



SIVAS CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ
Sosyal Bilimler Enstitüsü
Antropoloji Anabilim Dalı

HOMİNİDLERDE EVRİMSEL SÜREÇTE DİL VE BEYİN GELİŞİMİ

Yüksek Lisans Tezi

Nagehan Merve AYBARS

Sivas

Ekim 2024

SİVAS CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ

Sosyal Bilimler Enstitüsü

Antropoloji Anabilim Dalı

**HOMİNİDLERDE EVRİMSEL SÜREÇTE
DİL VE BEYİN GELİŞİMİ**

Yüksek Lisans Tezi

Nagehan Merve AYBARS

Tez Danışmanı

Prof. Dr. Pınar GÖZLÜK KIRMIZIOĞLU

Sivas

Ekim 2024

ETİK İLKELERE UYGUNLUK BEYANI

Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü bünyesinde hazırladığım bu Yüksek Lisans Tezinin bizzat tarafımdan ve kendi sözcüklerimle yazılmış orijinal bir çalışma olduğunu ve bu tezde;

- 1- Çeşitli yazarların çalışmalarından faydalandığımı bu çalışmaların ilgili bölümlerini doğru ve net biçimde göstererek yazarlara açık biçimde atıfta bulunduğumu;
- 2- Yazdığım metinlerin tamamı ya da sadece bir kısmı, daha önce herhangi bir yerde yayımlanmışsa bunu da açıkça ifade ederek gösterdiğimi;
- 3- Başkalarına ait alıntılanan tüm verileri (tablo, grafik, şekil vb. de dâhil olmak üzere) atıflarla belirttiğimi;
- 4- Başka yazarların kendi kelimeleriyle alıntıladığım metinlerini, tırnak içerisinde veya farklı dizerek belirttiğimi yine başka yazarlara ait olup fakat kendi sözcüklerimle ifade ettiğim hususları da istisnasız kaynak göstererek belirttiğimi,

beyan ve bu etik ilkeleri ihlal etmiş olmam halinde bütün sonuçlarına katlanacağımı kabul ederim.

.. /.../ 2024

Nagehan Merve AYBARS

TEŞEKKÜR

Paleoantropolojik alışmalar sonucunda ele geçen hominid fosil kalıntıları, evrimsel süreç içerisinde türümüzün morfolojik değişimi ve işlevsel yönden gelişimi hakkında bilgi vermektedir. Bu çalışmada dil ve beyin gelişimi, evrimsel açıdan Sahelanthropus tchadensis'ten anatomik açıdan modern insana kadar ki süreç içerisinde incelenmiştir.

Lisans ve Yüksek lisans öğrenimim boyunca bilgilerini, desteklerini ve hoşgörülerini hiç eksik etmeyen başta tez danışmanım Prof. Dr. Pınar GÖZLÜK KIRMIZIOğLU olmak üzere, Prof. Dr. Ayşen AÇIKKOL, Prof. Dr. Fadime Suata ALPASLAN hocalarıma en içten teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

Tez çalışmam boyunca manevi desteklerini esirgemeyen dostlarıma, arkadaşlarıma, aileme teşekkürü bir borç bilirim. Bu süreç boyunca gösterdikleri sabır ve anlayış için eşime ve minik prensesime çok teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER	i
TABLO LİSTESİ.....	v
ŞEKİL LİSTESİ.....	vii
RESİM LİSTESİ.....	xi
ÖZET	xvii
ABSTRACT.....	xix
GİRİŞ	1
BİRİNCİ BÖLÜM	5
KAVRAMSAL VE KURAMSAL ÇERÇEVE.....	5
1.1. Omurilik	13
1.2. Beyin	14
1.2.1. Serebellum (Beyincik, Arka Beyin)	15
1.2.2. Beyin Sapı (Brainstem, Orta Beyin)	16
1.2.3. Diensefalon (Ara Beyin)	19
1.2.3.1. Talamus	19
1.2.3.2. Hipotalamus.....	19
1.2.4. Serebrum (Ön Beyin)	21
1.2.4.1. Frontal lob	27
1.2.4.2. Temporal Lob	33
1.2.4.3. Oksipital Lob	34
1.2.4.4. Parietal Lob	36
1.3. İnsanlarda Konuşma Nasıl Gerçekleşir?	37
1.3.1. Sesin Oluşmasında Etkili Başlıca Anatomik Yapılar.....	39
İKİNCİ BÖLÜM.....	45
KONU, AMAÇ VE METOT	45
2.1. Konu ve Amaç	45
2.2. Metot	45
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM	47
HOMİNİDLERDE BEYNİN VE DİLİN EVRİMİ.....	47

3.1. Beynin Evrimi.....	47
3.1.1. Hominid Beyin Gelişimi	68
3.1.1.1. Beslenme	75
3.1.1.2. Sosyal Yaşam	79
3.1.1.3. Bipedalizm.....	83
3.1.1.4. Başparmağın Gelişimi	86
3.1.1.5. Alet Kültürü.....	93
3.1.1.6. Sanat Kültürü.....	100
3.1.1.7. Cinsel Seçilim.....	108
3.2. Dilin Evrimi	112
3.2.1. Sesli İletişimin İlk Adımları.....	113
3.2.1.1. Adam Toplama Hipotezi	116
3.2.1.2. Tımar Hipotezi	117
3.2.1.3. Kur Hipotezi	117
3.2.1.4. Öyküleme Hipotezi.....	118
3.2.2. Bilişsel Gelişim ve Dil	119
3.2.2.1. Konuşma Merkezleri	120
3.2.3. Genetik Faktörler	126
3.2.3.1. FOXP2 Geni	126
3.2.3.2. Primatlarda İletişim	128
3.2.3.3. Primatlarda Dil ve Biliş Alanında Çalışılan Örnekler	131
3.2.4. Gelişmiş Ses Üretim Yeteneği	137
3.3. Homo Cinsi Öncesi Hominidlere Ait Tip Örnekler.....	146
3.3.1. Sahelanthropus tchadensis	147
3.3.2. Orrorin tugenensis	148
3.3.3. Ardipithecus kadabba.....	150
3.3.4. Ardipithecus ramidus	151
3.3.5. Australopithecus Anamensis.....	155
3.3.6. Kenyanthropus platyops.....	156
3.3.7. Australopithecus afarensis	158
3.3.8. Australopithecus deyiremeda	161
3.3.9. Australopithecus bahrelghazali	161

3.3.10. Australopithecus africanus	163
3.3.11. Australopithecus (Paranthropus) aethiopicus	165
3.3.12. Australopithecus (Paranthropus) robustus	166
3.3.13. Australopithecus (Paranthropus) boisei	169
3.3.14. Australopithecus garhi.....	170
3.3.15. Australopithecus sediba.....	172
3.4. Homo Cinsine Ait Tip Örnekler.....	173
3.4.1. Homo habilis	173
3.4.2. Homo rudolfensis	175
3.4.3. Homo ergaster	176
3.4.4. Homo erectus.....	179
3.4.5. Homo gautengensis	181
3.4.6. Homo georgicus (Dmanisi)	182
3.4.7. Homo antecessor	190
3.4.8. Homo cepranensis (Ceprano)	192
3.4.9. Homo rhodesiensis / Homo heidelbergensis	194
3.4.10. Homo neanderthalensis	196
3.4.11. Homo naledi	199
3.4.12. Homo longi.....	201
3.4.13. Homo bodoensis	202
3.4.14. Homo sapiens idaltu (Herto)	203
3.4.15. Homo floresiensis.....	205
3.4.16. Homo sapiens sapiens	207
3.4.17. Denisovalılar (Denisovanlar)	211
SONUÇ	215
KAYNAKÇA.....	219
ÖZ GEÇMİŞ	255



TABLO LİSTESİ

Tablo 1. Memeli kortikal gelişimi	23
Tablo 2. Beynin değişik kesimlerinin tenrekgillere göre böcekçillerde ve primatlarda kaç kat büyüdüğü gösterilmekte	26
Tablo 3. İnsan beyninin evrimindeki yeniden organizasyonel değişiklikler	53
Tablo 4. Erken hominid evrimindeki başlıca kortikal bölgeler	66





ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1. Merkezi sinir sisteminin evrimsel gelişimi	7
Şekil 2. Sinir sisteminin temel planı	7
Şekil 3. Memeli beyni: Frontal lob: Konuşma kontrolü, Parietal lob: His ve dokunma merkezi, Oksipital lob: Görüntü merkezi, Temporal lob: İşitme merkezi	8
Şekil 4. Ana sulkuslar ve giruslar	9
Şekil 5. 30 önemli ölçüde farklı allometri derecesine karşılık gelen dal renklerine sahip memelilerin zamana göre kalibre edilmiş filogenisi	11
Şekil 6. Serebrum, serebellum ve beyin sapı	14
Şekil 7. Beyincik	15
Şekil 8. Beyincik	15
Şekil 9. Lampreyi <i>Lampetra fluviatilis</i> 'in (A) ve dikenli köpek balığı <i>Squalus acanthias</i> 'ın (B) beyinlerinin yanal görünüşleri verilmektedir	16
Şekil 10. İnsan beynindeki beyin sapı	18
Şekil 11. Kraniyal sinirlerin anatomik organizasyonu	18
Şekil 12. Limbik sistem	21
Şekil 13. (B) insan embriyolojik ve fetal gelişimleri	23
Şekil 14. Serebral korteks üzerinde fonksiyonel bölgeler (sol hemisfer) ve prefrontal korteksin lokalizasyonu	24
Şekil 15. İnsan beynindeki serebrumun anatomisi. Beyin, frontal, parietal, oksipital ve temporal olmak üzere dört loba ayrılmıştır	27
Şekil 16. Sol frontal lob (kırmızı; daha iyi görülmesi için sağ hemisfer çıkarılmıştır)	28
Şekil 17. Prefrontal korteks	28
Şekil 18. Maymunun frontal korteksinin sitoarkitektonik haritası	29

Şekil 19. Prefrontal korteksin ana alanları	30
Şekil 20. Yüzey kaydını kullanarak bireysel kortikal yüzeyler için otomatik lob parselasyonu	32
Şekil 21. Temporal lob (kırmızı), sol hemisfer	34
Şekil 22. Oksipital lob (kırmızı), sol serebral hemisfer	35
Şekil 23. Parietal lob (kırmızı), sol hemisfer	37
Şekil 24. Solunum sistemi anatomisi	40
Şekil 25. Akciğerler	40
Şekil 26. Trake	41
Şekil 27. Larynx	42
Şekil 28. Her sınıf için pGLS regresyonları.....	49
Şekil 29. İnsan beyin görünümü	50
Şekil 30. Farklı memeli türlerinde beyinleşme oranı.....	51
Şekil 31. Hominidlerde beyin kapasitesinin (cm) son 4 milyon yıl içindeki evrimi .	52
Şekil 32. Hominid evrimi.....	54
Şekil 33. Somatik gerilik ve sıralı hiperomorfoz gösterimi	62
Şekil 34. Brodmann'ın (1909) insan beyninin sito mimari haritaları	65
Şekil 35. Çeşitli fosil homininler ve günümüz Homo sapiensleri için kafatası kapasitesi	67
Şekil 36. Çeşitli primat türlerinde ortalama gruptaki birey sayısı ile bu türlerdeki Neokorteks bölgesinin beynin geri kalan kısımlarına oranı arasındaki ilişkinin anlamı olduğunu göstermektedir	75
Şekil 37. Pahalı beyin çerçevesi, göreceli beyin boyutunda uyarlanabilir bir artış için tamamlayıcı yollar önermiştir.....	78
Şekil 38. İlgili hassas kavrama duruşlarını yapan bir insan (a) ve bir şempanzenin (b) elleri.....	90

Şekil 39. El baltaları.....	97
Şekil 40. El baltaları.....	97
Şekil 41. Satırlar	98
Şekil 42. Dışbükey yan sıyrıcılar	98
Şekil 43. Dışbükey yan sıyrıcılar)	99
Şekil 44. Normal bir in vivo beynin lateral sol yarıküresinin üç boyutlu MRI rekonstrüksiyonu	124
Şekil 45. Broca alanı (Brodmann alanları 44,45)	124
Şekil 46. Dil bölgeleri arasındaki yapısal bağlantı görseli	126
Şekil 47. Analiz edilen taksonların filogenisi	129
Şekil 48. Yeni Dünya maymunları, Eski Dünya maymunları ve bizim türümüzü meydana getirmiş olan insansı maymun soyu. Primat takımının ana dallarını gösteren evrimsel ağaç	130
Şekil 49. Dilin kökeni konusunu hangi disiplinler hangi yönden incelemekte.....	140
Şekil 50. Dilin dairesel arka hatlarını gösteren yetişkin insan supralaringeal ses yolu.....	141
Şekil 51. Orangutan, şempanze ve insan vokal anatomisinin karşılaştırılması (sırasıyla a-c)	142
Şekil 52. Yeni doğmuş bebeklerde, neanderthal ve yetişkin insanlarda gırtlak üstü ses üretim yolunun karşılaştırması	143
Şekil 53. Modern insan ve neandertal (sağ) gırtlak yapısı.....	145
Şekil 54. Günümüz insanı (solda, mavi) ile La Chapelle-aux-Saints'ten bir Neanderthal (sağda, kırmızı) arasındaki beyin şekli farklılıkları.....	146
Şekil 55. TM 266 kafatasının korunma durumu. a: Üstten görünüm, b: Alttan görünüm, c: Önden görünüm, d: Sol yandan görünüm	147

RESİM LİSTESİ

Resim 1. Modern insanın (A), mevcut bir şempanzenin (B) ve Sterkfontein'den (Güney Afrika) Australopithecus africanus örnekleri Sts 5 (C) ve Sts 60'ın (D) endokastlarının eğik görüntüleri	25
Resim 2. C genel endokraniyal geometriyi ve orta meningeal damarların izlerini gösteren kesitli bir modern insan kafatası	25
Resim 3. Tomografik projeksiyon, modern bir insan; A'da ön loblar (FL) ile göz küresi (EB) arasındaki yakın yakınlığı göstermektedir. Yörüngeler (kırmızı), Homo ergaster (B ; KNM-ER 3733), (C ; modern Avrupalı), (D ; Saccopastore 1)	33
Resim 4. Oksipital lobun posterolateral görünümü. ITO: alt enine oksipital; MTO: orta enine oksipital; STO: üstün enine oksipital.....	36
Resim 5. Endokast yüzeyindeki ayrıntı kaybını göstermek için modern insan beyni ve endokastın dorsal görünümü.....	57
Resim 6. Endokast yüzeyindeki ayrıntı kaybını göstermek için modern insan beyni ve endokastın yanal görünümü.....	58
Resim 7. Erken insanlarda (yukarıda: KNM-ER 3733), (ortada: Saccopastore 1) ve modern insanlarda (altta: Mladech 1) ana fronto-parietal geometrik değişiklikler, plesiomorf (siyah oklar) ve türetilmiş (beyaz oklar) özellikler	74
Resim 8. İnsanların ve şempanzelerin başparmak kaslarının modelleri arasındaki fark gösterilmektedir	91
Resim 9. Yaşayan primatların elleri, hepsi aynı büyüklükte çizilmiş olup, artan el becerisiyle ilişkili yapıdaki evrimsel değişiklikleri göstermektedir	92
Resim 10. Deneyi yapan araştırmacının parmağını kavramaya çalışan şempanze	93
Resim 11. Oldowan alet endüstrisine ait taş alet kıyıcı (yaklaşık 2,6-1 milyon yıl önce)	95
Resim 12. Çeşitli taş aletler	96

Resim 13. Aurignacian Objects "Menton fosil adam" Balzi Rossi Caves, Liguria, İtalya-43.000 için 37.000 yıl önce bulundu	100
Resim 14. İspanya'daki El Castillo Mağarası	102
Resim 15. Deniz kabuklarından yapılmış kolyeler ve kemik süslemeler	102
Resim 16. Fransa'daki Chauvet Mağarası'nda	103
Resim 17. Ga'aseb 16, Daureb/Brandberg, Namibya.	105
Resim 18. Willendorf Venüsü	106
Resim 19. Lascaux mağarası resmi.....	107
Resim 20. Bir bizonun Magdalen mağara resmi	107
Resim 21. Aurignacian-Gravettian heykeli	108
Resim 22. Gua ve Donald	132
Resim 23. 2019'da 300'den fazla sembolden oluşan bir klavyeye işaret eden Kanzi ...	134
Resim 24. TM 266 kafatasının sanal rekonstrüksiyonu. a: Önden görünüm b: Sağ yandan görünüm, c: Üstten görünüm, d: Altan görünüm	148
Resim 25. Orrorin tugenensis'e ait fosil kalıntılar.....	149
Resim 26. Orrorin tugenensis'in (sağda) ve bir şempanzenin (solda) sol femurlarının karşılaştırılması. 1: arkadan görünümler 2: önden görünümler	149
Resim 27. Oklüzal görünümde Orrorin tugenensis'e ait mandibula	150
Resim 28. (A) ASK-VP-3/400'ün (üst iki sıra) lingual, labial, mesial ve oklüzal görünümleri ve ASK-VP-3/403'ün (alt iki sıra) bukkal, distal, lingual ve oklüzal görünümleri.....	151
Resim 29. A: ARA-VP 1/500, Ardipithecus ramidus'un kısmi iskeleti; B: tüm iskeletin rekonstrüksiyonu C: Ardipithecus ramidus'un rekonstrüksiyonu..	152
Resim 30. Ardipithecus ramidus örneğinin dijital rekonstrüksiyonu	153
Resim 31. ARA-VP-6/500'ün dijital olarak işlenmiş kompozit ayağı	153

