

PALEONÖROLOJİ

Paleonöroloji, beynin zaman içinde anatomik açıdan ve içerik açısından (bilişsel yetenekler, akıl, bilinç gibi) değişimini inceler. Dilin ve bilincin insan aklının ürünü olarak ne zaman ortaya çıktığı, konuşulan dilin nasıl ve ne tür gereklerle doğduğu, bugünkü düzeyine ne zaman ulaştığı, sanat ve dinin neden ortaya çıktığı, bunlara ek olarak, bahsedilen ürünlerin, irileşmiş bir beynin rastlantısal birer ürünü mü oldukları, birdenbire mi yoksa yavaş yavaş mı ortaya çıktıkları şeklinde birçok soru, paleonörolojinin konusudur.

Büyüyen Beyin

Kafatasının iç kısmı, nadir de olsa, bazen doğal olarak fosilleşir. Beyin dokusu kaybolur ve yerine mineraller dolar. Biriken bu mineraller beynin dış yüzeyinin bir kalıbını ortaya çıkarırlar. Bu şekilde beyin kabuğunun, çevresindeki zarların ve damarsal yapıların ayrıntıları görülebilir. Eğer bu doğal kafa içi kalıplaşması gerçekleşmezse, bugünkü teknik olanaklarla bir modeli oluşturulabilir. Bunun için silikon lateks kullanılır. Ancak bu şekilde edinilecek bilgiler, doğal kalıplaşmayla karşılaştırıldığında azdır. Genellikle kafataslarının bütün olarak ele geçmesi, ender bir durumdur; sıklıkla parçalanmış halde olabildikleri gibi, bazı parçaları da eksiktir. Beynin kalıbının elde edilmesi için parçaların önce uygun şekilde birleştirilmeleri ve eksiklerinin tamamlanmaları gerekir. Daha modern bir teknik olarak, üç boyutlu geometrik-morfometrik analizlerle sanal görüntüler oluşturulabilir. Burada, koordinat sistemleri yardımıyla kafatasından istatistiksel veriler elde edilir. Bu

verilerden bilgisayarlar yardımıyla üç boyutlu beyin modeli oluşturulur. Elde edilen bu kafatası iç ölçümleri ve kalıbı "endokast" olarak adlandırılır. Buradan beyin ağırlığı ve hacmi hesaplanır. Beynin ağırlığı (g) ve hacmi (cc) arasında geçişler, beynin özgül ağırlığı yaklaşık 1,09 alınarak hesaplanabilir.

Ancak endokastların ölçümünde bazı sorunlar ortaya çıkabilir. Büyük beyinlerde kıvrımlar daha sıkı bir yapı oluşturmuştur ve beyni dışarıdan saran zarlardan biri olan "dura mater" de daha kalın ve daha az esnek haldedir. Dolayısıyla kafatası iç izlerinden beyin kıvrımı özelliklerini anlamak zorlaşır. Buna ek olarak, elde edilen kafatasları genellikle eksiktir. Bu da hacim ve dolayısıyla ağırlık açısından farklı yorumların yapılmasına neden olur. En önemlisi de, endokastlara bakarak beynin iç organizasyonu ve sinirsel yapıları hakkında bir yorum yapılamaz.

"Beyin gücü"nü ölçümü için değişik yöntemler uzun zamandır önerilmiştir. Beyin büyüklüğünün (ağırlık veya hacim olarak) ölçülmesi bunlar içinde en sık ve kolay olanıdır. Ancak, beyin büyüklüğü ölçümleri içinde standart bir yöntem yoktur. Yöntemlerden birinde, vücut ağırlığından yararlanılır. Ancak vücut ağırlığı da büyük oranda ekolojik faktörlerle ve beslenme alışkanlıklarıyla belirlendiğinden, ayrıca yaşam süresince vücut oynamalar gösterdiğinden vücut ağırlığıyla beyin ağırlığı oranları güvenilir sonuçlar

vermez. Beyin büyüklüğünü saptamak için önerilen başka yöntemler de vardır. "Ekstra kortikal nöronal indeks" (vücut büyüklüğü, beyin büyüklüğü ve sinirsel yoğunlukla hesaplanan, vücut işlevlerindeki devamlılığın sağlanması için gereksinim duyulan sinir hücresi sayısı, kortikal sinir hücrelerinin sayılarının oranı), "beyinleşme katsayısı" (encephalisation quotient / EQ = vücut ağırlığı başına düşen beyin veya neokorteks hacmiyle hesaplanan katsayı) gibi.

