleriyle elde edilen görüntülerin çıplak gözle incelenmesi sonucu fark edildi. Görüntüler beynin birçok bölgesinin hem test hem kontrol durumlarında, yani hem belirli bir davranışın olduğu hem de olmadığı durumlarda beynin birçok bölgesinin etkin durumda olduğunu gösteriyor. Zaten bu görüntülerin çıplak gözle karşılaştırılmasının zor olup gelişmiş bilgisayar programları gerektirmesi de bu varsayılan beyin etkinliği yüzündendir.

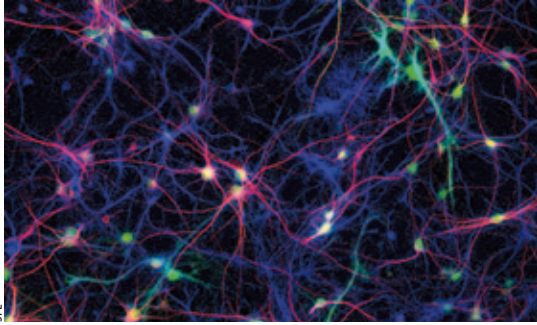
Yapılan bazı incelemeler beynin herhangi bir eylem sırasındaki enerji tüketiminin temel durumundaki enerji tüketimine göre sadece %5'lik bir artış gösterdiğini ortaya koydu. Beyindeki toplam etkinliğin, beynin kullandığı tüm enerjinin %60-%80'ine karşılık gelen büyük bir kısmının herhangi çevresel olaya bağlı olmaksızın gerçekleştiği anlaşıldı. Bu incelemeleri yapan gruplardan birini yöneten ve bu alanda öncü bir sinirbilimci olan Marchus E. Raichle ekibiyle birlikte, astronomide evrenin kütesinin büyük kısmını temsil eden görünmez enerjiyi ifade eden "karanlık enerji" kavramına gönderme yaparak beynin bu içsel etkinliği için "beynin karanlık enerjisi" kavramını ortaya attı.

Beynin karanlık enerjisinin varlığını destekleyen bir başka durum da duyu organlarının işleyişiyle ilgili. Duyu organlarımızla çevreyi algılamak için dışarıdaki uyarılardan gelen bilginin aslında çok küçük bir kısmı beyin bilgi işleyen bölgelerine ulaşabiliyor. Örneğin gözden, görme korteksine ulaşan görsel bilginin büyük kısmı kayboluyor. Dışarıdaki sınırsız gibi görünen bilginin saniyede ancak 10 milyar bitlik bir kısmı gözün arka kısmında yer alan retinaya ulaşabiliyor. Retinaya bağlı görme sinirinin bir milyon kadar çıkış bağlantısı olduğu için retinadan saniyede sadece altı milyon bitlik bilgi gidebiliyor. Bunun da sadece 10 bin bitlik bir kısmı beyindeki görme korteksine ulaşabiliyor. Daha sonra bu bilgi beyin görme algısını oluşturan bölümlerine geçiyor ve çeşitli işlemler sonucu bilinçli görme algımız oluşuyor. Bu algıyı oluşturan bilgi ise saniyede 100 bittenden daha az. Bütün bir beyin hesaba katılınca bunun çok az miktarda bir veri olduğu ve beynin içsel etkinliğinin de bu süreçte rol oynaması gerektiği düşünülüyor.

İçsel etkinliğin bir başka işaretçisi de sinir hücrelerinin bağlantı yerleri olan sinapsların sayısıyla ilgili. Görme korteksinde gelen bilgiyi almak için ayrılmış sinapslar mevcut sinapsların sadece %10'unu oluşturuyor ki bu da kalan kısmının o bölgedeki birtakım içsel bağlantılarda kullanıldığını düşündürüyor.

## Beynin Varsayılan Durumunun Anlaşılması

Her ne kadar bir takım ipuçları beynin karanlık enerjisinin varlığına işaret etse de araştırmacıların olayın fizyolojisinin anlaşılması için bulgulara ihtiyacı vardı. Raichle ve ekibinin biraz da şans eseri fark ettiği bir bulgu bir başlangıç noktası oluşturdu. 1990'ların ortalarında, bir insan belirli bir eylemde bulunduğu anda bazı beyin bölgelerindeki etkinliğin dinlenme durumuna göre düşüş gösterdiğini fark ettiler. Bu düşüş özellikle mediyal parietal korteks denen bölgenin (beynin ortasına yakın bir yerde bulunan, başka şeylerin yanı sıra yaşamdaki kişisel olayları hatırlamaya yarayan bir bölge) bir kısmında görüldü. Diğer bölgelerse belirli bir eylemi gerçekleştirme üzere etkin durumdaydı. Daha sonra yapılan araştırmalar bu ve daha başka bölgelerin, beyin belli bir işe odaklanana kadar sürekli etkin durumda olduğunu, işe odaklanma sırasında ise bazı bölgelerde etkinliğin azaldığını gösterdi. Bu bölge için bulunan bulguların benzeri, medial prefrontal korteks (duygusal durumumuzda ve başkalarının ne düşündüğünü hayal etmemizde etkili olan bir bölge) için de bulundu. Bu iki bölge DMN'nin başlıca iki merkezi olarak kabul ediliyor.