Resim 32. Ardipithecus (solda) ve erken Australopithecus'un (sağda) karşılaştırmaları. Ardipithecus ramidus ARA-VP6/500 ve Au afarensis A.L. 288-1 ("Lucy")	154
Resim 33. MRD-VP-1/1 kafatası (Australopithecus anamensis). a, ön görünüm b, arka görünüm c, üstün görünüm d, sol yandan görünüme, sağ yandan görünüm f, alt görünüm	156
Resim 34. KNM-WT 40000	157
Resim 35. (a) AL 200-1 (alçının ters sağ tarafı, Australopithecus afarensis) ve (b) KNM-WT 40000'in (orijinalin sol tarafı, Kenyanthropus platyops) yanal görünümünde üst çeneyi karşılaştıran BT tabanlı paralel projeksiyonlu 3 boyutlu rekonstrüksiyonlar	157
Resim 36. Erkek bir bireye ait olan (A.L. 444-2 sol) ve dişi bir bireye ait olan (A.L. 822-1 sağ) A. afarensis'in yeniden yapılandırılmış kafatasları	158
Resim 37. Lucy (Australopithecus afarensis)	159
Resim 38. DIK 1-1, "Selam" lakaplı Australopithecus afarensis çocuğu, kafatası ve kısmi vertebral kolon ile sağ kürek kemiğinin glenoid boşluğu gösterilmektedir	160
Resim 39. Dikika ve Hadar'daki Australopithecus afarensis çocuklarının sanal olarak rekonstrüksiyonu	160
Resim 40. Australopithecus deyiremeda. Holotip BRT-VP-3/1	161
Resim 41. Australopithecus bahrelgarazhi alt çenesi (KT-12/H1)	162
Resim 42. CT scan verilerini kullanarak simfizyal konturların elde edilmesi ve rekonstrüksiyonu	163
Resim 43. Taung Çocuğu (Australopithecus africanus)	163
Resim 44. Australopithecus africanus	164
Resim 45. Stw 505. (Sol) Orijinal örnek; (sağda) BT'den oluşturulan 3 boyutlu rekonstrüksiyon	165
Resim 46. Paranthropus aethiopicus'un iyi korunmuş kafatası KNM-WT 17000	165

Resim 47. Paranthropus robustus kafatası'nın yan görünümü).....	166
Resim 48. Drimolen kafatası (DNH 7)	167
Resim 49. DNH 155 örneği: a-d, Önden (a), sol yanal (b), üst (c) ve eğik (d) görünümleri.....	168
Resim 50. Paranthropus robustus'a ait falanks kemikleri.....	168
Resim 51. "Zinj" Parantropus boisei.....	169
Resim 52. "Zinj" Parantropus boisei.....	169
Resim 53. KNM ER 406	170
Resim 54. BOU-VP-12/130 (Australopithecus garhi) kafatası parçaları	171
Resim 55. Au. sediba (A) üst, (B) ön ve (C) sol yan görünümde UW88-50 (MH1) çocuk kafatası	172
Resim 56. MH1 (sağda) ve MH2.....	172
Resim 57. OH 24 (Twiggy)	174
Resim 58. KNM-ER 1813 fosili	175
Resim 59. KNM-ER 1470 (Homo rudolfensis).....	176
Resim 60. Turkana boy	177
Resim 61. KNM-ER 3733 Homo ergaster.....	178
Resim 62. KNM-ER 3883	179
Resim 63. Java adamı	179
Resim 64. Dört farklı Homo erectus calvariası (Java).....	180
Resim 65. SK.847 ve alt çene SK.15'in yandan görünümü	181
Resim 66. Swartkrans SK 15 alt çene	182
Resim 67. Swartkrans SK 847 kısmi kafatası.....	182
Resim 68. Dmanisi'nin temsili Oldowan Mod 1 tipi aletler	184
Resim 69. D2280 calvaria (A) Önden görünüm, (B) üst görünüm, (C) arka görünüm ve (D) yandan görünüm	185

Resim 70. Yan görünümde D2280 (sağda) ve D2282 (solda) kafatası	185
Resim 71. Sol üst, kafatası D 2700 ve alt çene D 2735, Üstte, sağda, kafatası D 2280 (birey 1), alt çene D 2600 (birey 3), altta, kafatası D 2282 ve alt çene D 211(birey 2)	186
Resim 72. D3444'ün kafatası: C: önden görünüm, B: sağ yandan görünüm, C: arkadan görünüm, D: üstten görünüm, E: alttan görünüm, F: oklüzal görünüm.....	187
Resim 73. D3900 alt çenesi: C: sağ yandan görünüm, B: önden görünüm,C: Oklüzal görünüm.....	188
Resim 74. Dmanisi kafatası D4500 ve alt çene D2600 (Lordkipanidze, vd. 2013)	189
Resim 75. Dmanisi kafataslarının CT tabanlı görselleştirmeleri; soldan sağa: D2280 (Kafatası 1), D2282/D211 (Kafatası 2), D2700/D2735 (Kafatası 3), D3444/D3900 (Kafatası 4), D4500/D2600 (Kafatası 5)	190
Resim 76. ATD6-69 Homo antecessor, maxilla	191
Resim 77. Homo antecessor; ATD6-15 (frontal) ve ATD6-69 (maxilla)	191
Resim 78. Ceprano 1'in önden görünümü	192
Resim 79. Ceprano 1'in yandan görünümü.....	192
Resim 80. Ceprano	194
Resim 81. 1921'de Zambiya'daki Broken Hill madeninde keşfedilen Broken Hill kafatası (E686)	195
Resim 82. Homo heidelbergensis; Mauer alt çenesi.....	195
Resim 83. Arago 21 kafatası	196
Resim 84. 1933'te Almanya'nın Steinheim kentinde keşfedilen kafatası	197
Resim 85. İngiltere'nin Swanscombe kentinde keşfedilen kafatasının yüzü bulunamamıştır. Önden görünümü (sol) ve arkadan görünümü	197
Resim 86. Shanidar 1 olarak bilinen bir Neanderthal'in kafatası, kafasına erken yaşta aldığı bir darbenin izlerini gösteriyor (Fotoğraf: Erik Trinkaus'un izniyle). 198	

Resim 87. La Ferrassie (Fransa)	198
Resim 88. Güney Afrika'daki Rising Star Mağarası'ndaki Dinaledi odasında bulunan örneklerden oluşturulan ve Homo naledi'nin birden fazla bireyini temsil eden kompozit bir iskelet. Örnekler 236.000 ila 335.000 yıl öncesine tarihlendirilmiştir	199
Resim 89. Homo naledi'nin holotip örneği, Dinaledi Hominin 1 (DH1)	201
Resim 90. Harbin kafatası (HBSM2018-000018(A), (A) Ön görünüm (B) Yandan görünüm, sol taraf.....	202
Resim 91. Homo bodoensis sp. nov. holotip kısmi kafatası Bodo 1 (Orta Suda, Etiyopya). Ön (a), sol yan (b), üst (c) alt (d) görünümleri	203
Resim 92. Herto BOU-VP-16/1 yetişkin kafatasının yan, ön, üç çeyrek, arka, üst ve alt görünümleri.....	204
Resim 93. Herto BOU-VP-16/5 çocuğun kafatasının ön, yan, arka, dörtte üçü, üst ve alt görünümleri.....	205
Resim 94. LB1 kafatası ve alt çene.....	206
Resim 95. Cro-Magnon 1'in orijinal kafatasının ön-yan (anterolateral) görünümü	208
Resim 96. Cro-Magnon 1 kafatasının sağ yandan görünümü	209
Resim 97. Cro-Magnon 2 kafatasının sol yandan görünümü	209
Resim 98. Etiyopya'dan üç Geç Orta Pleistosen örneği	210
Resim 99. Omo 2 örneği	210
Resim 100. Yeniden yapılandırılmış Neanderthal iskeletinin önden görünümü, benzer boydaki modern bir Homo sapiens erkeğinin iskeletiyle karşılaştırılması.....	211
Resim 101. Denisova genç kadın bireye ait parmak kemiği.....	212
Resim 102. Denisova erkek bireye ait azı dişi.....	213
Resim 103. Homo naledi ve diğer erken insan türlerinin kafatası özelliklerinin karşılaştırılması.....	214

ÖZET

Bu tez çalışması, hominidlerin evrimsel süreçte beyin yapısındaki değişiklikler ile dil yeteneğinin gelişimi arasındaki ilişkiyi incelemektedir. İnsan evriminde dilin ortaya çıkışı, sadece bir iletişim aracı olarak değil, aynı zamanda bilişsel süreçlerin ve sosyal yapının evriminde merkezi bir rol oynamıştır. Bu süreç, beynin nöroanatomik yapısındaki değişikliklerle yakından ilişkilidir ve bu iki unsur insanın evrimsel başarısının temel taşlarını oluşturur.

Homo habilis ve Homo erectus gibi erken hominid türlerinde beyin hacminin artışı ve kortikal yapının karmaşıklaşması, dilin evrimi için biyolojik bir zemin hazırlamıştır. Özellikle frontal korteksin ve limbik sistemin gelişimi, hem dilin bilişsel temellerini hem de sosyal işlevlerini desteklemiştir (Dunbar1996; Lieberman 2002). Beynin bu bölgelerinde meydana gelen nöroanatomik değişiklikler, dil yeteneğinin sadece biyolojik bir adaptasyon olarak değil, aynı zamanda sosyal organizasyonların ve kültürel aktarımın da bir aracı olarak nasıl evrildiğini ortaya koymaktadır.

Modern insanın beyin yapısında gözlemlenen genişleme ve artan nöronal bağlantılar, dilin çok yönlü işlevlerini desteklemiş ve bu insan türünün bilişsel üstünlüğünü pekiştirmiştir. Özellikle Broca ve Wernicke alanları gibi dil işleme ile ilgili beyin bölgeleri, dilin evrimsel süreçte nasıl karmaşıklaştığını ve bu karmaşıklığın insan kültürünün ve sosyal yaşamının gelişiminde nasıl bir rol oynadığını göstermektedir (Rilling 2006; Deacon 1997).

Bu çalışmada hominidlerde evrimsel süreç içerisinde beyin ve dil gelişimi, paleoantropolojik ve nörobilimsel çalışmaların incelenmesi ve derlenmesiyle ortaya konulmaya çalışılmıştır. Beynin anatomik yapısı, çalışma sistemi, evrimsel süreçte nasıl değişim ve gelişim geçirdiği, dilin ortaya çıkışı, evrimleşerek işlevselliğinin günümüz modern insanının kullanmış olduğu dil boyutuna nasıl geldiği, beyin ve dil gelişiminin oluşturduğu fizyolojik, kültürel, sosyal yaşam içerisindeki değişimler analiz edilmiştir. Sonuç olarak, dil ve beyin evriminin birbirini besleyen süreçler olduğu, bu süreçlerin insanın bilişsel yeteneklerinin ve sosyal organizasyonlarının gelişiminde kritik bir rol oynadığı gösterilmektedir. Bu bulgular insan evriminin

karmaşık doğasını anlamada, dil ve beyin yapısının evrimsel önemini ortaya koymakta oldukça önemlidir..

Anahtar Kelimeler: Paleoantropoloji, hominid, beyin gelişimi, dil gelişimi, paleonöroloji.



ABSTRACT

This thesis examines the relationship between changes in brain structure and the development of language ability in the evolutionary process of hominids. The emergence of language in human evolution has played a central role not only as a means of communication, but also in the evolution of cognitive processes and social structure. This process is closely related to changes in the neuroanatomical structure of the brain, and these two elements constitute the cornerstones of human evolutionary success.

In early hominid species such as *Homo habilis* and *Homo erectus*, the increase in brain volume and the complexity of the cortical structure prepared a biological basis for the evolution of language. In particular, the development of the frontal cortex and limbic system supported both the cognitive basis of language and its social functions (Dunbar 1996; Lieberman 2002). The neuroanatomical changes that occurred in these regions of the brain reveal how language ability evolved not only as a biological adaptation, but also as a means of social organization and cultural transmission.

The expansion and increased neuronal connections observed in the brain structure of modern humans have supported the multifaceted functions of language and reinforced the cognitive superiority of this human species. Brain regions related to language processing, especially Broca and Wernicke's areas, show how language has become more complex in the evolutionary process and how this complexity has played a role in the development of human culture and social life (Rilling 2006; Deacon 1997). In this study, the development of brain and language in hominids over the evolutionary process has been attempted to be revealed by examining and compiling paleoanthropological and neuroscientific studies. The anatomical structure of the brain, its working system, how it has changed and developed over the evolutionary process, the emergence of language, how its functionality evolved and developed to the language dimension used by modern humans today, and the changes in physiological, cultural and social life created by brain and language development have been analyzed. As a result, it is shown that language and brain evolution are processes that feed each other, and that these processes play a critical role in the

development of human cognitive abilities and social organizations. These findings are very important in understanding the complex nature of human evolution and revealing the evolutionary importance of language and brain structure.

Keywords: Paleoanthropology, hominid, brain development, language development, paleoneurology.



GİRİŞ

İnsan evrimi, biyolojik ve bilişsel süreçlerin karmaşık bir etkileşimini içermektedir. Bu süreçler arasında dil ve beyin yapısının evrimi, modern insanın (Homo sapiens) benzersiz bilişsel yeteneklerinin ve toplumsal organizasyonlarının temel taşlarını oluşturur. Dil, yalnızca bir iletişim aracı olmanın ötesinde, insan kültürünün ve toplumsal yapıların gelişiminde kritik bir rol oynamıştır. Bu bağlamda, dilin evrimsel kökenleri ve beyin gelişimi, insan evriminin anlaşılması açısından büyük öneme sahiptir.

Hominid evrimi, insanlık tarihinin en kritik aşamalarından biri olan bilişsel gelişim süreçlerini içerir. Bu süreçte, dil yeteneği ve beyin gelişimi, modern insanın ortaya çıkışında temel rol oynamıştır. Dil, yalnızca iletişim aracı olarak değil, aynı zamanda karmaşık düşünce süreçlerinin, sosyal örgütlenmenin ve kültürel aktarımın bir aracı olarak da evrimsel öneme sahiptir. Dilin ortaya çıkışı, bilişsel kapasitelerin ve beyin yapısının gelişimiyle yakından ilişkilidir. Bu nedenle, dil ve beyin gelişimi, hominidlerin evrimsel tarihindeki en kritik dönüm noktalarından birini temsil eder.

Dil, insanı diğer türlerden ayıran en belirgin özelliklerden biridir. Bu yetenek, sadece bir biyolojik adaptasyon olarak değil, aynı zamanda hominidlerin çevreleriyle etkileşim kurma biçimlerinin evrimi olarak da değerlendirilmelidir. Dilin evrimi, beynin nöroanatomik yapılarını ve işlevlerini şekillendirmiş, hominidlerin bilişsel kapasitelerini genişletmiştir. Özellikle Homo habilis, Homo erectus ve Homo sapiens gibi türlerde dilin ortaya çıkışı ve gelişimi, sosyal yapıların karmaşılaşmasına, teknolojik yeniliklere ve kültürel bilgi birikiminin hızlanmasına katkıda bulunmuştur.

Hominidlerin evrimsel sürecinde dil yeteneğinin ortaya çıkışı ve bununla ilişkili olarak beyin yapısındaki değişiklikler, bilişsel evrimin temel dinamiklerinden biri olarak kabul edilmektedir. Erken hominid türlerinde beyin hacmindeki artış ve yapısal karmaşıklık, dil yeteneğinin biyolojik temellerini oluşturmuştur. Özellikle Homo habilis ve Homo erectus gibi türlerde, alet yapımı ve sosyal etkileşim gibi karmaşık davranışlar, dilin ve beynin evrimsel olarak şekillenmesine katkıda bulunmuştur (Lieberman 2002; Dunbar 1996). Dilin ortaya

çıkışı, sadece bilişsel kapasitenin artışıyla değil, aynı zamanda beyin yapısındaki nöroanatomik değişikliklerle de yakından ilişkilidir.

Beynin frontal korteksi ve limbik sistem gibi bölgelerinin gelişimi, dilin hem bilişsel hem de duygusal işlevlerinin evrimini desteklemiştir. Broca ve Wernicke bölgeleri gibi dil işleme ile doğrudan ilişkili beyin alanlarının hominid evrimi boyunca geçirdiği değişimler, dilin nöroanatomik temellerinin kökenlerine dair önemli ipuçları sunmaktadır (Rilling 2006). Bu değişimler, hominidlerin çevreleriyle daha etkili iletişim kurmalarını, işbirliği yapmalarını ve kültürel bilgiyi nesiller arası aktarmalarını sağlamıştır. Dil gelişimi, bipedalizm, başparmak kullanımı, kontrollü ateş kullanımı (besinlerin pişirilmesi), doğal seçim, üremenin çoğalması, göç gibi faktörlerin evrimsel süreci değerlendirmemizde önemlidir.

Sahelanthropus tchadensis'in iki ayak üzerinde yürümesiyle başlayan beyin gelişimi, Homo habilis'in alet yapımı, Homo erectus'un kontrollü ateş kullanımı, yiyecekleri pişirerek tüketmeleri, Neandethaller'in ölü gömme törenleri, dili kullanmaları, doğal seçim yoluyla sağlıklı güçlü, zeki bireylerin hayatta kalarak yeni nesillere gen ve bilgi aktarımı sağlaması, arkaik Homo sapiens'in günümüz insanına arkaik yaşam koşullarıyla öncülük etmesi beyin evriminin kaçınılmaz bir sonucunu oluşturmuştur.

Büyümüş beyin yüksek enerji ihtiyacını karşılayabilmek için vücuttaki yüksek enerji gereksinimini azaltmalıydı, bunun için seçilen organ mideydi. Midenin küçülmesi (GİS: Gastro-İntestinal Sistem) vücut içinde bir enerji tasarrufu sağlamış, beslenmenin çeşitlenmesi vejeteryan beslenmeden, enerji bakımından yüksek olan hayvansal besinlerin tüketiminin artmasına neden olmuştur. Kontrollü ateşin kullanımı hayvansal gıdaların pişirilerek tüketilmesine imkan sağlamış, küçülen midenin kolay sindirimi ve ihtiyaç olan yüksek enerjinin daha kolay elde edilmesi sağlanmıştır.

Dil, beyin gelişiminin en önemli faktörü olup insanı insan yapan bir özellik olarak değerlendirilmiştir. Dil kullanımı; toplumsal yapıda gerek yazı, sembol, işaret (el-kol hareketleri-yüz ifadeleri ya da bakış), gerek ses çıkarma,

taklit etme, gelişerek birbirlerini anlayacak şekilde konuşma önemli iletişim araçları olmuştur.