Beyinleşme Oranı

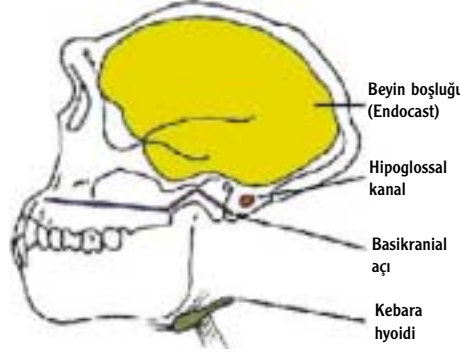
Son iki milyon yılda insansı beynin bedene oranı, yani beyinselleşme katsayısının belirgin biçimde arttığı görülür. Hem kesin hem de nisbi beyin büyüklüğü, zaman içerisinde ilk kez Australopithecus türü içinde artış gösterir: *A. afarensis* (beyin hacmi = 384, EQ = 2,2), *A. africanus* (beyin hacmi = 420 cc, EQ = 2,5), *A. boisei* (beyin hacmi = 488 cc, EQ = 2,6), *A. robustus* (beyin hacmi = 502 cc, EQ = 2,9). Yüzeysel bir bakışla bu artış kademeleli olarak seyredir. İlk büyük gelişim günümüzden yaklaşık 2 milyon yıl önce *H. erectus*'un görülmesiyle ortaya çıkar ve EQ, 5'e ulaşır. Ancak *H. erectus* için bu tarihlenmeyi anlamlı olarak yorumlamak, jeolojik tarihlenmelerin daha az güvenilir olmasından, vücut ağırlığını belirlemenin zorluğundan ve değişkenliğin fazla olmasından dolayı zordur. İlk milyon yıl içinde *H. erectus*'un beyin hacminde belirgin artış görülmez. *H. sapiens*'in görüldüğü çeyrek milyon yıl öncesindeyse EQ, 6'ya ulaşmıştır. Bugünkü modern insanlarda da bu sayı hemen hemen aynıdır. Bu, vücudun her gramı için 6 kez daha fazla beyin ve beyin kontrolü demektir. Modern bir şempanzede bu sayı ortalama 2,5'tur.

Bu artış elbette, eşzamanlı olarak beyin kabuğu (korteks) büyümesi ile beraberdi. Diğer türlerdeki stereotipik davranışlar

dan farklı olarak, korteksin büyümesi davranış ve kültürel değişkenliğe neden olmuş, işlevsel çıktılarda ve konuşulan dilde de olasılıkla etkisini göstermiştir. EQ artışıyla, alet yapımı, beslenme özellikleri, göç özellikleri, ateşin kullanımı ve sosyal organizasyon arasında belirgin bir paralellik saptanabilmiş değil.

Bireyin birlikte yaşadığı kişilerin sayısı arttıkça, yaşam biraz daha karmaşık hale gelir. Artan sosyal ilişkilerle başede bilmek için daha fazla beyin işlem gücüne gereksinim vardır. Bu düşünceyi ortaya atan Robin Dunbar, yaptığı çalışmalarla da, yaşayan primatlarda grup büyüklükleriyle beyin büyüklüğü arasında doğrusal pozitif bir ilişki bulmuştur. Buna göre, beyin ağırlıkları göz önüne alındığında Australopithecus'ların ortalama 67, H. habilis'lerin 82, H. erectus'ların 111, H. sapiens'lerin 131, Neandertallerin 144 kişi içeren gruplar oluşturdukları tahmin ediliyor. Bu sayı, çağdaş insanlar için ortalama 147,8 olarak hesaplanmış. Sözkonusu grup büyüklükleri, "bilişsel grup" denilen bir kavramla, yani bireyin gündelik hayatta birlikte olduğu kişilere karşılık, hakkında sosyal bilgiye sahip olduğu kişilerin sayısı ile ilgilidir. Grup büyüklüğünün türe özgü bir üst sınırı vardır. Hayvanlar, kendi neokortekslerinin (beyin kabuğunun evrimsel olarak en yeni kısımları) izin verdiği bilgi işleme kapasitesinin sınırının dışında bir grup büyüklüğü oluşturamazlar ya da oluştursalar bile grup üyeleriyle ilişkileri sınırlı kalır.

Neokorteks oranı, yani neokorteksin geride kalan beyin kısımları toplamına oranı, türlerin karşılaştırılmasında kullanılan en iyi yöntemlerden birisidir. Bu oran, grup üyesi artışıyla anlamlı doğrusal ilişki gösterir. İnsan beynindeki önemli bir farklılık, neokorteks oranının diğer türlere göre fazla olmasıdır. İnsanlarda, neokorteksin, daha "ilkel" olduğu düşünülen ve solunumla dolaşımı kontrol eden beyin sapı medullasına oranı 105/1'ken, şempanzelerde bu oran 40/1'dir. Grup büyüklüğüne, neokorteks oranından Dunbar'ın verileriyle hesaplanabilir. Buna göre insan için 147,8 olarak hesaplanan grup büyüklüğü şempanzelerde 53,5'dir. Bu sonuçtan da insanların şempanzelerden 3 kat daha sosyal oldukları sonucuna varılabilir. Ancak neokorteks büyüklüğünün ortaya koyduğu gruplar, temel olarak türler için gözle-nenden daha büyüktür; bunun nedeniyse çevresel faktörlerin sınırlaması olabilir.



Beyin hacmini ve dil yeteneğini ortaya koymak için yapılan çalışmaların gösterimi. Hipoglossal kanal, dile giden sinirin geçtiği kanaldır. Bazikranial açı (kafatabanı açısı) ve hyoid kemiğinin yüksekliği larinksin konumunu anlamada kullanılır.

Arkeolojik verilere bu savı tam olarak doğrular nitelikte değildir. Örneğin, Neandertallerin küçük boyutlu gruplar halinde yaşadıklarını gösteren kanıtlar vardır. Yine bulunan el ürünlerinin gelişigüzel dağılımı olmaları da, toplu yerleşime karşıt bir durumdur. İlk insanın beyin boyutları gelişmiş bir sosyal zekaya, arkeolojik verilere bunun tam tersine; hiç bir sosyal yapısı olmayan ve küçük gruplardan oluşan topluluklara işaret eder. Bunun en iyi örneği, büyük beyinlerine karşın sanat ürünleri üretmemiş (ya da sanat ürünleri bulunamamış) olan Neandertallerdir .