Sinir ağlarının, bilinçli eylemlerimizde olduğu kadar beynin varsayılan durumundaki etkinliğinde de önemli işlevleri olduğu anlaşılıyor.

Bu keşifler sinirbilimde beynin içsel etkinliğine yeni bir bakış getirdi. Daha önce bir sistem olarak düşünülmeyen bu etkinliğin tıpkı görme sisteminde ya da motor sistemde olduğu gibi farklı beyin bölgelerinin iletişimini içerdiği kabul edilmeye başladı.

DMN'ye ilginin artmasıyla bu sistemin işleyişinin anlaşılabilmesi için pek çok araştırma grubu beynin daha önce gürlü olarak nitelenen içsel etkinliğini haritalamaya başladı. Bu içsel etkinliğe ilişkin belirgin motifler uykuda hatta anestezi sırasında bile gözlemlenebiliyor. Bu da bu etkinliğin beynin işlevinin önemli bir yönü olduğunu düşündürüyor.

Yapılan incelemeler DMN'nin beynin içsel etkinliğinin küçük ama önemli bir bölümünü oluşturduğunu ve beyin işlevinin varsayılan durumunun bey-

nin tüm sistemleri için geçerli olduğunu ortaya koydu. DMN'nin işlevi bir orkestra şefininkine benzetiliyor. Şefin bagetini sallaması gibi DMN'nin de bir takım zamanlama sinyalleri vererek farklı beyin bölgeleri arasında etkinliklerin eşgüdümünü sağladığı düşünülüyor. Bu sinyallerin verilmesi - örneğin korteksin görme ve işitme bölgeleri arasında- muhtemelen, bütün beyin bölgelerinin bir uyarana uyum içinde tepki vermek üzere hazır bulunmasını temin ediyor.

## Bilinç ve Hastalıklar

DMN'nin etkinliğindeki alçalma ve yükselmelerin beynin en gizemli yönlerinden bazılarına ışık tutabileceği düşünülüyor. Şimdiden bilinçli eylemlerin çok önemli bir yönü olan dikkatin doğasına ilişkin bir takım ipuçları sağlamış durumda. 2008'de yapılan bir araştırmada DMN etkinliği takip edilerek bir kişinin bir bilgisayar testinde hata yapacağını 30 saniye önce anlaşılabilirdiği bildirildi. DMN'nin yani varsayılan durumunun etkinliği, dikkatin toplanmasında görev alan bölgenin etkinliğine baskın çıkınca hata oluşuyor.

Beynin karanlık enerjisinin ilerleyen yıllarda bilinçliliğin doğası hakkında da ipuçları sağlaması umuluyor. Sinirbilimcilerin çoğu, bilinçli etkileşimlerimizin beynimizdeki etkinliğin çok küçük bir kısmını oluşturduğu konusunda hemfikir. Bilinç düzeyinin altında, karanlık enerji de dâhil olmak üzere bilinçli deneyimlerimize bağlam oluşturacak ne gibi olayların gerçekleştiği merak konusu.

Beynin karanlık enerjisine yönelik araştırmaların belli başlı sinir hastalıklarının anlaşılmasına da katkı sağlayacağı düşünülüyor. Hatta bu tür araştırmalar şimdiden bazı hastalıklara ışık tutmaya başlamış. Alzheimer, depresyon, otizm ve şizofreni hastalarında yapılan beyin görüntüleme çalışmaları, bu hastaların DMN bölgelerindeki beyin hücrelerinin bağlantılarında sağlıklı kişilerinkilere göre farklılıklar olduğunu yönünde bulgular ortaya koyuyor. Alzheimer'dan etkilenen beyin bölgeleri, DMN'yi oluşturan bölgelerin haritasıyla birebir uyum gösteriyor. Bu tür belirlemeler sadece hastalıkların tanısında kullanılmakla kalmayıp hastalığın sebeplerinin anlaşılmasına ve tedavi stratejileri geliştirilmesine de katkı sağlayabilir.

Görünüşe göre sinirbilimcileri heyecan verici bir keşif alanı bekliyor. Sinirsel karanlık enerjinin sırlarının çözülmesi belki de günün birinde bizi biz yapan şeyin özünü ortaya çıkaracak.

### Kaynaklar

Raichle M., E., The Brain's Dark Energy, *Scientific American*, Volume:302, Issue:3, 44-49, 2010  
Fox M., D., Raichle M., E., Spontaneous fluctuations in brain activity observed with functional

magnetic resonance imaging, *Nature Reviews Neuroscience* 8, 700-711, 2007  
Raichle M., E., Review-Two views of brain function, *Trends in Cognitive Sciences*, Vol. 14, No. 4, 2010