Doğal seçim ile zeka kullanımı yükselmiş, avlanma, savunma, doğal ve sosyal yaşama ayak uydurma yeteneklerini geliştirmiş, türetilmiş özelliklere sahip olanlar nesillerini devam ettirebilmişlerdir. Kullanılmayan arkaik özellikler körelererek yerini türetilmiş özelliklere bırakmış, arkaik özellikler için kullanılan enerjiden tasarruf sağlanmış bu da beynin ihtiyacı olan yüksek enerjinin karşılanabilmesini kolaylaştırmıştır. Kaliteli gen aktarımı hayatta kalmayı uzattığı için üreme miktarı artmış, toplumsal nüfus çoğalmıştır. Toplumun nüfusunun artmasıyla sosyal organizasyon aktiviteleri gelişmiş, grup halinde kültürleşme başlamıştır. Öğrenilen kültürel bilgilerin; ölü gömme törenleri, alet yapımı ve kullanımı, yiyecek pişirme, barınak yapımı, dil kullanımı (yazı, semboller, konuşma), sanatsal faaliyetlerin (resim, takı, heykeller) yeni nesillere aktarımı sağlanmıştır.

Bu çalışmada, hominidlerde evrimsel süreç içerisinde beynin değişim ve gelişimi, dil yetisinin doğuşu ve dili işlevsel şekilde kullanım aşamaları bu konuda yapılmış paleonörolojik ve paleoantropolojik çalışmalar ışığında incelenmiştir.



BİRİNCİ BÖLÜM

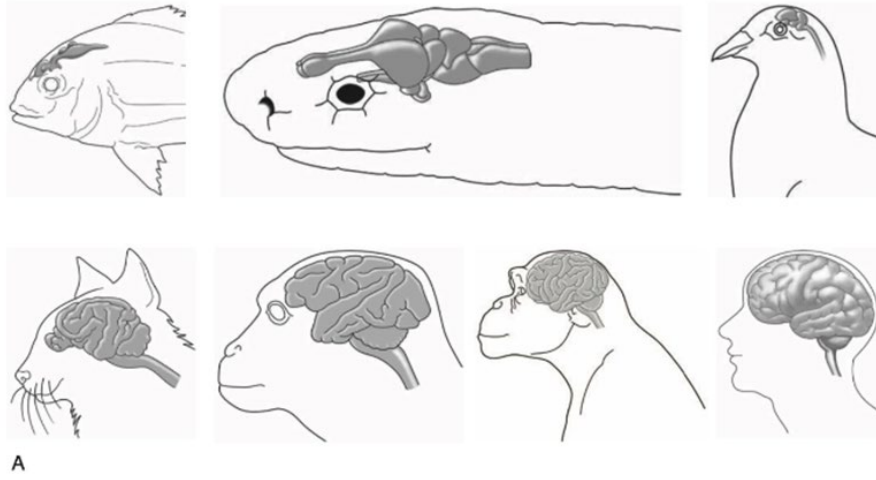
KAVRAMSAL VE KURAMSAL ÇERÇEVE

Charles Darwin'in modern insan atalarının maymun benzeri canlıdan geldiğini öne sürmesinden günümüze kadar olan süreçte Antropologlar tarafından insanların en eski atalarını arayışı başlamıştır. Yapılan araştırmalarda ele geçen fosil kalıntıların çalışılması, insan soy ağacının belirlenmesi ve oluşturulması için oldukça önem taşımaktadır (Shapiro 2009). Erken hominin türlerinin değerlendirilmesinde morfolojik çeşitlilik, taksonomik ve filogenetik çalışmaların da önemi oldukça büyüktür. Bu çalışmalarda yeni fosil kalıntılarının keşfi ile analitik yöntemlerin olması sürekli olarak yeni değerlendirmeler yapılmasını gerektirmiştir (Braga vd. 2022). Hominin evrimindeki en tanımlayıcı özellik beyin boyutundaki artıştır. Ancak bu artışın yeni nesillere aktarımının uzun sürmesi, yaşam döngüsü analizinde yakın taksonların tanımlanmasında gerektiği gibi fayda sağlayamamaktadır (Cobb 2008). Hominin evrim sürecinde morfolojik çeşitlilikte kladogenez ve anagenezin önemi büyüktür. 5 - 7 milyon yıl öncesine tarihlendirilen geç Miyosen ve Pliyosen dönemlere ait fosil kayıtlar üzerine yapılan genetik çalışmalar hominid evrimini desteklemektedir. Makro evrimsel süreçte kladogenezin, taksonomik çeşitlilikte anagenezin tür düzeyinde farklılıklar üretmesi homininlerin bir veya iki soyu desteklediğine dair ilk kanıtlar sunulmuştur (Kımbel vd. 2006).

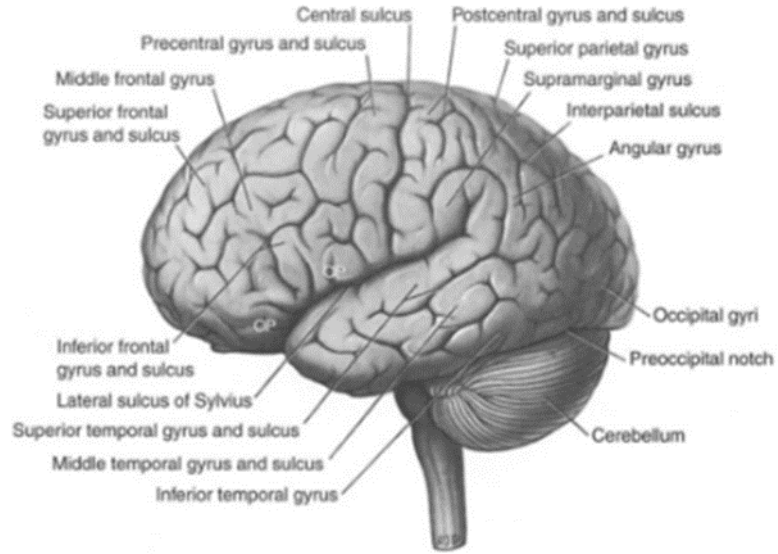
Beyin, evrimin çok ilkel bir düzeyinde ortaya çıkmaktadır. Tek hücreli canlıların belirli organları yoktu; sinir sistemine, göze, işitme organına sahip değillerdi. Çok hücreli yaşamın doğuşuyla birlikte karmaşık bir yapı oluşmaktaydı. Hücrenin bir yerden başka bir yere taşınması ve sinir hücreleri arasındaki iletişim yeteneği, sinir sisteminin evriminde kilit bir rol oynamıştır. Yassı solucan gibi daha basit organizmalarda bile ganglionlar gibi sinir hücresi kümelerinin oluşması, sinir sisteminin ve beynin daha karmaşık formlarının gelişmesine olanak tanımıştır. Ganglion, sinir hücrelerinin arasındaki bağlantıyı sağlayan bir sinir sistemi çekirdeğidir. Bu sinir hücreleri arasındaki ağlar, sinir

sisteminin organizasyonunu sağlayarak daha karmaşık yapıların gelişimine zemin hazırlamıştır (Bilim ve Ütopya 2001).

Omurgalı canlılar yedi büyük sınıfla temsil edilir. Bunlar evrim sırasına göre; Çenesiz Balıklar (Agnatha), Kıkırdaklı Balıklar (Chondrichthyes), Kemikli Balıklar (Osteichthyes), Amphibia (iki yaşamlılar), Reptilia (sürüngenler), Aves (kuşlar) ve Mammalia (memeliler) olarak sıralanır (Sakinç 2015). 350 my önce okyanusları terk eden ilkel balıklar önce amfibiler, sonra da sürüngenler olarak evrimleşmiştir. Evrimsel süreçte, yaşanan vücut dönüşümlerinden, beyin sapı, hipotalamus, striatum ve bir omurilik segmenti ile karakterize edilen ilkel CNS'leri (Merkezi Sinir Sistemi), yeni dünyaları algılamak için olfaktör (Olfaktör bulbus omurgalı ön beyinde koku almada görevli sinir yapısıdır. Koku bilgilerini işlenmek üzere duygu, hafıza ve öğrenmede rol oynayan amigdala, orbitofrontal korteks (OFC) ve hipokampusu gönderir) loblarını kazanarak, hipokampus (beynin hafıza merkezi) ve amigdala'da (duygusal, davranışsal, kontrol ve öğrenmede rol oynar) yeni algılarını tanımlamak ve davranışlarını hipotalamus ile birlikte yönlendirmek için oluşmaktadır. Latince "halka" anlamında olan kökeni limbic kelimesinden gelen limbik olarak adlandırılan bu yeni yapılar, antik merkezi sinir sisteminin tepesi etrafında düzenlenmektedir. Farklı girdi ve çıktı kombinasyonları gerçekleştirebilmek için hücreleri, en ilkel korteksleri karakterize eden laminar bir düzende düzenlenmektedir, bunlar archicortex (amigdala ve hipokampus) ve paleokorteks (olfaktör piriform alan) olarak adlandırılmıştır (Şekil 1). Serebral hemisferler ve özellikle kortikal yüzeyleri ile ilgili olarak, bu ilkel yapılarla başlayan nihai gelişimi neokorteksin gelişimi takip etmiştir. Ve bu gelişim yaklaşık 230 my önce memelilerin ortaya çıkışıyla başlamış olup, primatların evrimi boyunca da devam ederek modern insan Homo sapiens sapiens'in (50.000 yıl önce) ortaya çıkışıyla bugünkü durumuna ulaşmıştır (Şekil 2) (Erdoğan 2024).



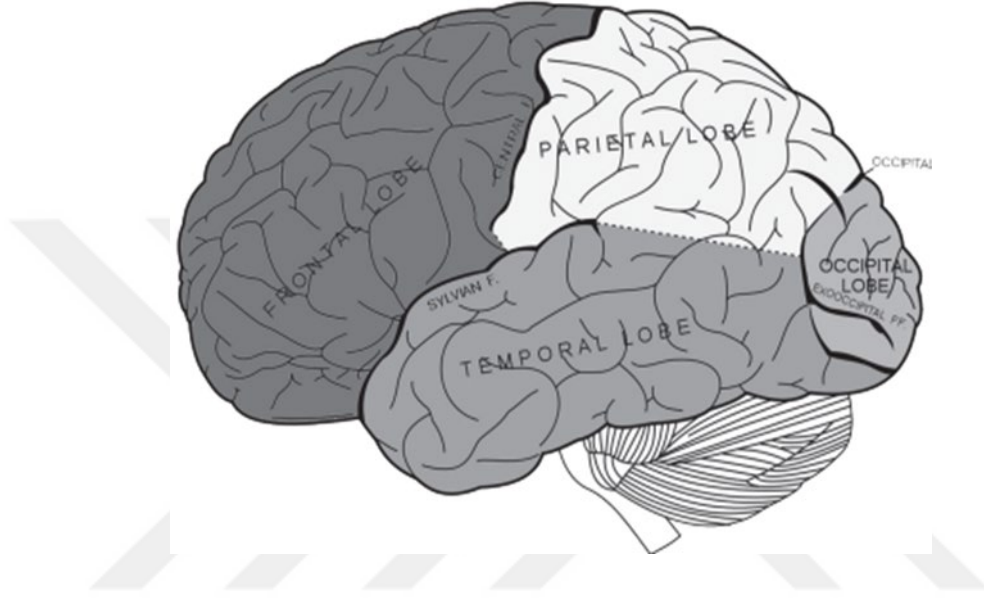
Şekil 1. Merkezi sinir sisteminin evrimsel gelişimi
(<https://www.beyincerrahisi.org>)



Şekil 2. Sinir sisteminin temel planı (Steward 2012)

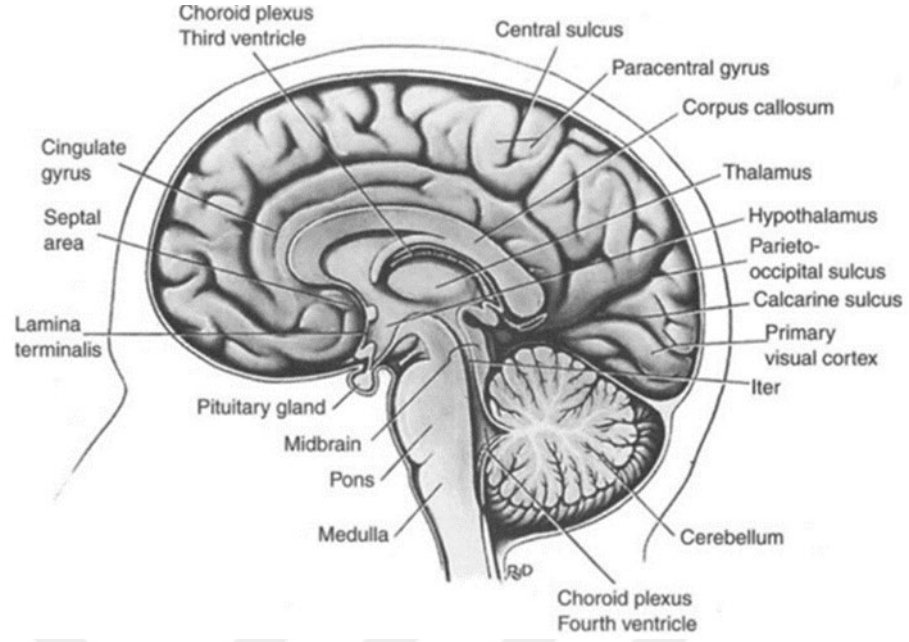
İnsan beyni yapısal olarak, ilkel omurgalılar ve omurgasızların birbirlerinden ayrılmasından en az 600 milyon yıllık süreçten bu yana evrilmektedir. İlk hominid türünün, en karmaşık biliş ve davranış biçimlerini gerçekleştirebilmelerini sağlayan büyük bir beyne sahip olduğu bilinmektedir. Ancak modern insanların, beyin yapısında ve işlevinde değişim ve gelişimini

tetikleyen iki ayaklı yürüme yeni bir uyum sağlama sürecini meydana getirmiş ve bizleri maymunlardan farklılaştıran bir işlevsel farklılık olarak değerlendirilmiştir. Ancak beyindeki bu organizasyon değişikliklerin beyin büyümesinden önce meydana geldiği kanısı, erken Homo'nun giderek artan kapasitesi, metabolik açıdan enerji ihtiyacı fazlalaşması, gelişimi ve eğitimi uzun zaman alan bir beyin yapısını destekleyebilmesini mümkün kılmıştır (Şekil 3) (Kaas 2010).



Şekil 3. Memeli beyini: Frontal lob: Konuşma kontrolü, Parietal lob: His ve dokunma merkezi, Oksipital lob: Görüntü merkezi, Temporal lob: İşitme merkezi (Sakıncı 2015)

Endokastların beyin fonksiyonlarının evrimi üzerinde önemli etkiye sahip olduğu bilinmektedir. Endokastlar, fosilleşmiş kafataslarının iç yapısını inceleyerek, beyin organizasyonu ve büyüklüğü hakkında kritik bilgiler sunar. Bu bulgular, primatların evrimsel sürecinde beyin yüzeyindeki girintiler ve çıkıntıların, yani girus ve sulkusların, bilişsel kapasitenin gelişimi ile doğrudan ilişkili olduğunu göstermektedir. Aynı zamanda, beyin büyüklüğü ile bedensel yapı arasındaki dengenin, insan beyninin evriminde merkezi bir rol oynadığı belirtilmiştir (Şekil 4) (Güleç 2021).



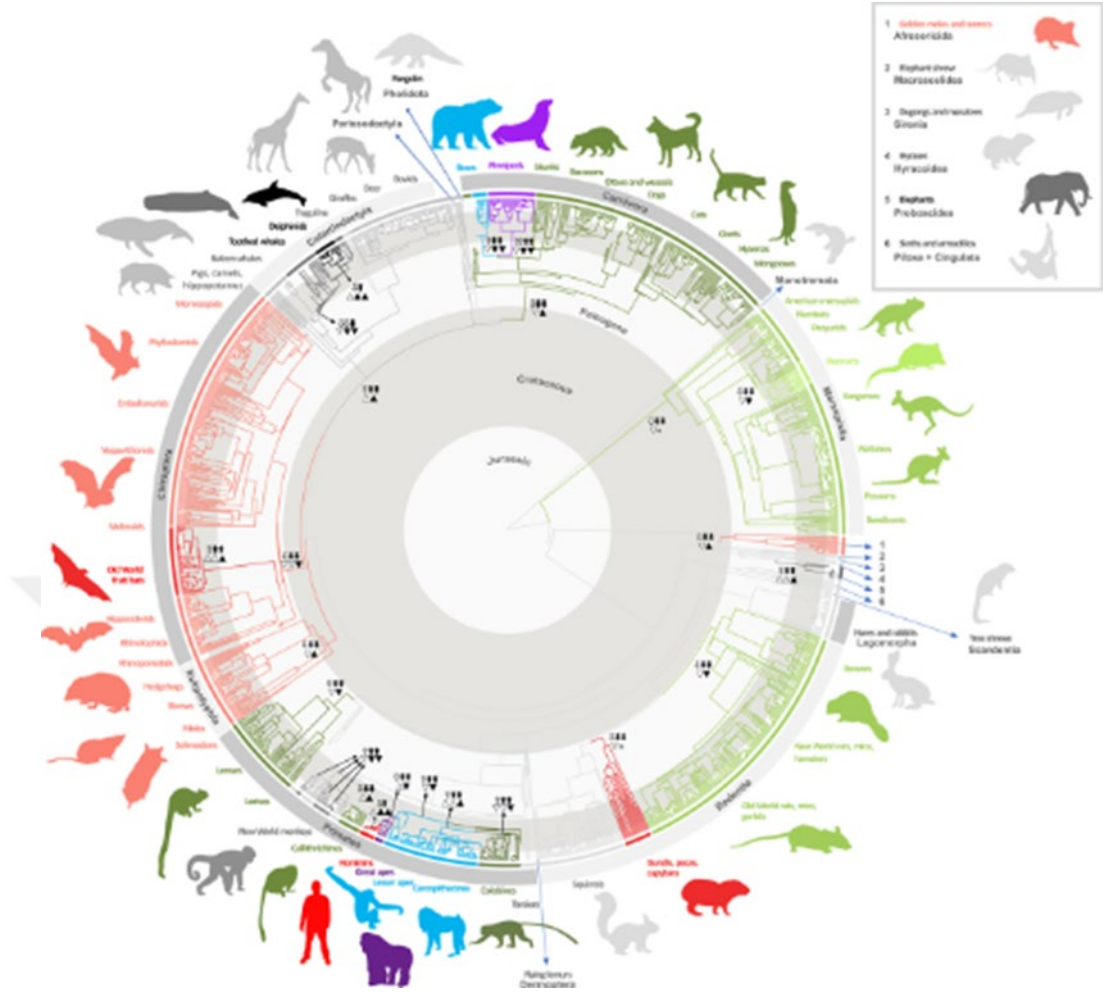
Şekil 4. Ana sulkuslar ve giruslar (Steward 2012)