Alet Endüstrisi

1,2 milyon yıl süresince insanların beyin hacmi değişerek yaklaşık 900 cc'den 1100 cc'ye ulaştı. Ancak, bu dönemdeki alet teknolojisi incelendiğinde, bu artışa paralel ya da yakın bir gelişme göze çarpmaz; çünkü üretilen alet sayısı ve türünde adeta teknolojik bir duraklama vardır. Ancak, kanıt yokluğu, yokluğun kanıtı olarak elbette yorumlanamaz.

Alet yapımı, temelde beyindeki motor ve duyu alanlarının gelişimine bağlı olmakla birlikte, aslında beyinin tüm alanlarını ilgilendirir. Taşı "tanınmanın" ve iyi bir elgöz eşgüdümünün yanı sıra, tasarlanan nesnenin sonuçta ne olacağı ve nasıl bir şekil alacağı, ne amaçla kullanılacağını düşünmeyi, aletin bitmiş halinin nasıl olacağına ilişkin zihinsel bir görüntü oluşturmayı, bu arada yapılan vuruşlardan çıkacak beklenmedik düzenlemeleri, zihindeki tamamlanmış ürün görüntüsüyle karşılaştırarak yeni vuruşlar planlamayı gerektirir.

H. habilis dönemine rastlayan Oldowan taş aletlerinin yapımı için gerekli olan bilişsel kapasite, şempanzelerinkinin çok üzerinde olsa da bunlar insan stan-

dartlarına göre çok basit taş araçlardır. Bunlarda biçim zorlaması yoktur. Daha çok kolay işlenebilir olan bazalt ve kuvarsitten yapılmışlardır. Aynı temel madde-den benzer aletler 1 milyon yıldan uzun süre değişmeden yapılmıştır.

Üst paleolitik (son taş devri) dönemin başlarında, yaklaşık 40 bin yıl önce alet üretiminde çeşitlilik ve sayıca patlama yaşandı. Oysa bu dönemde beyin boyutlarında bir artış söz konusu değildi. Kemik, ge-yik boynuzu ve fildişinden çok sayıda aletler ve süsleme araçları yapıldı. Bu daha önceki dönemlerde rastlanılan bir durum değildi. Üst paleolitik dönem insanı, üretimini tasarladığı son ürün konusunda açık seçik bir düşünceye ve onu gerçekleştirebilecek yeteneğe sahipti. Bu dönemde, "üst paleolitik sanatı" denen zengin ve gelişkin yeni bir sayfa açıldı. Üst paleolitik dönem boyunca, çevresel koşullara uygun, sürekli ve yeni av silahları geliştirildi. 18 bin yıl önce, son buzul çağında sertleşen çevre koşulları nedeniyle büyük uçlu oklar üretilmeye başlandı. İklim yumuşayınca, av hayvanlarının bollaşmasına bağlı olarak çok parçalı aletler arttı. Yine bu dönemlerde öğütme taşları geliştirildi.

Büyük Beynin Maliyeti

Beyin vücudumuzdaki en anti-demokratik organdır. Aynı miktar kasın dinlenme sırasında gereksinim duyacağı enerjinin 22 katı enerji harcar. Uyku veya dinlenme haline bakmadan toplam vücut enerjisinin % 20'sini kullanır. Bir kalp atımında kanın oksijeninin % 20'sini alır. Oysa ağırlık olarak vücudumuzun en fazla % 3 kadarını oluşturur. Yeni doğan dönemde beyin ağırlığı vücut ağırlığının % 10'u kadardır ve kullandığı enerji % 60'a çıkar. Özetle, beyin büyüdükçe yakıt gereksinimi de artar. Üstelik bu yakıtı yakarken giderek ısındığı için, çok çalışan bir motor gibi soğutulması da gerekir. Yalnızca 2 °C'lik artış bile beyinin çalışmasını zorlaştırabilir. Bu soğutma sistemi, kafatası içi ve dışındaki damarsal yapıyla sağlanır. Gelişen, büyüyen bir beyinde yeni damarsal yapıların da gelişmesi beklenir. İnsanlarda, hareket sırasında solunumun artmasına bağlı olarak yüzdeki damarlar genişler ve yüz kızarır. Bu arada ortaya çıkan ısıdan dolayı, damarların içindeki kanın soğutulması görevini, ağ şeklinde olan kafatası "radyatörleri" sağlar. Beyin içi radyatörleri, kafatası içindeki delikler-

den geçerek kafatasının iç ve dış toplardamar sistemlerini birbirine bağlayan "emis-sar" (ısı yayan) toplardamarlar (venler) tarafından oluşturulur. Bunlar kuyruksuz maymunlarla karşılaştırıldığında insanlarda daha yoğun bulunurlar. Bu şekilde kafa içi ısısının artışı engellenerek, beynin optimal bir ortamda çalışması sağlanır. Bu venlerin yoğunluğunun *A. africanus*'tan *H. sapiens* doğru geldikçe belirgin biçimde artması, beynin de bu süreçte büyüdüğüne bir göstergesi olarak düşünülebilir.

Beynin büyümesi yalnızca beynin sahibine değil, anneye de işlevsel zorunluluklar yükler. Büyük beyinli olmak, dişilerin enerji tüketimini artıran bebek bağımlılığının uzamasıyla sonuçlanır. Bu da, dişilerin daha fazla yiyecek sağlama gereksinimini doğurur.