İnsan beyninin bilişsel kapasitesi, sinir hücrelerinin (nöronlar) yoğunluğu ve bu nöronlar arasındaki bağlantılar (sinapslar) ile doğrudan ilişkilidir. Erişkin bir insan beyninde, yaklaşık 100 milyar nöron bulunduğu tahmin edilmektedir. Her bir nöron, diğer nöronlarla sinapslar aracılığıyla iletişim kurar. Bu nöronal ağlar, beynin bilgi işleme yeteneğini ve bilinçli düşünce süreçlerini şekillendirir. Beyin, vücut ağırlığının sadece %2'sini oluşturmasına rağmen, toplam enerji tüketiminin yaklaşık %20'sini kullanır. Beyin büyümesi ve enerji tüketimi kullanımının artmasıyla oluşan ısı miktarında artış yaşanmaktadır. Bu ısı artışının beynin çalışmasını azalttığı belirtilmektedir ve bu konuya çözüm önerisi olarak Dean Falk tarafından önerilen "radyatör hipotezi" Homo cinsinin beyninin büyümesine imkan sağlayan soğutmayı sağladığını kan damarlarından gelen basıncı azaltarak büyümeyi mümkün kıldığını belirtmektedir. Bu yüksek enerji gereksinimi, beynin işlevselliğini sürdürmek için elzemdir. Özellikle beyin gelişimi sırasında enerji tüketimi daha da artar; bu durum, annenin metabolizması üzerinde doğrudan bir etkiye sahiptir. Homo cinsine ait türlerde gebelik süresinin uzunluğu ve fetüsün beyin gelişimi enerji ihtiyacını ve bu ihtiyacın karşılanma yöntemlerini belirleyen kritik faktörlerdendir. Bu bağlamda beynin enerji tüketimi

ile ilgili hipotezler, insan evriminde beyin büyüklüğü ve bilişsel kapasite arasındaki ilişkiyi anlamada önemli bir rol oynamaktadır (Açıkkol 2022).

Beyin evrimsel süreç içerisindeki yapısal ve işlevsel gelişimiyle, bizleri insan yapan, büyük ve karmaşık yapısal özellikleriyle primatlardan ayıran tek organdır. Sosyal yaşantımızda karmaşık bilişsel ve davranışsal yeteneklerimizi sergilememizi sağlayan, fosil atalarımızdan ve yakın akrabalarımızdan bize aktarılan büyük beyin yapısı ve morfolojisi türümüzün belirleyici özelliği durumundadır (Neubauer, Hublin 2012). İnsanın davranışsal uyumundan en çok sorumlu ana organlardan biri olan beynin evrimsel gelişimini anlamamız, bizlere ne olduğumuz ve nasıl geliştiğimiz konusunda bilgi vermektedir. Bununla birlikte, özellikle büyük primatlarda beyin evrimi üzerine yapılan çalışmalarda çok büyük zorluklarla karşılaşmıştır. Karşılaştırmalı nöroanatomi ve paleonörolojik çalışmalar genetik, evrim teorisi, ekoloji ve adaptasyon, hominidlerin fosil ve paleontolojik kayıtları konularında giderek genişleyen bilgilerle bütünleştirilmektedir (Hahn 2012).

Hayvanlardaki beyin, onların çevresiyle olan etkileşimlerini yönetmesinde doğrudan sorumludur. Bu nedenle beynin sıklıkla değişen ortamlardaki seçilime esnek bir şekilde yanıt verdiği düşünülmektedir. Bununla birlikte beyin büyüklüğünün, tüm omurgalılar arasında evrensel kabul edilen enerji gereksinimleriyle sınırlandığı da genel olarak kabul edilmiştir. Bu görüşler doğrultusunda, beyin büyüklüğünün, evrimdeki uyum sağlama ve kısıtlama arasındaki temel dengeyi anlamada en belirgin özelliklerden biri olduğu vurgulanmıştır. Bu öneme rağmen, beyin boyutundaki modern fenotipik çeşitliliğin altında yatan zamanlama, model ve etkenlerle ilgili önemli hususlar hakkında net bir sonuca varılamamaktadır. Beyin büyüklüğünün, standart doğrusal allometrik güç yasasını takip ederek vücut katsayısının (eğim), omurgalı sınıfları ve takımları arasında nispeten istikrarlı olduğu varsayılmış (çoğunlukla $2/3$ ile $3/4$ arasında olduğu tahmin edilmektedir) ve evrensel enerjik büyüme kısıtlamalarını yansıttığı düşünülmüştür (Şekil 5) (Smaers vd. 2021).



Şekil 5. 30 önemli ölçüde farklı allometri derecesine karşılık gelen dal renklerine sahip memelilerin zamana göre kalibre edilmiş filogenisi (Smaers vd. 2021)

Zaman içinde allometrik desenleme; İnsanlar, beyin boyutundaki değişikliklerle evrimsel bir allometrik değişimi temsil etmektedir. Fillerde, Eski Dünya meyve yarasalarında, dişli balinalarda ve yunusgillerde, beyin boyutları gözlemlenerek, diğer kladlarda evrimsel allometrik değişimler ve vücut boyutu oranlarının seçilimle sağlandığı belirtilmiştir (örneğin, serkopitesinler, büyük maymunlar ve deniz memelileri). Tüm durumlarda, bu allometrik değişimler yeni bir nişe geçişlerde, enerji gereksinimlerinde veya enerji kullanılabilirliğindeki değişikliklerde meydana gelmiş, ayrıca büyüme tahsisinin yeniden dağıtımını, büyümeyi düzenleyen genetik ve gelişimsel mekanizmalardaki değişimleri ve allometrik yeniden düzenlemeyi de sağlamıştır (Smaers vd. 2021). 1400'den fazla

türde memeli beyin-vücut allometrisi 30 farklı derece içermektedir ($F_{21,2} = 29,02$, $P < 0,001$; $L.Ratio = 525,68$, $P < 0,001$, $AIC\Delta = 488$, $AICw > 0,999$) (Şekil 5). Atasal memeli sınıfının eğimi 0,51'dir ve birkaç erken yayılan takım da (altın köstebekler ve tenrekler, fil fareleri, dugonglar ve deniz ayıları, yaban fareleri, tembel hayvanlar ve armadillolar) ve ayrıca ağaç fareleri, tavşanlar, uçan lemurlar ve tarsierler, sincaplar yer almaktadır (Şekil 5). Eğimdeki kaymalar yaygındır (29 derece kaymasından 16'sı eğimdeki kaymayı içerir) ve hem erken hem de geç çeşitlenmeyi karakterize etmiştir. İlk eğim kaymalarının çoğu Kretase-Paleojen sınırı yakınında meydana gelmiş (K-Pg; ~66 milyon yıl (Ma) önce; Şekil 5) ve hepsi daha yüksek bir eğime doğru bir kaymaya işaret ettiği görülmüştür. Bu zamansal kümelenme, beyin ve vücut boyutunun göreceli büyüme yörüngesindeki değişikliklerin, K-Pg kitlesel yok oluşunun ardından memeli çeşitliliği için temel olduğunu ileri sürülmüştür. Bu, yakın zamanda kuşlarda gözlemlenen bir modelle uyumlu görülmüş, bu durum sonucunda, ekolojik radyasyonun ve K-Pg kitlesel yok oluşunun ardından gelen niş genişlemesinin, hem kuşların hem de memelilerin en büyük beyinli omurgalı sınıfları haline gelmesini sağlamış ve yörüngelerin şekillenmesinde önemli bir rol oynadığı düşünülmüştür (Smaers vd. 2021).

Merkezi sinir sistemi iki bölümden oluşur: beyin ve omurilik. Beyin, dış görünüşünü, algı ve hareketten ve ayrıca zihinsel süreçlerden sorumlu sayısız sinyali işleyen derin kıvrımlı serebral korteksin oluşumudur. Korteksin yüzeyinin altında bir dizi başka özel yapı bulunmaktadır; duyarlar için önemli bir röle istasyonu olan talamus ve sinir sistemi ile endokrin sistem arasında ve duyu ile fiziksel his arasında bir buluşma noktası olan hipotalamustur. Hipotalamustan gelen sinyaller üzerinde hareket eden hipofiz bezi, büyümeden üremeye kadar birçok işlevi düzenleyen hormonlar üretmektedir. Beyin sapının iki önemli unsuru olan pons ve medulla, beyin ile vücudun diğer kısımları arasındaki sinir sinyallerini yönlendirir ve nefes alma ve bilinçli hareket gibi hayati işlevleri kontrol etmektedir. Omurilik bu sinyal yolunun gövde ve karın boyunca uzanan uzantısı durumundadır. Beynin arkasında, beyin beceri gerektiren tekrarlayan hareketler için talimatlarını, duruşunu ve dengesini korumayı koordine eden serebellum bulunmaktadır (Ackerman 1992).

1.1. Omurilik

Omurilik, merkezi sinir sisteminin ana parçalarından biridir. Vücuttaki birçok otomatik işlev konusunda önemli bir rolü bulunan omurilik, sinir hücreleri içeren hassas bir yapıya sahiptir. Omurilik, solunum, sindirim, boşaltım ve dolaşım sistemlerinin çalışmasını düzenlemede görevlidir. Çiğneme, öksürme, hapşırma ya da kusma gibi vücut işlevinde yer alan hareketler omurilik tarafından gerçekleştirilmektedir (<https://www.memorial.com>). Merkezi sinir sisteminin (MSS) kuyruksal uzantısıdır. Omurilik, omurga gibi bölümlere ayrılmıştır ve 31 çift spinal sinir (afferent ve efferent bileşenlerle) bulunmaktadır. 8 servikal spinal sinir, 12 çift torasik sinir, 5 çift lomber sinir, 5 çift sakral sinir ve 1 çift koksigeal sinir mevcuttur. Afferent sinirler duyuşal sinirleri oluşturur ve deriden, eklemlerden, kaslardan ve iç organlardan bilgi taşımaktadır. Buna karşılık, efferent sinirler somatik ve otonomik motor sinirleri oluşturur ve iskelet, kalp ve düz kasların yanı sıra glandüler doku ve salgı hücrelerini innerve (sinirlerin ileti vermesi veya ileti alması) eder. Omurilik sinyalleri periferi ile MSS'nin geri kalanı arasında yükselen ve alçalan yollar aracılığıyla iletmektedir. Gelişim sırasında eşit olmayan büyüme nedeniyle, omurilik omurgadan daha kısadır ve omurilik sinirlerinin hücre gövdeleri L1/L2 seviyesinde conus medullaris'te sonlanır. L2'den C1'e kadar olan omurilik sinirlerinden oluşan cauda equina, omurilik sinirleri omuriliği kendi seviyelerinde terk ettikçe lomber sarnıçta (subaraknoid boşluk) kaudal olarak devam eder. Omurilikten yoksun bu subaraknoid boşluk, genellikle L3 ve L4 veya L4 ve L5 vertebra gövdeleri arasında lomber fonksiyonların güvenli bir şekilde gerçekleştirilmesini sağlamaktadır (Ludwig vd. 2017).

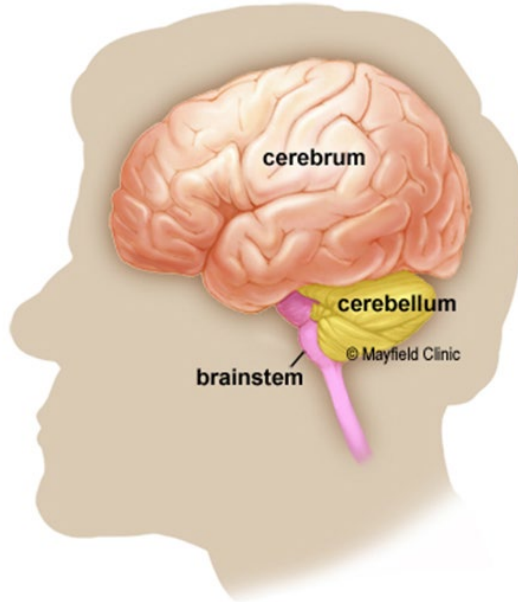
Omuriliğin temel görevi, vücut boyunca sinir sinyalleri taşımaktır. Bu sinir mesajlarının üç önemli işlevi bulunmaktadır; 1. vücut hareketlerini ve işlevlerini, beyinden diğer vücut bölümlerine giden sinyaller hareketlerini kontrol etmek, Ayrıca nefes alma hızı ve kalp atışı gibi otonom (istemsiz) işlevlerin yanı sıra bağırsak ve mesane işlevlerini de yönlendirmek, 2. Duyuları beyne bildirmek, Vücudun diğer bölümlerinden gelen sinyaller beynin basınç veya ağrı gibi hisleri kaydetmesine ve işlemesine yardımcı olmak, 3. Refleksleri yönetmektedir. Ve

Omurilik beyni dahil etmeden bazı refleksleri (istemsiz hareketler) kontrol edebilmektedir (<https://www.medicabil.com>).

1.2. Beyin

Kafatasının içinde bulunan ve onun tarafından korunan, omurilik sıvısı içinde asılı duran beyin, vücuttaki en önemli ve karmaşık organlardan biridir. Sinir sisteminin merkezi organıdır ve omurilikle birlikte vücudun faaliyetlerinin çoğunu kontrol eden, duyu organlarından aldığı bilgileri işleyen, bütünleştiren, koordine eden ve vücudun geri kalanına gönderilen sinyalleri veya talimatları belirleyen merkezi sinir sisteminin bir parçasıdır (<https://www.physio-pedia.com>).

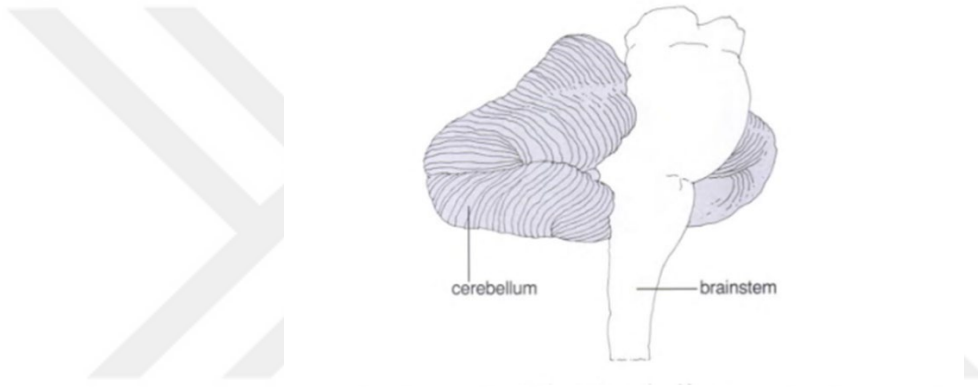
Sinir sistemi periferik ve merkezi (MSS) olmak üzere iki, beyin ise dört ana bölümde incelenmektedir: (1) Serebellum (beyincik, arka beyin, evrimsel oluşumunu ilk tamamlamış) (2) Beyin sapı (medulla, pons ve orta beyin) (3) Diensefalon (talamus ve hipotalamusu içeren ara beyin) ve (4) Serebrum (serebral korteks, bazal ganglionlar, beyaz madde, hipokampi ve amigdaladan oluşan serebral hemisferler, ön beyin) (Ludwig vd. 2017). Genel olarak karmaşık bir yapıya sahip olan beyin arka beyin, orta beyin ve ön beyin olarak da tanımlanır (Şekil 6).



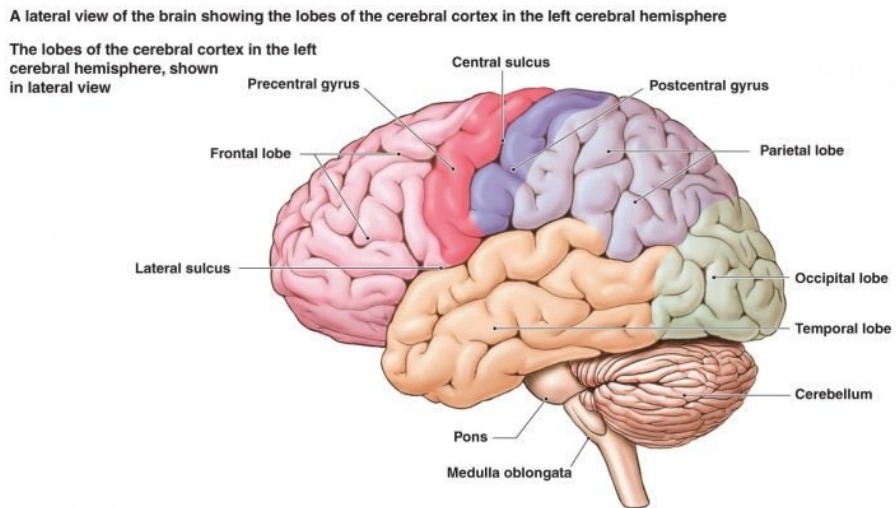
Şekil 6. Serebrum, serebellum ve beyin sapı (<https://mayfieldclinic.com>)

1.2.1. Serebellum (Beyincik, Arka Beyin)

Art beyin ya da arka beyin omurgalıların en yaşlı ve en az gelişmiş kısmıdır (<https://www.cognifit.com>). Beyincik veya "küçük beyin" (Şekil 7) beyin sapının arkasına yapışık durumdadır. Arka beyin içerisinde değerlendirilir. Beyincik, diğer fonksiyonların yanı sıra duruşu korur ve ayarlar, aynı zamanda kas hareketlerini koordine eder. İnsan beynindeki beyinciğin boyutunun son milyon yılda üç kattan fazla artması, bu işlevlerin önemini göstermektedir. Basit öğrenilmiş tepkilere ilişkin anıların beyincikte depolanması sağlanmaktadır (Ornstein, Thompson 1986).