Büyümüş bir beyin tarafından kullanılan enerjiyi karşılamak için vücudun başka parçasının gereksinimlerinin, bazal metabolizmasını devam ettirecek ölçüde azaltılması gerekir. L. Aiello ve P. Wheeler adlı araştırmacılar, primatlarda mide büyüklüğüyle beyin büyüklüğü arasında genel bir ilişki kurarlar. Buna göre, kalp ve karaciğer gibi organların boyutlarının küçültülmesi mümkün olmadığından, küçültülecek en uygun organ midedir. Mideyi küçültmenin yolu da besin seçimini, bitkilerden ziyade enerji kalitesi yüksek olan ete çevirmektir. Buna göre, *H. habilis* beyin hacminin büyük olması *Australopithecus*'lardan farklı olarak diyetinde etin olduğunu düşündürür.

Beynin aşırı büyümesi sinir hücreleri arası bağlantıyı ve iletişimi zorlar, ileti süresini artırır. Bu da çevresel olaylara veri-

lecek yanıtların zamanının uzamasına neden olarak, yaşamsal bir dezavantaj oluşturur. Ancak, yapılan araştırmalarda görülen, doğumdan sonra 3 kat büyüyen erişkin insan beyninin maksimal işletim gücüne sahip olduğudur. Beynin bundan daha fazla büyümesi, işletim gücünü sınırlar; hem ısınır hem de iç iletişimi yavaşlar. Yani, *H. sapiens sapiens* (modern insan), büyüklük açısından hemen hemen beyin gelişiminde yolun son aşamasına ulaşmıştır.

Beyin Büyüklüğü ve Zeka

Beyin büyüklüğü ve zeka arasında basit bir ilişki yoktur. Yani, kafanın küçük, ya da beyin ağırlığının yüksek olması düşük zekasal işlevlere işaret etmez. Tarihsel Daniel Lyon vakası buna iyi bir örnektir. Beyin ağırlığı, *H. erectus*'unkinden bile küçük olan (680 g, 624 cc) Lyon, normal zekalıydı ve okuyup yazması olan biriydi. Ölümü üzerine yapılan otopside beyinde herhangi bir sorunun varlığı saptanmamıştı. Beyincigi ise normal büyüklüğüne yakındı.

Diğer bir örnek ise Anatole France'dir. Anatole France (1844-1924) Nobel ödüllü ve 80 yaşında bile üstün zekasal işlevler sergileyebilen bir yazardı. Beyin ağırlığı, otopsisinde 1017 g (933 cc) olarak bulunmuştu. Einstein'ın beyindeyse ağırlık bakımından normalden herhangi bir sapma yoktu; ancak beyin yan loblarının alt kısmında bulunan bir kıvrımdaki sinir hücreleri oranı, normal insanlara göre fazlaydı. Bu da beynin özelleşmiş alanlarında, kullanıma bağlı olarak değişiklikler olabileceğinin bir göstergesidir. Başka örnekler de bulmak mümkün. Keman çalan kişilerde, sol eldeki parmak hareketlerinin etkin olmasından dolayı, ilgili beyin alanlarında 2-3 kat daha fazla kortikal temsil alanı bulunduğu gösterilmiş durumda. Buna ek olarak, iki eli birbiriyle eşgüdüm içinde kullandıklarından, her iki beyin yarıküresi arasındaki bağlantıların da gelişmiş olduğu saptanmış.

Küçük beyinli kişilerde görülebilecek düşük zeka düzeyi, hacim kaybından çok, sinirsel bütünlüğün bozulmasına bağlıdır. İnme veya kazalar sonrasında beyin dokusu kaybı olduğu halde, zeka normal düzeyde kalabilir. Sonuçta, bilişsel işlevler, ilgili sinirsel bağlantıların sayısı ve ilişkisine bağlıdır.

Zeka düzeyi (IQ) ile beyin büyüklüğü arasında % 40'lık korelasyon olduğu tespit edilmiş durumda. Manyetik rezonans

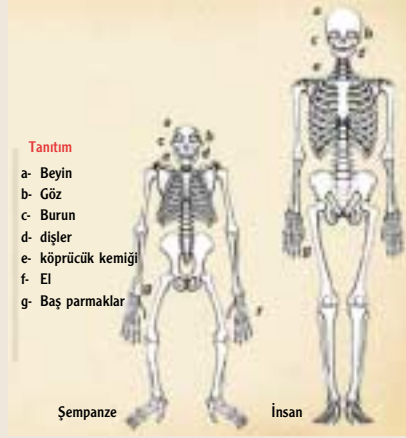
Bipedalizm: İki Ayakla Yürüme

3,5 milyon yıl önce başladığı öne sürülen bipedalizm, diğer hominid özelliklerinden daha önce ortaya çıkmıştır. Bedenin (özellikle ellerin) özgülüğü, beraberinde beynin özgülüğünü de getirmiştir. Ancak kuyruksuz maymun benzeri maymunlardan hominidlere geçişte bipedalizme ait ara iskelet kanıtları yoktur.

Bipedalizm kinematik ve enerji yönüyle farklılıklar oluşturur. Bipedalizmle gelen en önemli iskelet değişiklikleri, leğen kemiği kanatlarının kısalması, bel eğriliğinin kısalması, dizin ortaya doğru yaklaşması, bacakta tibia olarak adlandırılan kemiğin alt eklem ucunun dikleşmesi, ayakta ki 1. tarak kemiğinin güçlenmesi ve büyük parmağın alta doğru dönmesidir.