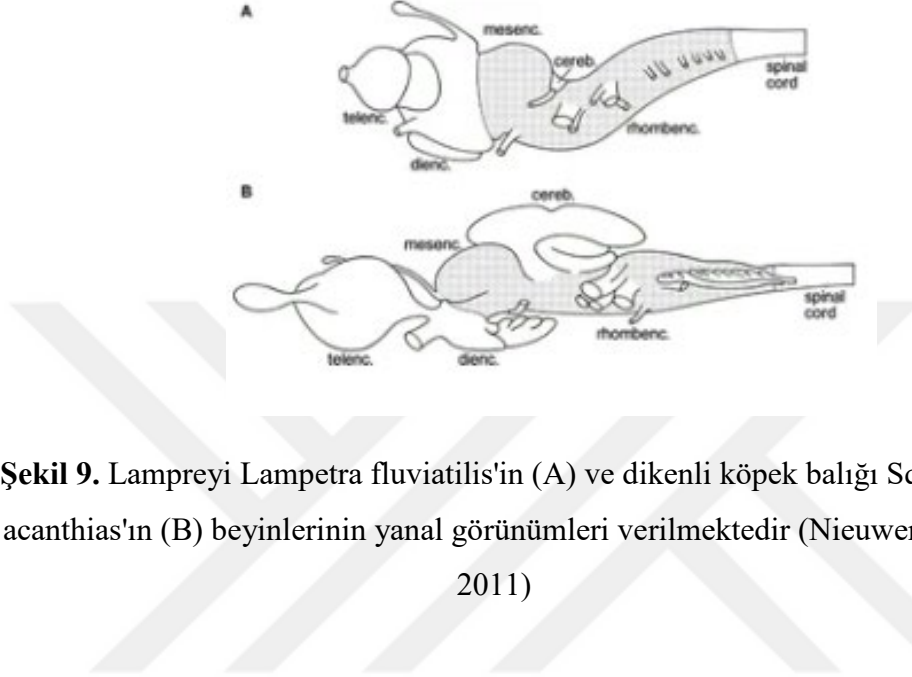
Şekil 7. Beyincik (Ornstein, Thompson 1986)



Şekil 8. Beyincik (Hain 2023)

1.2.2. Beyin Sapı (Brainstem, Orta Beyin)

Beyin sapı veya truncus cerebri, omurgalı merkezi sinir sisteminin ara kısmını oluşturmaktadır. Rostral olarak diensefalonla sınır komşusudur ve kaudal olarak omuriliğe doğru uzanmaktadır (Şekil 9) (Nieuwenhuys 2011).



Şekil 9. Lampreyi *Lampetra fluviatilis*'in (A) ve dikenli köpek balığı *Squalus acanthias*'ın (B) beyinlerinin yanal görünüşleri verilmektedir (Nieuwenhuys 2011)

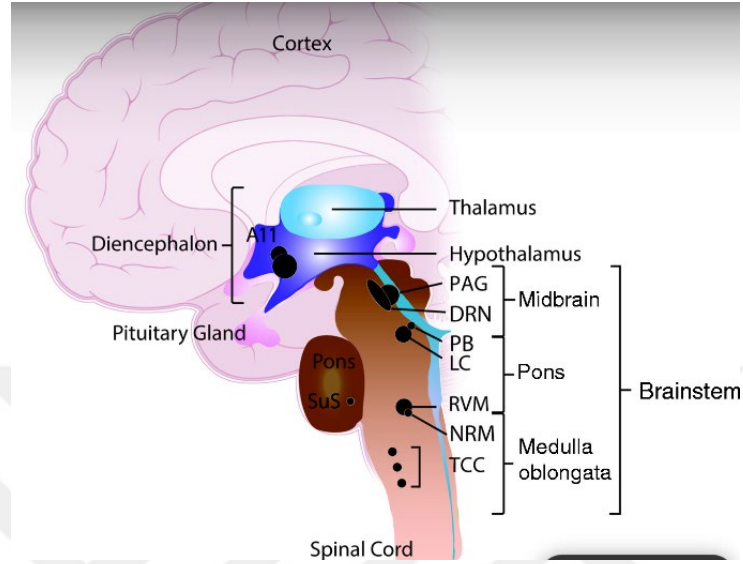
Üç birincil beyin vezikülünden ikisinin, orta beyin veya mezensefalon ve arka beyin veya rombensefalonun türevlerini içermektedir. Rombensefalonun en rostral kısmının dorsal bir çıkıntısı olarak ontogenetik olarak gelişen serebellum, beyin sapından "özgürleşerek" kendi başına başlıca bir beyin parçası haline gelmektedir. Beyin sapındaki hücre kitlelerinde: (a) I hariç tüm kraniyal sinirlerin köken ve/veya sonlanma merkezleri, (b) retiküler formasyon olarak bilinen gevşek bir şekilde düzenlenmiş hücrelerden oluşan merkezi bir çekirdek ve (c) çok sayıda röle çekirdeği bulunur. Serebellumla ilişkili olan ve beyine giden (yükselen) ya da beyinden gelen (inen) sinir yollarında yer alan bazı çekirdekler (preserebellar çekirdekler), serebellumun sinyal alıp vermesini sağlar. Bu çekirdekler, serebellumun motor kontrol, denge ve koordinasyon gibi işlevlerinin gerçekleştirilmesinde kilit rol oynamaktadır (Nieuwenhuys 2011).

Beyin sapı gri maddesi çekirdeklerde düzenlenmektedir. Beyin sapı çekirdeği, genellikle beyin sapının uzun eksenine paralel olarak hizalanan üç

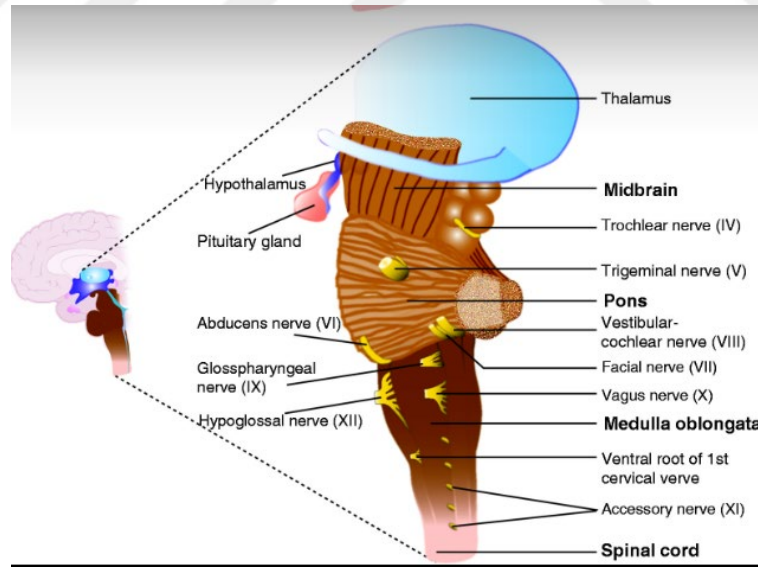
boyutlu bir nöron topluluğudur. Her çekirdeğin kendine özgü bir hücre mimarisi bulunmaktadır ve onu diğer çekirdeklerden ayırmaya yardımcı olan hakim bir nörokimyasal kimliğe sahip olma eğilimindedir; her çekirdeğin beyin sapı içinde benzersiz bir konumu mevcuttur: her çekirdeğin farklı bir dizi diğer sinir yapısıyla bağlantıları bulunmaktadır ve her çekirdek hakim bir işleve sahip olma eğilimindedir. Kranial sinir çekirdekleri kriterlere göre tanımlanabilir ve beyin sapı çekirdeklerinin başlıca örnekleridir. Örneğin, her bir kranial sinir çekirdeği, belirli bir kranial sinirden birincil aferentleri alması veya ona birincil eferentleri göndermesi gerçeğine dayanarak diğer beyin sapı çekirdeklerinden ayırt edilebilir (Parvizi, Damasio 2001). Beyin sapı, medulla oblongata, pons ve orta beyinden oluşur, beyinde rostral olarak hareket eder ve en kaudal noktasında omurilikle bitişik konumdadır (Şekil 10 ve 11) (Vila-Pueyo vd. 2019). Beyin sapının tepesinde, alt beyin sapı ile orta beyin arasında pons bir köprü konumunda bulunmaktadır. Sinir uyarıları pons'a geçen sinirler, esas olarak karmaşık kas hareketlerinin koordinasyonu ile ilgilenen serebelluma geçer. Ayrıca, pons'tan geçen sinir lifleri, dokunma duyularını omurilikten üst beyin merkezlerine iletir. Yüz ve baş için birçok sinirin kökeni pons'tadır ve bu sinirler göz küresinin bazı hareketlerini, yüz ifadesini, tükürük salgısını ve tadı düzenlemektedir. Omurilik soğanı sinirleriyle birlikte pons'tan gelen sinirler de nefes almayı ve vücudun denge duygusunu kontrol etmeyi sağlamaktadır. Nöral tüpteki orta çıkıntı, esas olarak pons ve omurilik ile talamus ve serebral korteks arasındaki duyu ve motor sinir uyarıları için bir röle merkezi olarak işlev gören orta beyne dönüşür. Orta beyindeki sinirler ayrıca göz küresinin, göz bebeğinin ve merceğin bazı hareketlerini ve gözlerin, başın ve gövdenin reflekslerini kontrol eder (Ackerman 1992).

Başlıca işlevi, hipotalamus, amigdala, talamus ve korteks gibi beynin daha yüksek merkezleriyle yükselen bağlantılar yoluyla vücudun geri kalanından gelen bilgileri bütünleştirmektir. Bunlar, kardiyovasküler ve solunum kontrolü, uyanıklık, farkındalık, bilinç ve ağrıya duyarlılık (somatosensoryel işlev) dahil olmak üzere fizyolojik hayatta kalma düzenlemesi ve refleks işlevleriyle ilişkilidir. Bu önemli bağlantılar, motor sinyaller için kortikospinal yol, ince dokunma, titreşim hissi ve propriosepsiyonla ilgili posterior kolon-medial

lemniscus yolu ve ağrı, sıcaklık, kaşıntı ve kaba dokunma için spinotalamik yol aracılığıyla aracılık etmektedir (Vila-Pueyo vd. 2019).



Şekil 10. İnsan beynindeki beyin sapı (Vila-Pueyo vd. 2019)



Şekil 11. Kraniyal sinirlerin anatomik organizasyonu (Vila-Pueyo vd. 2019)

Şekil 10’da görülen beyin sapı, rostral olarak hareket ederek, medulla oblongata’yı (miyelensefalondan çıkar), ponsu (metensefalondan çıkar) ve orta beyni (mezensefalondan çıkar) içermektedir. En kaudalde, medulla’nın trigeminal

çekirdeğini bağlayan omurilikle bitişik konumlanmaktadır. En rostralde, hipotalamustan gelen diensefalik çekirdeklerle bağlantı kurmaktadır. Şekil 11’de 12 çift kraniyal sinirden on tanesi (III–XII) beyin sapını hedef alır veya beyin sapından çıkar. Okülomotor (III) ve troklear sinirlerin (IV) çekirdekleri orta beyinde bulunmaktadır. Trigeminal sinirin (V), abduşenslerin (VI), fasiyal (VII) ve vestibülokoklear sinirlerin (VIII) çekirdekleri ponsta yer almaktadır. Glossofaringeal (IX), vagus (X), aksesuar (XI) ve hipoglossal sinirlerin (XII) çekirdekleri medullada bulunmaktadır (Vila-Pueyo vd. 2019).

1.2.3. Diensefalon (Ara Beyin)

Diensefalon, talamus ve hipotalamusu içeren ara beyin olarak tanımlanır.

1.2.3.1. Talamus

Talamus, her biri bir beyin yarım küresine gömülü olan ve bir köprü ile birbirine bağlanan iki oval kütleden oluşmaktadır. Bu kütleler, dört duyardan (görme, işitme, tat alma ve dokunma) gelen bilgileri sıralayan ve bunları serebral kortekse ileten sinir hücresi gövdelerini sağlamaktadırlar (sadece koku alma duyası, talamusu atlayarak doğrudan kortekse sinyaller gönderir). Acı, sıcaklık ve basınç hisleri de, istemli hareketi başlatan serebral yarım kürelerden gelen sinir uyarıları gibi talamus aracılığıyla iletilmektedir (Ackerman 1992).

1.2.3.2. Hipotalamus

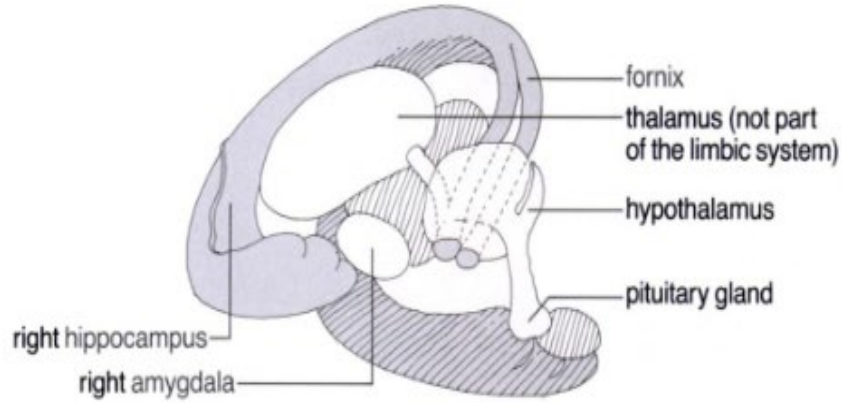
Hipotalamus, çekirdek ve liflerden oluşan karmaşık bir matristen oluşmaktadır. Hipotalamusun tabanından hipofizin sapı (infundibular sap) uzanmaktadır. Sap, hipotalamustaki çekirdeklerden arka hipofize kadar önemli aksonal çıkıntıları taşır. Sap aynı zamanda hipotalamo-hipofiz portal sistemini oluşturan damar sistemini de içermektedir. Bu önemli damar sistemi, özel sinir uçları tarafından portal sisteme salınan ve hedef hormonlarının salınımını uyardıkları ön hipofize taşınan hipotalamik salgılayıcı faktörleri taşımaktadır (Steward 2012).

Hipotalamus, nispeten küçük boyutuna (kabaca bir başparmağın tırnağı kadar) rağmen, geniş bir alanda yaşayan, her şeyi yiyen sosyal bir memelinin işleyişi için gerekli olan bir dizi dürtüyü kontrol etmektedir. Otonomik düzeyde,

hipotalamus düz kasları (kan damarlarını, mideyi ve bağırsakları kaplayan) uyarır ve bu alanlardan duyuşal uyarılar alır. Böylece kalbin hızını, gıdanın sindirim kanalından geçişini ve mesanenin kasılmasını kontrol eder. Hipotalamus, etkileşimin ana noktasıdır. Vücuttaki önemli değışiklikleri ilk tespit eden ve çeşitli bezleri ve organları hormon salınımı için uyararak yanıt veren hipotalamustur.

Hipotalamus, vücudun sıcaklık dengesini korumak için önemli bir rol oynar. Ciltteki sinir uçları, vücut yüzeyindeki sıcaklık değışikliklerini algılayan nöronları barındırır. Bu nöronlar, hipotalamusa sinyaller göndererek vücut yüzeyindeki sıcaklık hakkında bilgi verir. Ayrıca, hipotalamusta bulunan diğer nöronlar, bu bölgeden geçen kanın sıcaklığını izleyerek, vücudun iç sıcaklığına dair bilgi edinirler. Böylece hipotalamus, hem cilt yüzeyinden hem de vücuttaki kan sıcaklığından gelen bilgileri kullanarak vücut sıcaklığını düzenler. Bu süreç, vücudun homeostazisini (iç dengesini) korumak için hayati önem taşır. Hipotalamus, yeme ve içmenin altında yatan uyarıların kontrol merkezidir. Bu sayısız işlemin yanı sıra, hipotalamusun uykunun başlatılmasında rol oynadığına dair kanıtlar vardır (Ackerman 1992).

Limbik sistem, beyin sapı ile korteks arasında yer alan hücreşel yapılar grubudur. Üç yüz ila iki yüz milyon yıl önce bir dönemde evrimleşmiştir. Limbik sistem en çok memelilerde gelişmiş olduğundan, genellikle memeli beyni olarak anılır. Limbik sistem, vücut sıcaklığının, kan basıncının, kalp atış hızının ve kan şekeri seviyelerinin korunmasına yardımcı olmanın yanı sıra, hayatta kalmayla ilgili duygusal reaksiyonlarda da güçlü bir rol oynar. Sistemin iki önemli kısmı hipotalamus (talamusun altında) ve hipofiz bezidir. Hipotalamus, bezelye büyüklüğünde olmasına rağmen yeme, içme, uyku, uyanma, vücut ısısı, denge ve daha birçok fonksiyonu düzenlemektedir. Elektriksel ve kimyasal mesajların birleşimiyle vücudun ana bezi olan hipofiz bezini yönlendirmektedir (Ornstein, Thompson 1986).