Dört ayakla hareket etmek, iki ayakla hareket etmeye göre daha fazla enerji gerektirir. Ancak, bipedalizm daha büyük bir beyin gerektirir. Daha önce ayak kontrolü için kullanılan beyin kabuğu kısımları serbest kalarak, başka işlevler için fırsat oluşturur.

Beynin büyümesi; doğum sırasında, yenidoğan döneminde ve gebe dişinin hareketlerinde riskler oluşturur. Büyümeden dolayı dişide leğen kemiğinin genişlemesi gerekir. Modern insan yavruları, şempanze beyninden büyük olmayan yaklaşık 350 cc'lik bir beyinle dünyaya gelirler. Ancak insan yavrusunun beyni, diğer primatlardan farklı olarak, doğum sonrasında da büyümeye devam eder. Dört yaşında yaklaşık 3 katı ve erişkinlikte de yaklaşık 4 katı hacme ulaşır. İnsanda beyin, gelişiminin önemli bir bölümünü doğum sonrası ilk yılda tamamlar. Diğer primatlarla karşılaştırıldığında doğumdan önce beyin belirgin şekilde genişler. Hacmin 801-850 cc'den fazla olması, doğum sırasındaki hasar riskini artırır. Şempanzelerde de doğumda yaklaşık 350 cc olan beyin hacmi, erişkinlikte 450 cc'ye ulaşır. Paleontolojik kanıtların yardımıyla, Neandertal çocuklarının beyinlerinin, beklenenden büyük olduğu tespit edil-



miş. Çocukların çabuk büyüdüğü, güçlü kaslara ve modern insanla karşılaştırıldığında erken yaşta büyük bir beyne sahip oldukları düşünülmüyor. Bulunan iskeletlerle yapılan çalışmalarda, üç-dört yaşlarındaki bir çocukta 1400 cc, 6 yaşındaki bir çocukta 1250 cc'lik bir beyin hacmi saptanmış bulunuyor.

Bipedal kadınların hareketleri sınırlanmış durumdadır. Bu nedenle alt uzuvların çalıştırıldığı sporlarda erkekler avantajlı konumdadır. Beynin bazı alanları, belli işlevler için uzmanlaştıkça, daha çok kapasite için doğal olarak beyin çok daha büyük olmalıdır.

Bipedalizm seslendirme ve dil açısından da kolaylık sağlar. Maymunlardan çok aşağıda yer alan gırtlığa fırsat verir ve daha büyük dil kapasitesi ortaya çıkmasını sağlar. Yine nefes alma mekanizmasındaki farklılıklar da ses üretiminde çeşitlilik oluşturur. Bipedalizmin ortaya çıkışıyla, kafadaki kan damarlarının yerçekimine bağlı (hidrostatik) basınç özellikleri değiştiğinden, kan damarlarında yeniden bir yapılanma ortaya çıktığı da ileri sürülür. Ayrıca bipedalizm vücut yüzeyinin güneşe maruz kalmasını % 50 azaltır.

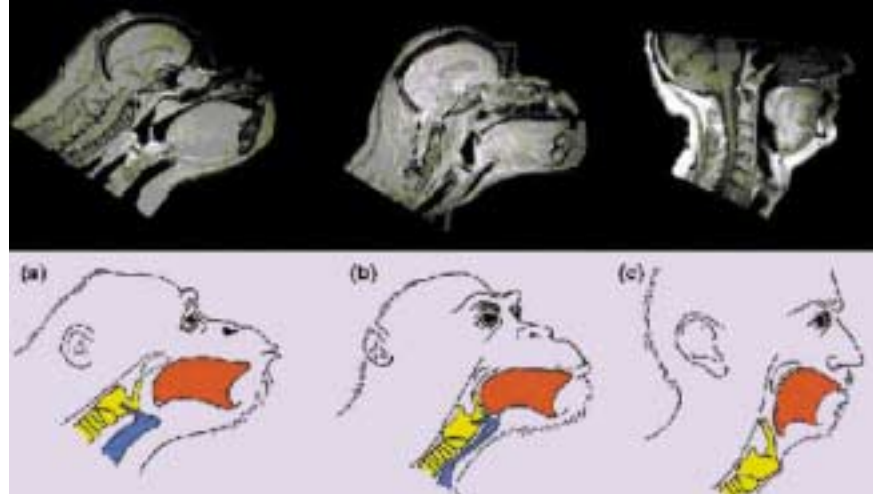
görüntüleme (MRG) ile yapılan çalışmalar da, beyin büyüklüğüyle bilişsel performans arasında olumlu bir ilişkinin varlığına işaret ediyor.

Dilin Gelişimi

Konuşmanın gelişimi, konuşmada devreye giren organ ve yapılarda (ses telleri, dudak, dil, çene, vb.) olduğu kadar bunları denetleyen merkezi sinirsel mekanizmalarda da bazı değişiklikleri gerektirir. Konuşmanın gelişimi, sesin üretimi ve algılanmasıyla çok yakından ilişkilidir. Tüm memeliler, sesleri temel olarak hemen hemen aynı yolla oluştururlar. Yine de en önemli akustik gelişim insanda görülür.