Şekil 12. Limbik sistem (Ornstein, Thompson 1986)

Hipofiz ve epifiz bezleri hipotalamusla yakın ilişki içinde çalışmaktadırlar. Hipofiz, hipotalamustan gelen sinyallere, birçoğu diğer bezlerin aktivitelerini düzenleyen bir dizi hormon üreterek yanıt verir: tiroid uyarıcı hormon, adrenokortikotropik hormon (strese yanıt olarak epinefrin salgılanmasını uyarır), prolaktin (süt üretiminde rol oynar) ve yumurta ve sperm gelişimini teşvik eden ve yumurtlama zamanlamasını düzenleyen seks hormonları folikül uyarıcı hormon ve luteinize edici hormondur. Hipofiz bezi ayrıca daha genel etkilere sahip birkaç hormon üretir: insan büyüme hormonu, melanosit uyarıcı hormon (cildin pigmentasyonunda rol oynar) ve prolaktin salınımını engelleyen ancak daha çok bir nörotransmitter olarak bilinen dopamin gibi hormonlardır. Epifiz bezi, cilt pigmentasyonu ile ilişkili olan melatonin hormonu üretmektedir. Melatonin salgılanması, gün içinde düşük seviyelerde iken gece önemli seviyeye yükselir ve epifiz bezi, her gözün retinasında başlayan ve hipotalamusta sonlanan ışığa duyarlı nöronlar tarafından kontrol edildiği için "üçüncü göz" olarak adlandırılmaktadır (Ackerman 1992).

1.2.4. Serebrum (Ön Beyin)

Serebrumda; serebral korteks, bazal ganglionlar, beyaz madde, hipokampi ve amigdaladan oluşan serebral hemisferler vardır, ön beyin olarak tanımlanır (Ludwig vd. 2017). Beynin evrimsel olarak en son oluşan, en büyük bölgesidir.

Serebrumun yüzeyi, beynin boyutunda bir artış olmadan yüzey alanını artıran; çöküntüler veya oluklar (sulci) ve sırtlar veya yükseltilmiş alanlardan (gyri) oluşur. Yaklaşık 2 ila 4 mm kalınlığındaki gri madde, serebrumun iç yüzeyini oluşturan beyaz madde, lif yollarından gelen bilgileri işleyen ve entegre eden serebrumun dış yüzeyini oluşturur. Serebrum, beynin her iki tarafı arasındaki iletişimi kolaylaştıran korpus kallosum ile birbirine bağlanan sağ hemisfer ve sol hemisfer olmak üzere iki serebral hemisferden oluşur; her bir hemisfer vücudun karşı tarafıyla ana bağlantıdadır, yani serebrumun sol hemisferi vücudun sağ tarafından bilgi alır ve bu da vücudun sağ tarafının motor kontrolüyle sonuçlanır ve bunun tersi de geçerlidir. Hemisferler daha sonra dört loba ayrılır. Serebrumda iki serebral hemisfer (sağ ve sol) bulunur. İki serebral hemisfer, beynin her iki tarafı arasındaki iletişimi kolaylaştıran korpus kallosum ile birbirine bağlıdır (<https://www.physio-pedia.com>). Görme ve duymanın yorumlanması, dokunma, konuşma, muhakeme, öğrenme ve hareketin hassas kontrolü ve duygular gibi işlevlerin merkezidir (<https://mayfieldclinic.com>).

İnsan beyni, "gri madde" olarak adlandırılan yaklaşık 86 milyar sinir hücresi (nöron) içermektedir. Beyinde ayrıca nöronal aksonları miyelin kılıfıyla izole eden oligodendrositler gibi nöronal olmayan hücreler bulunur ve bu hücrelerin sayısı da yaklaşık olarak aynıdır. Bu, aksonlara (nöronlar arasında elektriksel uyarıların iletildiği ince teller) beyaz bir görünüm verir ve bu nedenle bu aksonlara beynin "beyaz maddesi" denilmektedir (<https://www.livescience.com/>).

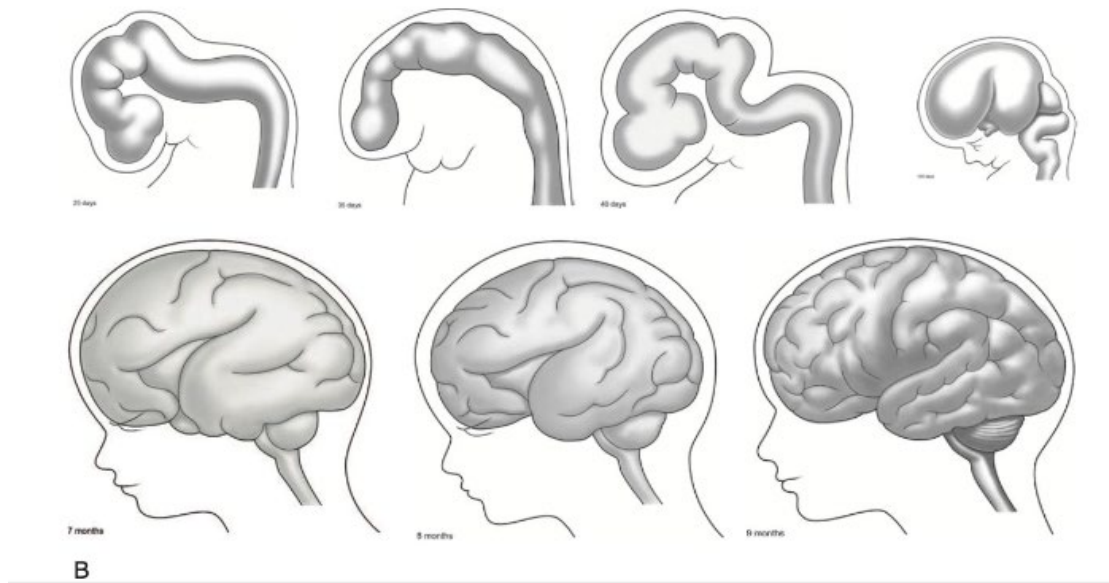
a) Serebral korteks

Memeli korteksinin olağanüstü gelişimi (Tablo 1), dış boyutunda ve toplam hacminde orantılı bir genişleme olmaksızın yüzeyinde önemli bir artışı mümkün kılan kapsamlı bir katlanma süreci boyunca meydana gelmiş, fissürler, sulkuslar ve giruslar ile nihai kortikal insan modeli oluşmaktadır. İnterhemisferik fissür de göz önüne alındığında, evrimsel güçlerin öncülük ettiği bu gelişim süreci sonunda insanda kortikal yüzeyin yaklaşık üçte ikisi sulkus ve fissürlerin derinliklerine gömülmüş durumdadır (Erdoğan 2024).

Tablo 1. Memeli kortikal gelişimi (Erdoğan 2024)

Primitive Cortex Allocortex (3 layers)	Medial Cortical Ring Mesocortex (6 layers)	Lateral Cortical Ring Isocortex (6 organized layers)
Limbic structures	Paralimbic structures and insula	Parainsular structures and neocortical structures
• Archicortex: Amygdala Hippocampus • Paleocortex: Olfactory or Piriform cortex	- Parahippocampal gyrus - Cingulate gyrus - Insula	• Neocortex: Motor cortex Sensory cortex Visual cortex Auditory cortex Language cortices (humans) Rest of neocortex, associated areas

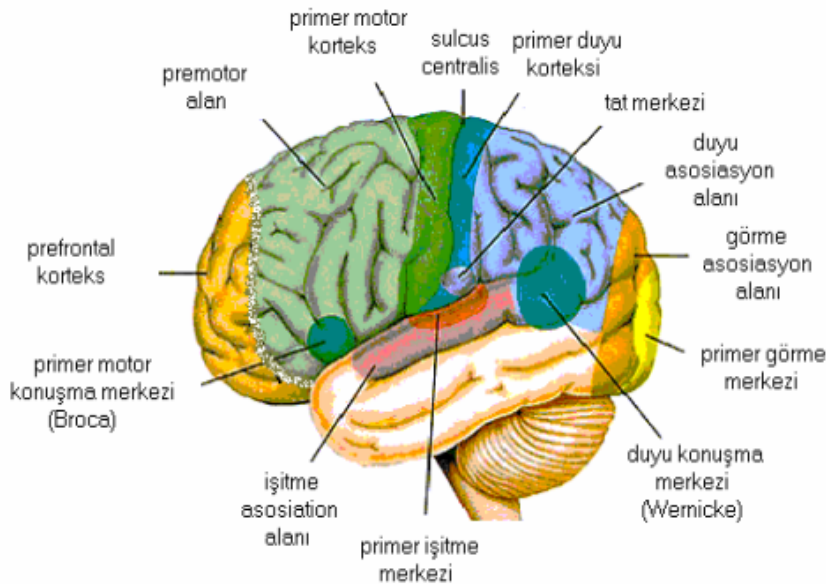
İnsan serebral yarımküresinin şekli ve yapısal özellikleri, evrimsel süreçte insan embriyolojisi gelişimi boyunca, talamusundan oluşan morfolojik merkezi etrafında yer alan bükme mekanizması tarafından verilmektedir (Şekil 13) (Erdoğan 2024).



Şekil 13. (B) insan embriyolojik ve fetal gelişimleri
(<https://www.beyincerrahisi.org>)

Serebral korteksin en büyük alt bölümü, izokorteks olarak da adlandırılan neokortekstir. Neokortekste beş lob vardır: frontal, parietal, oksipital, temporal ve insular; bunların sonuncusu diğer lobların kapakçıkları tarafından örtülüdür (Steward 2012). On dokuzuncu yüzyılın başlarında Franz Joseph Gall, serebral

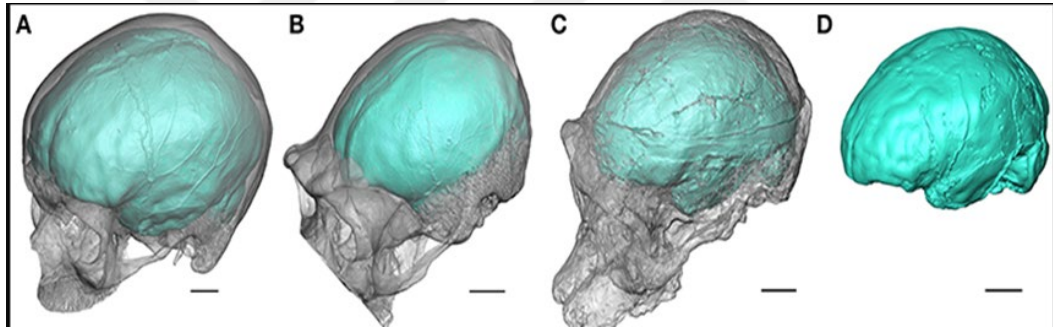
korteksin gri madde ve beyaz madde olmak üzere iki temel yapıdan oluştuğunu tespit etmiştir. Gri maddenin bir yığın sinir hücresinden, beyaz maddenin ise bir yığın sinir lifinden oluştuğunu fark eden Gall ayrıca beynin sadece akıllı işlevleri kontrol etmek için önemli bir yapı olduğu kavramını değil aynı zamanda serebral korteksin, özellikle de gri maddenin çeşitli karmaşık bilişsel davranışların elde edilmesinde önemli rol oynadığı kavramını da ortaya koymuştur. Böylece Gall, çeşitli karmaşık davranışların gerçekleştirilmesinde merkezi bir yapı olarak serebral korteksin öneminin belirlenmesine önemli ölçüde katkıda bulunmuştur. Serebral işlevlere, yani zihinsel yetilerin serebral kortekste barındırıldığına dair modern bir bakış açısının geliştirilmesinde önemli bir faktör olmuştur (Funahashi 2022). Neokorteks bölgesinin en önemli özelliği geniş bir bellek deposu görevi görmesidir. Bireylerin birbirini hatırlamaları, geçmişleri konusunda fikir sahibi olmaları, toplumsal kuralları öğrenmeleri için Neokorteks bölgesinin bütününe yayılmış bir belleğe gereksinim duyulmuştur. Neokorteks bölgesi hafızada depolanan bilgilerin tekrar kullanımını sağlaması, öğrenilen bilginin yeni nesillere aktarımı ile kültürün oluşumunda katkı sağlamaktadır (Nalçacı 2020). Şekil 14’de serebral korteks üzerinde yer alan fonksiyonel bölgeler (sol hemisfer) ve prefrontal korteksin lokalizasyonu verilmektedir.



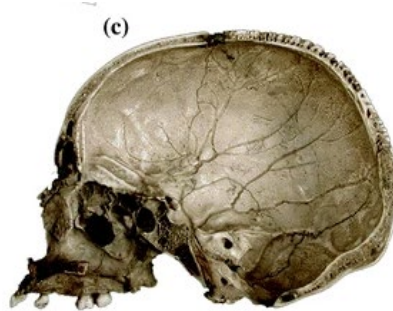
Şekil 14. Serebral korteks üzerinde fonksiyonel bölgeler (sol hemisfer) ve prefrontal korteksin lokalizasyonu (Zararsız, Sarsılmaz 2005)

b) Endokast

Endokastlar (kemik beyin zarının iç kalıpları); fosillerdeki beyin boyutu ve morfolojisi hakkında kanıtlar sunarak bilgi edinmemizi sağlamaktadırlar. Endokastlar sayesinde atalarımızın beyinlerinin genel olarak büyüdüğünü ve çeşitli organizasyonel değişikliklere uğradığını öğrenebilmekteyiz (Neubauer, Hublin 2012). Beyin üzerine yapılan çalışmalarda fosilleşme süreci sırasında nörokranium tortuyla dolduğunda, beyin morfolojisi ve organizasyonu hakkındaki bilgiler doğal bir endokast olarak kaydedilebilmektedir (Resim 1D). Doğal bir endokastı korumayan fosil örnekleri için endokraniyal yüzeyin sanal bir izini (Resim 1A-C) oluşturularak çalışıldığını görmekteyiz (Beaudet 2017). Resim 1’de genel endokraniyal geometriyi ve orta meningeal damarların izlerini gösteren kesitli bir modern insan kafatası görülmektedir.



Resim 1. Modern insanın (A), mevcut bir şempanzenin (B) ve Sterkfontein'den (Güney Afrika) *Australopithecus africanus* örnekleri Sts 5 (C) ve Sts 60'ın (D) endokastlarının eğik görüntüleri (Beaudet 2017)

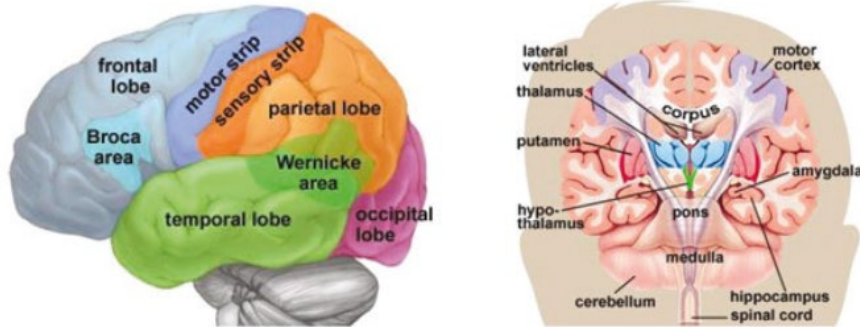


Resim 2. C genel endokraniyal geometriyi ve orta meningeal damarların izlerini gösteren kesitli bir modern insan kafatası (Bruner 2015)

Anatomi ve morfometri, görüntüleme ve istatistikte kullanılan yeni teknikler ve bilgisayarlı metodoloji nedeniyle son yıllarda yeni bir bilimsel çağ başlamıştır. Bu yeni çağ ardından anatomik sistemler günümüzde, bileşenleri arasındaki ilişkiler, birey oluşumu ve filogeni açısından incelenerek analiz edilmektedir (Resim 1). Buna göre evrim artık tek ve bağımsız özellikler üzerinden değil, entegre modeller ve daha kapsamlı süreçler aracılığıyla yorumlanabilmektedir. Bu da paleonörolojinin, evrim sırasında beyin ile beyin kılıfı arasındaki ilişkilerin incelenmesi olarak değerlendirilir (Resim 2) (Bruner 2015). Beyin kafatasının (iç organ kısmı) fosilleşmediğinden, sadece antropolojik çalışmalarımızı beyin endokastı (beyin kasasının iç yüzeyinin kopyası, Resim 1) üzerinden yapmış, hominin beyin evriminde kafatasının yeniden yapılandırmasına tek doğru kanıtları bizlere sunulmuştur (Beaudet 2017). Kortikal bölgenin (hafıza, algılama, dikkat, farkındalık, dil ve bilinç) gelişmesi ya tamamen gelişme ya da hiç gelişim göstermeme şeklinde değil, yavaş yavaş gerçekleşen bir gelişme olabileceği ve belki de son gelişim düzeyine yalnızca anatomik olarak modern insanlarda ulaşıldığı varsayılmaktadır (Masataka 2008).

Tablo 1. Beynin değişik kesimlerinin tenrekgillere göre böcekçillerde ve primatlarda kaç kat büyüdüğü gösterilmekte (Nalçacı 2020)

Beyin bölgesi	Tenrekgiller	Böcekçiller	Prosimian	Yeni ve eski dünya maymunları	Şempanze ve goril	İnsan
Bulbus	1,0	1,27	1,56	1,87	1,61	2,09
Serebellum	1,0	1,64	4,64	6,20	8,81	21,75
Amigdala	1,0	1,10	1,73	2,24	1,85	4,48
Hipokampus	1,0	1,75	2,91	2,64	2,99	4,87
Striatum	1,0	1,80	5,99	10,12	11,76	21,98
Yeni-kabuk	1,0	2,65	20,37	48,41	61,88	196,41



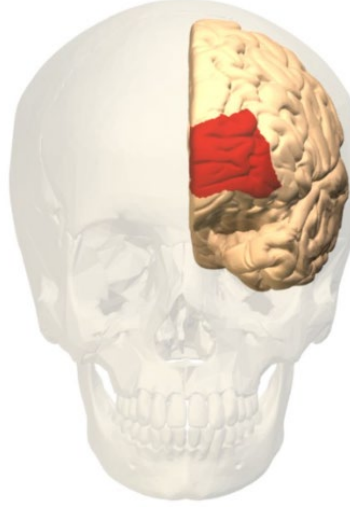
Şekil 15. İnsan beynindeki serebrumun anatomisi. Beyin, frontal, parietal, oksipital ve temporal olmak üzere dört loba ayrılmıştır
(<https://www.researchgate.net>)

1.2.4.1. Frontal lob

Frontal lob (Şekil 16) kafatasında frontal kemik altında yer alır, merkezi sulkusun anteriorunda ve lateral fissürün superiorundadır. İki ana bölgeye ayrılmaktadır: Prefrontal korteks (Şekil 17) ve motor korteks. Motor korteks, premotor korteksi ve birincil motor korteksi olarak bilinir. Prefrontal korteks kişiliğin ifade edilmesinden ve karmaşık bilişsel davranışların planlanmasından sorumludur. Motor korteksin premotor ve birincil motor alanları, istemli kas hareketinin yürütülmesini kontrol eden sinirleri içermektedir. En büyük beyin lobları olarak, vücudun çeşitli fonksiyonlarında rol oynarlar: Motorlu fonksiyonlar, planlama, muhakeme, yargı, dürtü kontrolü, hafıza, dil ve konuşma işlemlerinin merkezidir (<https://www.thoughtco.com>).