Fosil kafatası kemiklerinden dilsel kapasiteyi nasıl öğrenebiliriz? Bunun için üç yöntem önerilmiş bulunuyor: beyin boyutlarının, sinirsel yapının (konuşma merkezlerinin var olup olmadığı) ve ses sisteminin doğasının incelenmesi. Bunlardan birincisi, en basit yöntem gibi görünüyor. *H. erectus*'la Neandertallerin beyin boyutları modern insana yakın. Hatta Neandertallerin beyni, daha önce belirtildiği gibi daha büyük. Beynin büyüklüğü eğer sosyalleşmenin bir göstergesiye (Robin Dunbar'ın düşüncesine paralel olarak), dil de temelde sosyalleşmenin getirdiği bir gereksinim olarak düşünülebilir. İnsanlardaki alın lobu dilsel işlevlerin bir kısmını yerine getirmekle kalmaz, aynı zamanda da sosyalleşmede en önemli işlevi üstlenen beyin kısmıdır. Paleontolojik bulgulara dayanarak dilsel yetilere ilişkin kanıtlar elde etmek zordur. Üst paleolitik çağda dilsel yetinin ve sosyalleşmenin var olduğuna dair güçlü kanıtlar öne sürülmüştür. Ölülerin eşyalarıyla birlikte gömülmesi, beden süslemeleri, alet yapımında hızlı ilerleme, uzak bölgelerdeki gruplar arasında değiş-tokuş, taşa bağımlı teknolojiden kemik ya da kil gibi araçlara geçilmesine ilişkin bulgular, bunların arasında.

Beyindeki konuşma merkezi, ses üreten organlarla yakın ilişki içindedir. Bu organlar dilsel kapasite açısından üçüncü kanıt grubunu oluşturur. Bol miktarda yumuşak doku içerdiklerinden (gırtlak ve yutak) bunları fosil olarak bulmak mümkün olmamıştır. Ancak, anatomik olarak biliyoruz ki, insan dışında tüm memelilerde larinks (gırtlak) boynun yukarısında, yüksek konumda yer alır. Bunun sonuçlarından biri, beslenirken aynı zamanda nefes alıp verilmesi, ikincisiyse ses oluşturmanın zorlaşmasıdır. İnsanda erişkin dö-



Üstte: orangutan (a), şempanze (b) ve insan ses düzeneğinin karşılaştırması. Kırmızı, dili; sarı, larinks ve mavi de hava keselerini gösteriyor. İnsanlarda ağız boşluğu daha uzun ve larinks daha düşük düzeyde (c). Boynun yukarısında olan larinks, soluk alma ve yutkunmanın eş zamanlı olabilmesini sağlar. Ancak, farinks (yutak) boşluğunda oluşan sesler sınırlı düzeyde kalır. Üstte orta hattan, aynı bölgelerden alınan manyetik rezonans görüntüleri görülmekte.

nemde yutkunma sırasında ses çıkarmak ve solumak olanaksızdır; bu arada kısa bir soluk tutma dönemi vardır. Ters durumda boğulma riskiyle karşı karşıya kalabilirdik. Ancak, insan yavruları, larinksin yukarıda olmasından dolayı meme emme sırasında soluk alıp (ağızdan) verme (burundan) eylemini gerçekleştirebilirler. Bebekliğin 3. ayında larinks aşağı inmeye başlayarak 3-4 yıl sonra erişkin düzeyine iner. İkinci ve daha yavaş bir iniş, erkeklerde ergenliğe doğru gerçekleşir. Bundan dolayı erkeklerde ergenlikte ses değişikliği ortaya çıkar. Bu iniş, bizim fonetik repertuarımızı büyük oranda genişletir.

Yapılan bazı araştırmalar sonucunda kafatası tabanı biçiminin, larinksin konumuyla yakın ilişkili olduğu görüşü öne sürülmekle birlikte, sonraki çalışmalarla bu görüş doğrulanmış değil. Kafatasları temel alınarak, insaninkine benzer ses çıkarılabildiği dönem, 300-400 bin yıl öncesi olarak saptanmış bulunuyor. Daha büyük hacimli beyine sahip Neandertaller ise anatomik farklılık gösteriyor. Anatomik yapılarından anlaşıldığı kadarıyla olasılıkla yalnızca burundan ses çıkarıyorlardı.

Konuşulan dil üzerindeki merkezi etkinin hangi evrimsel aşamalarda artış gösterdiğini anlamak için değişik yöntemler önerilmiştir. Yumuşak dokular fosilleşmedikleri için, dolaylı olarak, kemik dokularda oluşturdukları etkiler araştırılır. Bir yöntem, beyindeki dille ilgili alanların büyüklüğünü hesaplamaya dayanır. Beynin yüzey bulgularının dil yeteneğiyle ilişkisi zayıf olduğundan bu yöntem çok güçlü değildir. Dil yeteneğini sağlayan sinirsel süreçler, beyin sol tarafına yerleşme eği-

limindedirler. Bu beyin yarısında bazı alanlar dil açısından özelleşmiştir. Australopithecus'larda konuşmanın motor merkezi (Broca alanı) ile ilgili bir kanıt bulunmazken, *H. erectus*'un bir üyesine ait, 1,7 milyon yaşındaki bir fosilde konuşmanın motor merkezini oluşturan alanı temsil ettiği düşünülen bir bölge saptanmış. Bazı paleontologlara Neandertallerin beyin kalıplarında hem Broca (konuşma merkezi) hem de Wernicke (beyinde, işitilen seslerin değerlendirildiği ve anlaşıldığı bölge) alanının tanımlanabileceğini ve bu alanların görüntülerinin çağdaş insanlardan hiç de farklılık göstermediğini öne sürerler.

Diğer bir yöntem, memelilerde dil kaslarını çalıştıran hipoglossal sinirin geçtiği hipoglossal kanalın büyüklüğünü ölçerek, sinirin olası etkisini ortaya koymak. Kanal çapının büyüklüğü, sinirin kalınlığının bir göstergesidir. Modern insanlarda kanalın alanı, pigme şempanzelerinden 1,85-2,44, gorillerden 1,33 kat daha geniştir. Kuyruksuz maymunlar içinse bu değer, insanlar için saptanmış değerlerin alt sınırındadır. Ancak, kuyruksuz maymunlarda dil, anatomik olarak daha büyüktür. Yani, kanal genişliği zengin bir sinirsel beslenmeden çok büyük yapıdaki dile işaret eder. Neandertallerin kanal genişliğininse bugünkü insanlarla hemen hemen aynı olduğu ortaya çıkıyor. Bu da Neandertallerin, daha önce belirtildiği gibi kısıtlı da olsa konuşma yetenekleri olduğunu desteklemekte. İnsaninkine benzer hipoglossal kanala, 300 bin yıldan yaşlı örneklerde rastlanması da konuşmaya, arkeolojik buluntuların işaret ettiğinden

çok daha önce başladığını düşündürüyor.

Üçüncü bir yöntem de, göğüs omur kanalının genişliğini ölçmek. Bu ölçümün dayandığı temel, karın ve göğüs kafesi kaslarına giden sinirlerin artmasıyla kanal çapının genişleyeceği, bu genişlemeyle de sözkonusu sinir liflerinin solunumda ve (dolaylı olarak da) konuşmada kullanılacağı. *H. erectus* ve *H. sapiens*'te kanalın diğer primatlara ve erken dönem hominidlerine göre genişlemiş olduğu bir gerçek; ancak bunun dil yeteneğini doğrudan gösterebileceğine dair kuşku da yok değil. Çünkü, sadece konuşma değil yüzme ve koşma gibi etkinlikler de bu genişliğe neden olabilir.

Harry Jerison'a göre, dili ve bilinci oluşturan, kendi kendini değerlendirip sorgulama ve imgeleme yeteneğiydi. Baş-



Fosil kayıtlarına göre beyinleşme katsayıları ile bugün yaşayan *H. sapiens sapiens*, *G. gorilla* ve şempanzenin beyinleşme katsayıları.

kalarının seslerini-sözlerini duyarak onların bilincine ortak olmak mümkün oldu. Böylece karmaşık toplumsal sorunlarla başedebilmeye başlandı. İmgeleme, çözümleyici olduğu kadar, yaratıcı da olabilen bir yetidir. Dil bu yönleriyle bilinçle yakından ilişkilidir. Bilinç, karmaşık toplumsal çevrenin anlaşılması için ortaya çıkmış olabilir. Özellikle günlük yaşamdaki kestirilemezlik, belirsizlik, başkalarının davranışlarını yönlendirebilmek, yönlendirilmekten kaçınmak, zihinsel etkinliğe ve bilince olan gereksinimi doğurmuştur. Özetle, konuşmanın -dil- ortaya çıkışı, iç gözlemin bir sonucudur. Dillerin kökeninin tek olmayışı da olasılıkla bu imgeleme farklılıklarına dayanır.

Steven Mithen'sa, sosyal zekadan başlangıçta sosyal içerikli "konuşma parçacıkları" oluşturulduğu ve sonradan genel amaçlı bir dile doğru ilerlendiği görüşünde. Buna göre, hem beynin hem de sosyal grupların büyümesiyle dil daha da zenginleşti. Kimine göreyse dil, yalnızca evrimsel bir süreç olmakla kalmayıp, beyin gelişimine de katkıda bulunmuştur.

Bilincin Evrimsel Gelişimi

Nicholas Humphrey bilincin, akıllarımızı diğer insanların akılları için birer model olarak kullanmamızı ve onların davranışlarını önceden tahmin etmemizi sağlamak amacıyla; yani, diğer insanların da bizim gibi düşündüklerini düşünme yoluyla ortaya çıktığını savunur. Roger Penrose buna karşı çıkarak, evrimsel açıdan bilincin doğuşunun, insanın kendini başka birinin yerine koymasıyla açıklanamayacağını belirterek, "Bir sistem, kendi modeline ancak kendi içinde sahip olursa, 'kendi kendinin bilincinde olabilir'. Bir video kamera, kaydettiği sahnelerin; aynaya yansıtılmış bir video kamera, kendi varlığının bilincinde olamaz" der.

Bugün, insan olarak konuşan, düşünen ve araştıran ve bilincimizle bunları yaptığımız farkında olan varlıklarız. Bütün bunlar insan için iyi yönde kullanıldığında aslında beynin gelişimi açısından pek de kötü bir noktada olmadığımızı görürüz. Beynimizin büyük olmasını istemekten çok, onu iyi amaçlar ve düşünceler için kullanmayı istemeli ve bu konuda da kendimizi olabildiğince iyi şekilde yetiştirmeliyiz.

Dr. Sultan Tarlacı
Nöroloji Uzmanı

Kafatası Fosilleri ve Tiyatro Sahnesi

İnسانılara ait bulunan en eski kemikler, moleküler analizlerle yaklaşık 5 milyon yıl öncesine tarihlenir. İnsanın ilk öncüsü sayılan Australopithecus'lar yaklaşık 4-5 milyon, *Homo habilis* 2 milyon, *H. erectus* 1,8 milyon, *H. neanderthalensis* 150 bin yıl öncesine tarihlenir. Günümüz insanı (*H. sapiens sapiens*) ise 100 bin yıl önce ortaya çıkmıştır. Australopithecus'ların ilk örneği *A. ramidus*'u 300 bin yıl sonra sahnede görülen *A. anamensis* izlerken, bundan 3,5 milyon yıl önce sahneye *A. afarensis* (bilinen popüler adıyla Lucy) çıkar. 1 milyon yıllık bir serüven sonrasında, günümüzden yaklaşık 2,5 milyon yıl önce de Lucy tiyatro sahnesini terkeder.