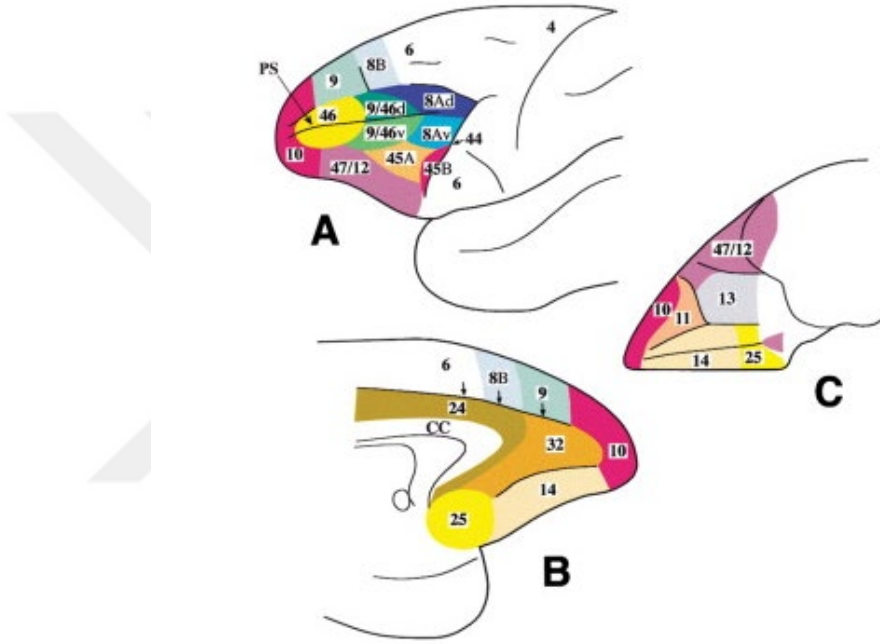
Şekil 16. Sol frontal lob (kırmızı; daha iyi görülmesi için sağ hemisfer çıkarılmıştır (<https://tr.wikipedia.org>)



Şekil 17. Prefrontal korteks (<https://tr.wikipedia.org>)

Prefrontal korteks (PFC) frontal kortekste; orbital, medial ve lateral ön olmak üzere üç bölgeden oluşmaktadır. PFC, frontal lobun ilişki korteksidir. Filogenetik olarak, insan beyinde maksimum bağıl büyümeye ulaşarak gelişen en son kortekslerden biridir, neokorteksin neredeyse üçte birini oluşturmaktadır. Ayrıca PFC, birey oluşumu sürecinde geç gelişim göstermektedir. Yörünge ve

orta bölgeler duygusal davranışlarda rol oynayan PFC, insanda maksimum düzeyde gelişmiştir. Davranışın, konuşmanın ve muhakemenin zamansal organizasyonuna bilişsel destek sağlamıştır İnsanda, miyelojenik ve sinaptojenik kriterlere göre, PFC açıkça geç olgunlaşan kortektir. Maymunun PFC'sinde miyelogenezin de geç geliştiği görülmüştür. Brodmann 1909, yakın zamanda Petrides ve Pandya tarafından maymun için güncellenmiş primatlarda sitoarkitektonik haritaya göre 8-13, 24, 32, 46 ve 47 alanları içermektedir (Şekil 18) (Fuster 2001).



Şekil 18. Maymunun frontal korteksinin sitoarkitektonik haritası (Fuster 2001)

Prefrontal korteksin büyüklüğü filogenetik olarak giderek artış göstermiş ve halen insan beyin korteksinin %29'unu oluşturan önemli bir bölge konumundadır. İnsana onu diğer canlılardan ayırt eden pek çok özelliği kazandıran prefrontal korteks işlevleri yapay sinir ağları kullanılarak modellenmiştir. PFC, davranışların amaca yönelik olarak geliştirebilmesine olanak sağlayan yönetsel işlevlerden sorumlu olan beyin bölgesidir (Fuster 1997). PFC'nin orbital yüzeyini kapsayan, göz hareketleri, konuşma gibi özgül hareketlerin motor kontrolünü sağlayan ve davranışla ilişkili olan frontal bölgedir

(Özen, Rezaki 2007). Prefrontal korteks, insan beyinde diğer primatların beyinlerine göre orantısız derecede büyük tek alanı olduğu ve insan evrimi sürecinde dil yeteneğinin özel olarak seçildiğine dair en güçlü kanıtını oluşturmuştur. Dil üretimi ve kavramanın birçok özelliğinin yanı sıra kişinin kendi zihinsel durumları ve başkalarının zihinsel durumları üzerinde düşünme konusundaki eşsiz insan yeteneğinden özel olarak sorumlu olan beyin bölgesidir (Aiello 1996).

Broca alanı inferior frontal girus içinde konuşma çıktısından sorumlu küçük bir alandır. Beynin ön kısmında, sol frontal lobun alt kısmında bulunur ve konuşma üretimi ve dil anlama ile ilgili motor fonksiyonları kontrol etmede sorumludur. Broca alanındaki bir lezyon Broca afazisi ile sonuçlanır. Fransız nörolog Paul Broca, sol inferior frontal girusun (IFG) arka kısmının dil üretimi için kritik öneme sahip olduğunu ortaya koyan ilk kişidir (Fadiga vd. 2009).



Şekil 19. Prefrontal korteksin ana alanları (Friedman, Robbins 2022)

Frontal lobun doğal bağlantıları, prefrontal bilgi işleme merkezinden gelen hayati önem taşıyan ileri besleme ve geri besleme devrelerini oluşturmaktadır. PFC, kapsamlı asosiasyon bağlantıları aracılığıyla assosiasyonun uzak ve geniş bir alana dağılmış kısımlarıyla ve limbik kortekslerle bağlantılıdır. Çeşitli duyuşal yöntemlerden gelen son derece işlenmiş bilgiler, hafızanın, algının ve karmaşık eylemin fizyolojik yapılarını oluşturmak için buraya hassas bir şekilde entegre edildiğinden ve çeşitli bilişsel süreçler burada izlendiğinden, PFC sıklıkla multimodal ilişki korteksi olarak sınıflandırılmıştır (Siddiqui vd. 2008).

Prefrontal korteks histolojik olarak 6 tabakadan oluşmaktadır. Bu tabakalar yüzeyden derine doğru şu şekilde sıralanmaktadır (Zararsız, Sarsılmaz 2005):

1. Moleküler tabaka: Çoğunlukla beynin diğer bölgelerinden gelen sinirlerin sonlandığı horizontal hücreler ve nöroglial hücrelerin bulunduğu tabakadır. Bu tabaka korteksin önemli bir snaptik sahası durumundadır.

2. Eksternal granüler tabaka: Granüler (stellat) hücreler, küçük sepet hücresi ve nöroglial hücrelerin bulunduğu, hücre sayısı bakımından zengin olan tabakadır.

3. Eksternal piramidal tabaka: Korteksin en kalın tabakası olup, nöroglial hücreler, ‘‘Chandelier hücresi’’ ve piramidal hücrelerinin olduğu tabakadır.

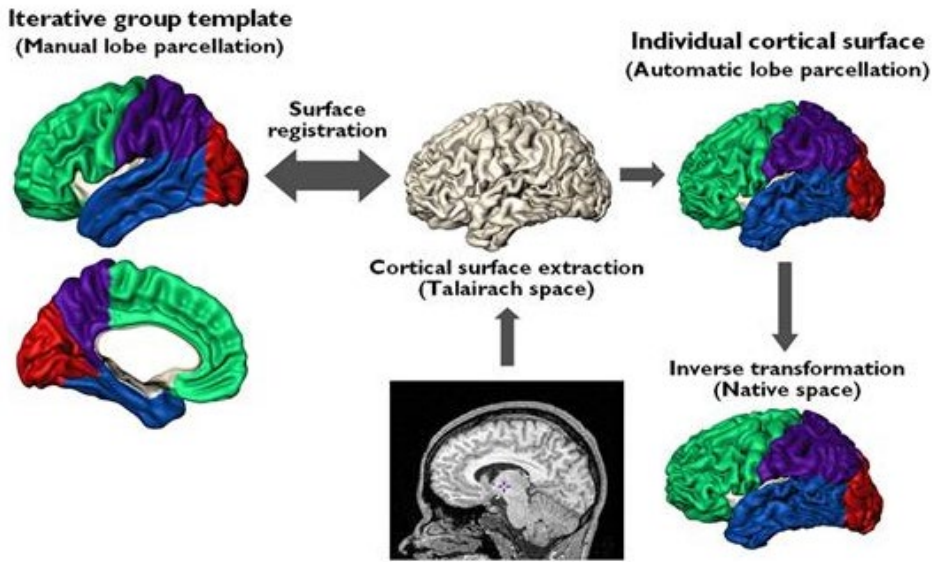
4. İnternal granüler tabaka: Küçük granüler hücreler, büyük sepet hücresi, nöroglial hücrelerden oluşmaktadır.

5. İnternal piramidal tabaka: Korteks serebri için karakteristik olan uzun piramidal hücrelerin (betz hücreleri) yer aldığı tabakadır.

6. Multiform tabaka: Değişik multiform hücrelerin oluşturduğu ‘‘Martinotti hücreleri’’ ve nöroglial hücrelerin yer aldığı en derindeki tabakadır.

Beyin büyüklüğünün beyin yapısıyla yakın bir ilişki içinde olduğu belirtilmiştir. Büyük beyinlerde nöronların ve glial hücrelerin sayısı artmış ve bu beynin her bir nöronun sahip olduğu bağlantıların oranını nasıl koruduğu sorununu ortaya çıkarmıştır. Kortikal işlevi verimli bir şekilde sürdürmek için beyin yapısı, beynin kortikal ağlarda enerji ve zamandan tasarruf etmeye

çalıştığını varsayan minimum akson uzunluğu ilkesini takip edecek şekilde optimize edilmiştir. Bu optimizasyon, beyin boyutuna göre kortikal geometride makroskobik değişikliklere neden olmuştur. Kortikal gri madde (GM) hacminin, yüzey alanının ve kortikal kalınlığın göreceli oranı, memeli beyinlerindeki beyin boyutundaki değişimin, büyük beyinlerin kortikal geometrisinin basit bir şekilde küçük beyinlerin büyütülmüş bir versiyonu olmadığını göstermiştir. Beyin büyüklüğü ile kortikal yapı arasındaki bu ilişkinin, beyin gelişiminin altında yatan ilkeleri anlamak için önemli ipuçları barındırdığı şeklinde yorumlanmıştır (Im vd. 2008) (Şekil 20).

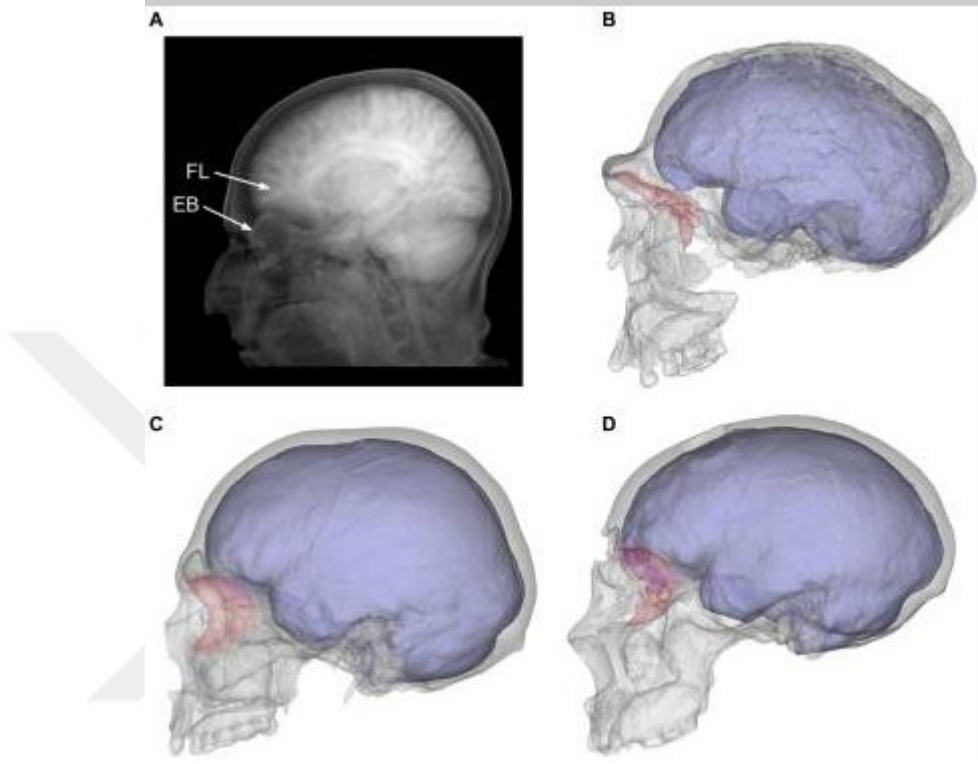


Şekil 20. Yüzey kaydını kullanarak bireysel kortikal yüzeyler için otomatik lob parselasyonu (Im vd. 2008)

Sosyal bir hayvan olarak nitelendirilen primat takımı, yoğun sosyalliğin getirisi olarak büyük beyin gelişimlerine yansıyan olağanüstü bilişsel yetenekleriyle işlevsel olarak ilişkili olduğu düşüncesi oluşmuştur. Bu düşünce, ortalama grup büyüklüğünün insan dışı primatlardaki göreceli neokortikal hacimle doğrudan ilişkili olduğu bulgusuyla desteklenmiştir (Dunbar 1993).

Frontal loblardaki hacimsel değişikliklere ilişkin henüz kesin sonuçlar sunulmamış, frontal lobların form ve oranları açısından paleonörolojik değişikliklere dair bazı küçük kanıtlara ulaşılmıştır. Endokraniyal kalıplarda

gözlemlenebildiği kadarıyla, frontal loblardaki modern sulkal ve giral desenler her insan türünde 2 milyon yıl öncesine ait olarak gözlemlenebilmiştir (Bruner vd. 2014) (Resim 3). Frontal loblar (frontal korteks), insan beyin yarı kürelerinin yaklaşık üçte birini işgal etmektedir (Özen, Rezaki 2007).

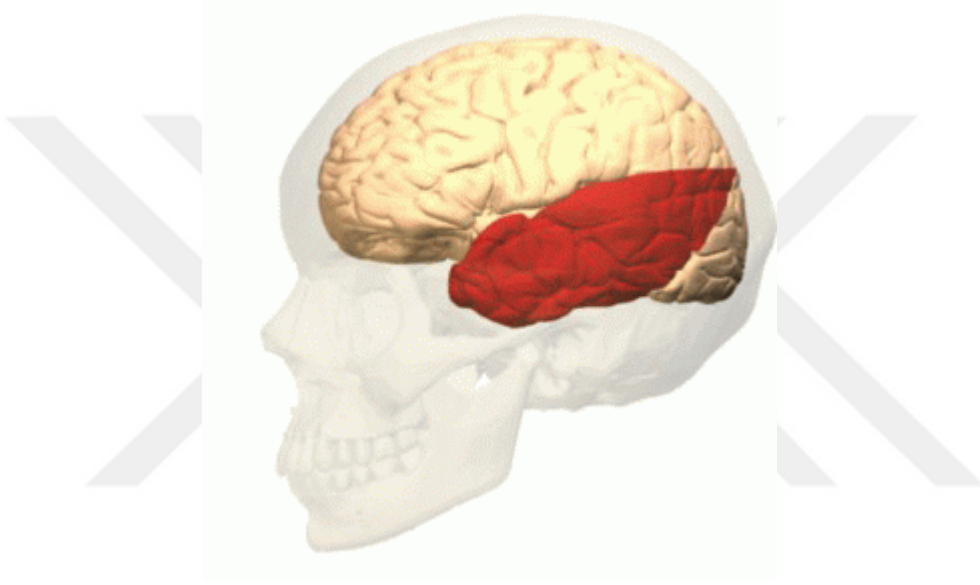


Resim 3. Tomografik projeksiyon, modern bir insan; A'da ön loblar (FL) ile göz küresi (EB) arasındaki yakın yakınlığı göstermektedir. Yörüngeler (kırmızı), Homo ergaster (B; KNM-ER 3733), (C; modern Avrupalı), (D; Saccopastore 1) (Bruner vd. 2014)

1.2.4.2.Temporal Lob

Temporal loblar (Şekil 21) duyuşal işlemden, işitsel algıdan, dil ve konuşma üretiminden ve hafızanın depolanmasından sorumludur. Oksipital ve parietal loblar arasındaki prosensefalon veya ön beyinde yer alır. Önemli yapıları arasında koku alma korteksi, hipokampus, Wernicke Bölgesi ve amigdala yer alır. Amigdala, duygusal uyarıcılara verilen birçok otonomik tepkiyi kontrol eder ve aynı zamanda hafızanın sınıflandırılması ve depolanmasından da sorumludur. Temporal lobların hasar görmesi, işitsel algının bozulmasına, dili anlama ve üretmede zorluğa ve hafıza kaybına neden olabilir (<https://www.thoughtco.com>).

Wernicke alanı beynin sol yarıküresinin üst temporal girusunda bulunan ve dili anlamaktan sorumlu olan küçük bir alandır. Broca alanı ve Wernicke alanı arkuat fasikulus adı verilen bir lif yolu ile birbirine bağlıdır (Physiopedia 2024). Bu alan ilk kez 1874 yılında Alman nörolog Carl Wernicke tarafından tanımlanmıştır. Beynin konuşma ve kavramada rol oynayan motor nöronlarını içeren bölgesi olarak bilinmektedir. Bu alan, konuşma seslerinin anlaşılması açısından son derece önemli görünmekte ve alıcı dil veya dil anlama merkezi olarak kabul edilmektedir (Britannica 2024).