Australopithecus'lardan sonra kafatasları ve beyinleri yaklaşık 1,5 kat daha büyük olan *H. habilis* sahneye çıkmıştır. Öncekilere farklı olarak bunların taş aletler kullandıkları, ancak vejeteryen beslenme tarzını kısmen değiştirerek eti de besin grupları arasına kattıkları düşünülüyor. *H. habilis*'lere ait fosil kalıntıları daha eksiksizdir. Onlar Australopithecus'lara göre daha ince gövdeli ve narin yapıdadırlar.

H. erectus ise 1 milyon yıl kadar sahnede kalır; bu sırada yeni simetrik aletler yaptığı görülür. 300 bin yıl kadar öncesine kadar da yaşamını devam ettirir. Bu dönemde sanat ve dinsel motiflerde herhangi bir varlık ve gelişme göze çarpmaz.

H. sapiens sapiens, yani bugünkü insan, sahneye çıktığı 100 bin yıl öncesinden 40 bin yıl öncesine kadaraki dönemde, beyinsel üretim açısından daha önceki dönemlerden bir farklılık göstermezken, 40 bin yıl önce "üst paleolitik" olarak adlandırılan dönemde, yeni alet teknolojileri kullanmaya başlanır ve insan-hayvan figürlerinden oluşan mağara sanat eserleri ortaya çıkmaya başlar. Bu sanatsal ve aletsel gelişme, 30-12 bin yıl önceki dönemde patlama yaparcasına doruğa ulaşır. 10 bin yıl önce son buzul çağının ısınma nedeniyle sona ermesiyle tarıma ve yerleşik hayat düzenine geçiş yapılır. Bugünkü insanın, yani *H. sapiens*

sapiens'in beyniye ortalama 1371 cc. Fosil buluntularının seyrekliğinden, artışın kademeli olarak mı yoksa keskin sıçramalarla mı olduğu bilinmiyor.

Buzul çağı insanları olan Neandertallere bakıldığında ortalama 1550 cc'lik bir beyin hacmi (1200-1750 cc arası) göze çarpar. Diğer fosillerle kıyaslandığında Neandertal beyni hacim yönünden bir çelişki oluşturur; zamansal-doğrusal beyin büyümesi ilişkisini bozar. Ancak, bu büyük beyinlerine rağmen Neandertaller, teknik uzmanlık yönünden diğer türlere göre çok farklılık göstermezler. Nedeni, belki de içinde yaşadıkları buzul çağının, onlar için yarattığı güçlükler. İncelenen fosillerdeki bulgular, onların % 70-80'inin 40 yaşlarında öldüğünü gösteriyor. Büyük beyinli olmalarına karşın, soğuktan korunmak için geliştirilmiş giysilere ait kanıtlar bulunabilmiş değil. Neandertallerin, bazı ölümlerini dini ayinlerle ve çiçek süslemeleriyle mezarlara gömdükleri öne sürülmüşse de, verilerin o kadar da kesin yorumlanamayacağı, bulunan polenlerin rüzgarla ya da kazıda çalışan işçilerin giysileriyle oraya gelmiş olabileceği görüşü daha fazla ağırlık kazanmış durumda.

Elde edilen fosil kanıtlara göre, zaman içinde iki beyin büyümesi ya da patlaması gerçekleşmiş bulunuyor. Bunlardan ilki 1,5-2 milyon yıl önce *H. habilis*'in varlığıyla ilişkilendirilebilir. Daha az belirgin olan ikinci patlamaysa 500-200 bin yıl önce yaşanmış. Birinci patlamayla alet yapımı arasında ilişki kurulmuşsa da ikinci patlamayla, sanat ve alet yapımı arasında herhangi bir ilişki kurulamamış durumda. Bu dönemde yaşayanlar, eski alet teknolojilerini ve temel yaşam tarzlarını devam ettirmişler. Ancak, beyin büyümesi bir kenara bırakılarak düşünüldüğünde, arkeolojik verilere göre yaşanan iki önemli değişim de *H. sapiens sapiens* döneminde olmuş. Bunlardan ilki 60-30 bin yıl öncesinde sanat, dinsel motiflerin ortaya çıkışı, ikincisiyse 10 bin yıl önce başlayan tarım ve bununla ilişkili olarak yerleşik hayata geçiş.

Kaynaklar
Lewin R. Modern insanın kökeni. Çeviri: Nazım Özüaydın. TÜBİTAK. 1999
Mithen S. Akılın Tarihöncesi. Dost yayınevi. Çeviri: İrem Kutluk. Ankara 1999
Dunbar, R.I.M. Neocortex size as a constraint on group size in primates. Journal of Human Evolution 20:1992:469-493.
Fitch WT. The evolution of speech: a comparative review. Trends in Cognitive Science 2000;4:258-267
McHenry HM. Tempo and mode in human evolution. PNAS, USA 91:1994:6780-6786
<http://www.becominghuman.org/>
<http://www.talkorigins.org/faqs/homs/specimen.html>
<http://www.primat.wisc.edu/pin/evolution.html>
<http://brainmuseum.org/evolution/paleo/>
<http://anthro.palomar.edu/homo2/default.htm>