Şekil 21. Temporal lob (kırmızı), sol hemisfer (<https://tr.wikipedia.org>)

1.2.4.3. Oksipital Lob

Oksipital lob (Şekil 22), serebral yarımküredeki dört lobun en küçüğü olarak bilinir. Parietal ve temporal lobların arkasında yer alarak beynin kaudal kısmını oluşturmaktadır. Kafatasına göre lob, oksipital kemiğin altında yer alırken, onu beyincikten ayıran tentorium cerebelli'ye dayanır durumdadır. Eşleştirilmiş oksipital loblar birbirinden serebral bir çatlakla ayrılırken oksipital lobun en arka kısmı oksipital kutup olarak bilinmektedir (Rehman, Al Khalili 2023). Merkezi sinir sisteminin görme duyusundan sorumlu olan bölgesi olarak bilinir. Bu lobun çalışmaları genellikle duyuşal işlevine ve görsel yolların entegrasyonuna odaklanmaktadır (Flores 2002). Allen ve meslektaşları'nın kanısı; "...insanlarda lunat sulkus tipik olarak yapısal olarak birincil görsel korteks ile

ilişkili değildir". Ancak bu bölgenin görsel bir işlevi vardır. Dolayısıyla lunatum sulkusu olsun ya da olmasın bu lateral oksipital kortikal bölge görme açısından işlevseldir (Parra vd. 2013).



Şekil 22. Oksipital lob (kırmızı), sol serebral hemisfer (<https://tr.wikipedia.org>)

Bu lobda görmeyle ilgili üç brodmann alanı bulunmaktadır; oksipital lobda sınırlı sayıda girus, medial yüzeyinde kalkarin sulkus ile PO sulkus arasında lokalize olan bir girus olan kuneus, kalkarin sulkusun aşağısında, lobun tentoryal yüzeyinde lingual girus bulunmaktadır. Kollateral sulkus, lingual girusu fusiform girustan ayırmakta. Fusiform girus, oksitotemporal sulkus tarafından yanıl olarak sınırlandırılmaktadır. Lobun yan yüzeyi için isimlendirme hala iyi tanımlanmamıştır ve çoğu metin bu bölgenin tanımını "çeşitli sulkuslar ve değişken giruslar" olarak sınırlandırmıştır. Oksipital lobun derin maddesi, görsel korteksten çıkan veya çıkan miyelinli liflerden oluşan beyaz maddeden oluşmaktadır (Flores 2002) (Resim 4). Oksipital lob beynin görsel işlem alanı olarak; Görsel-uzaysal işleme, mesafe ve derinlik algısı, renk belirleme, nesne ve yüz tanıma ve hafıza oluşumu ile ilişkilidir. V1 veya Brodmann alanı 17 olarak da bilinen birincil görsel korteks, oksipital lobun medial yönünde kalkarin sulkusu çevreler. Talamus aracılığıyla retinadan görsel bilgiyi alır. V2, V3, V4, V5 veya Brodmann alanları 18 ve 19 olarak da bilinen ikincil görsel korteks, birincil korteksi çevreler ve ondan bilgi almaktadır (Rehman, Al Khalili 2023).

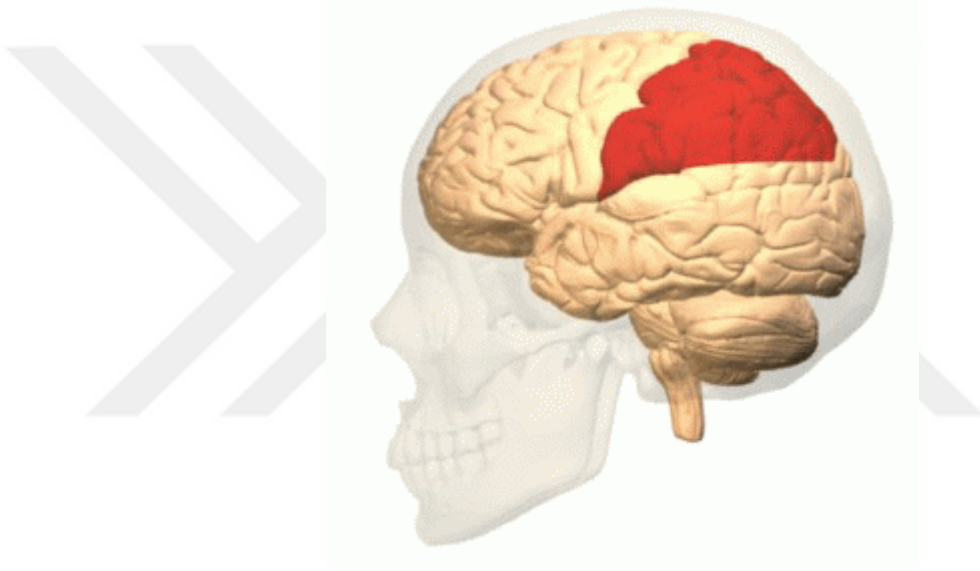


Resim 4. Oksipital lobun posterolateral görünümü. ITO: alt enine oksipital; MTO: orta enine oksipital; STO: üstün enine oksipital (Flores 2002)

1.2.4.4. Parietal Lob

Parietal lob (Şekil 23) dilin sinirsel temeline ilişkin hemen hemen tüm açıklamalarda çok önemli olduğu düşünülen sol yarıkürenin "peri-sylvian" korteksinin çoğunu içermektedir. Angular girus ve anterior supramarjinal girusu (SMG) kapsayan posterior parietal korteksin alt parietal lobülünün (IPL) merkezi rolü, 19. yüzyıl nörologları tarafından özellikle vurgulanmıştır. Örneğin, klasik iletim afazisi sendromu, Wernicke ve Broca alanlarını ayıran IPL lezyonuna atfedilmiştir. Açısal girus Wernicke (1874) ve Freud (1891) tarafından bir "kavramlar alanı" olarak önerilmiştir. Parietal lobun dil işlevindeki rolü; anlambilim ve ses biliminde rol oynadığı görülmüştür. Bireyin nesneler ve olaylar ile bunları ifade eden kelimeler hakkında edindiği bilgilerin deposu olan ve kavramsal bellek olarak da bilinen anlamsal bellektir ve konuşma üretimi, algısı hizmetinde ses ve hece dizilerini kodlayan ve kodunu çözen işlev olarak (fonolojik işlemede) parietal lobun önemli bir rol oynadığı görülmüştür (Coslett, Schwartz 2018).

Primatların arka parietal korteksi (PPC), farklı duyu modalitelerden (görme, işitme) gelen duyu sinirlerinin, bilişsel kabiliyet (uzay algısı) ve kendini algılanma gibi algısal süreçlerin temelini sağlamak üzere entegre edildiği geniş bir ilişkisel kortikal bölge olarak kabul edilmiştir. Bu algısal süreçlerin motor işlevlerden bağımsız olduğu kabul edilmektedir. Bu parietal alanların, somatosensör ve görsel bilgileri, bu alanların bağlı olduğu premotor korteksin farklı sektörleri tarafından sağlanan motor sinyalleriyle bütünleştirerek kol, el veya göz hareketlerini kontrol ettiği büyük ölçüde kabul edilmektedir (Fogassi, Luppino 2005).



Şekil 23. Parietal lob (kırmızı), sol hemisfer (<https://tr.wikipedia.org>)

1.3. İnsanlarda Konuşma Nasıl Gerçekleşir?

Evrimsel gelişimde formantlar, konuşma ve larinksin aşağı konumlanması, dilin evriminin iletişim mekanizmalarından bağımsız olduğu iddia edilmiştir, ancak konuşmanın evrimi ses üretimi ve algılama mekanizmalarıyla yakından bağlantılıdır. Bu nedenle, türümüze özgü iletişim sistemimizin incelenmesi kaçınılmaz olarak konuşma akustiği ve anatomiye ilişkin temel bilgileri gerektirmektedir. Çünkü insanlarla diğer memeliler arasındaki konuşmaya ilişkin en belirgin fark, insanın ses sisteminin yapısıyla ilgili olduğu görülmektedir. Çok önemli bir ilk adım olarak insan konuşmasındaki ses yolu rezonanslarının veya

formantlarının merkezi öneminin anlaşılmasıyla başlamaktadır. Formantlar, gırtlaktan yayılan her türlü sesi alarak ve spektrumunu bir dizi tepe ve vadi şeklinde şekillendirerek bant geçiren filtreler olarak işlev görmektedir. İncelenen tüm memeliler, benzer laringeleri ve ses anatomisini kullanarak sesleri temelde aynı şekilde üretirler ve hepsinin formantlı ses yolları mevcut olduğu görülmüştür. Atalarımızın karmaşık konuşma yeteneklerini kullanabilmesi için birkaç farklı yeteneğin bir araya gelmesi gerekmektedir. Hiçbir tek faktör (veya tek mutasyon) tek başına sorumlu olmamaktadır. En azından konuşma üretimi hem çevresel mekanizmalarda (vokal akustiği ve anatomiyile ilgili) hem de merkezi sinir mekanizmalarında (ses kontrolü ve taklidin altında yatanlar) değişiklikler gerektirmektedir.

Özellikle, insan olmayan primatlardan elde edilen veriler, erken hominidlerde seslendirmenin atalara ait işlevleri hakkında çıkarım yapmamıza olanak tanırken, yakınsak bir şekilde ses taklidi geliştirmiş olan daha uzak akraba türlerden (cetacealar, foklar ve kuşlar) elde edilen veriler, işlev veya işlev hakkında hipotezler oluşturmamıza ve test etmemize olanak sağlamaktadır (Fitch 2000).

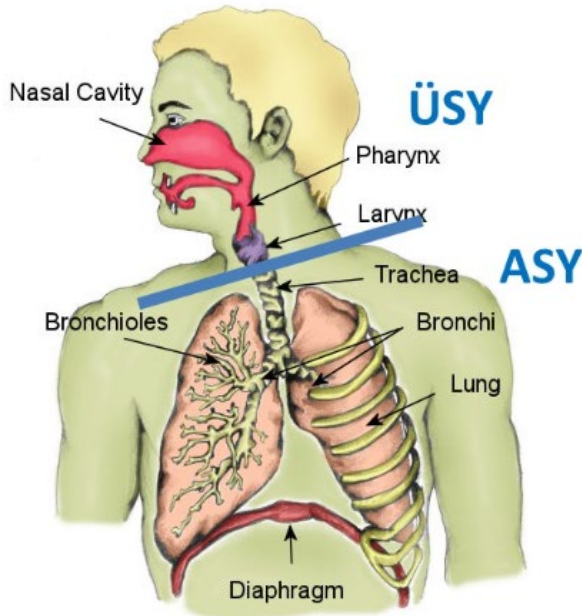
Konuşmanın temel mekanizması insanlarda ve diğer memelilerde çok benzerdir. Akciğerlerden dışarı verilen hava, gırtlak veya larinkste yer alan ses tellerinin (genellikle “ses kordları” olarak bilinir) salınımlarını yönlendirmek için güç sağlamaktadır. Vokal kord salınıminin hızı, bu şekilde üretilen sesin perdesini belirlemektedir. Üretilen akustik enerji daha sonra ses yolundan (yutak, ağız ve burun boşlukları) geçerek filtrelenir ve son olarak burun delikleri ve dudaklar yoluyla çevreye yayılmaktadır. Filtreleme süreci konuşmada önemli bir rol oynamaktadır. Filtreleme, formant adı verilen bir dizi bant geçiren filtreyle gerçekleştirilir. Formantlar, yayılan sesi değiştirerek belirli frekanslara izin vermektedir. Formantların vücut büyüklüğüne ilişkin ipucu olarak kullanılması larinksin inişi açısından da önemli olabilmektedir. Yaygın olarak kabul edilen “fonetik genişleme” hipotezine göre, düşük bir gırtlak daha geniş bir fonetik alana izin vermektedir. Ancak dilin gerekli hareket özgürlüğünü elde edebilmesi için gırtlaklağın oldukça aşağıda, dil gövdesinin altında olması gerekmektedir. Lieberman, muhtemelen Homo erectus'tan başlamak üzere, aşırı fiziksel zorluklar

sırasında ağızdan nefes almaya uyum sağlayacak şekilde hafif laringeal alçalmanın uyarlanabileceğini öne sürmüştür (Fitch 2000).

Konuşma, yüksek serebral merkezler ile solunum fonksiyonu, larengeal düzenleme, yumuşak damak, oral kavitedeki yumuşak dokular, çene eklemi ve yüzdeki bazı anatomik yapıların işbirliği sonucu ortaya çıkan nöromuskuler bir işlem olarak tanımlanmaktadır. Bu anatomik nörokontrol altında insan sesinin oluşması için iki önemli faktör gerekmektedir; birisi enerji kaynağı, diğeri ise titreşen yapıdır (kord vokaller). İnsanda enerji kaynağı akciğerlerden gelen hareketli, basınçlı, ekspiryum havasıdır. Titreşen yapı ise larenksdeki kord vokallerdir. Ses en özet anlatımıyla "akciğerlerden gelen havanın larenksde vibrasyon kazanması, supraglottik traktusta rezonans ve artikülasyon sonucu ağızdan harf,hece, kelime ve cümle şeklinde çıkmasıdır" şeklinde tanımlanmaktadır (Gerçeker vd. 2000).

1.3.1. Sesin Oluşmasında Etkili Başlıca Anatomik Yapılar

Sesin oluşmasında etkili başlıca anatomik yapılar; akciğerler, trake, larenks, ses telleri ve oral kaviteyi forme eden organlardır (Erdur 2020) (Şekil 24). Bunlar;



Üst solunum yolu

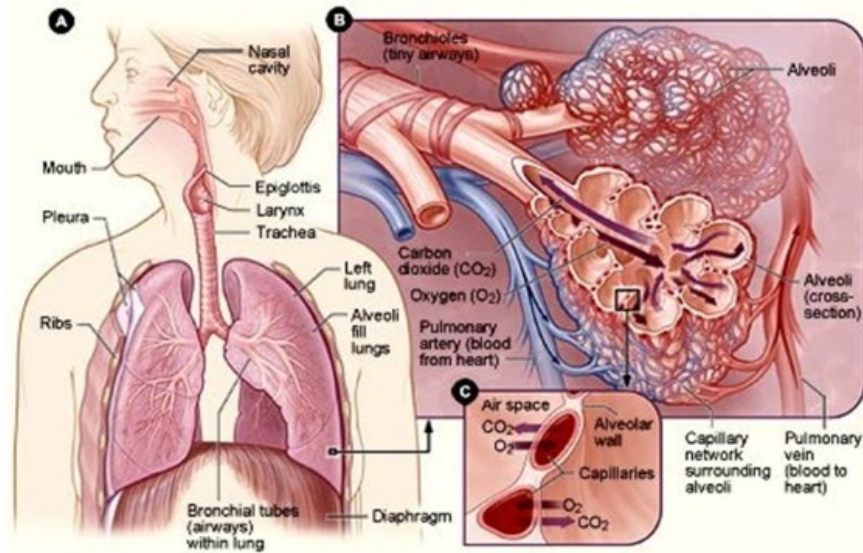
- Burun boşluğu(nazal kavite)
- +ağız boşluğu
- Nazofariks
- Larinks

Alt solunum yolu

- Trakea
- Bronkuslar
- Bronşöller
- Alveoller

Şekil 24. Solunum sistemi anatomisi (<https://www.elcerrahi.com>)

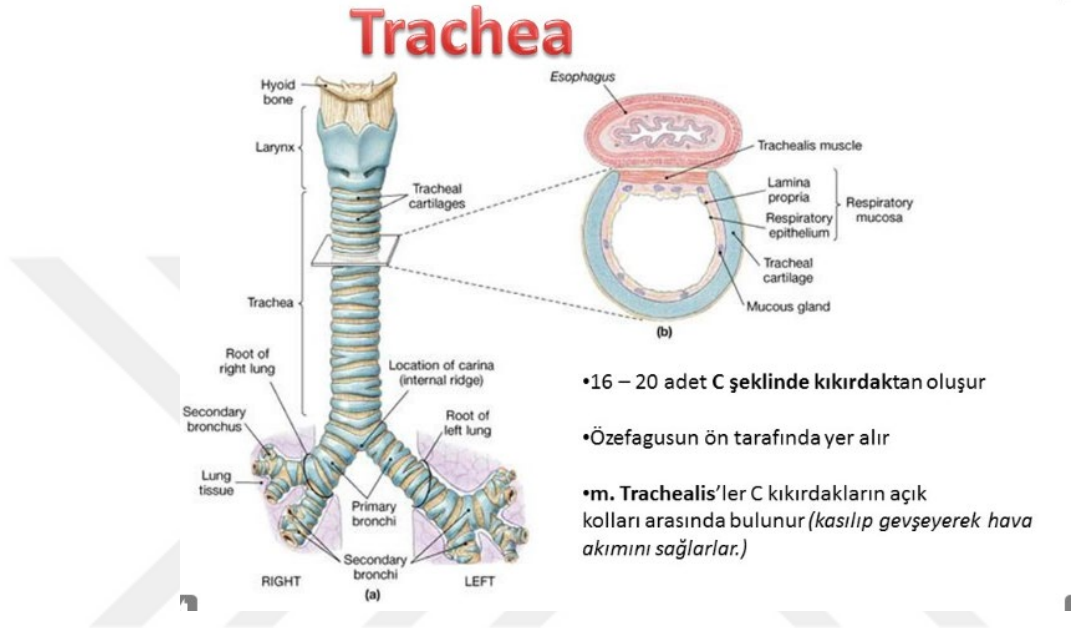
Akciğerler: Ses oluşumu için gerekli olan enerjiyi sağlayan organımız konuşmamızı sağlarken, vokal kordlar ciğerlerden gelen hava ile titreşerek ses üretimini sağlamaktadır (Erdur 2020) (Şekil 25).



Şekil 25. Akciğerler (<https://www.elcerrahi.com>)

Trake: Akciğerler, larenks ve farenks arasında hava geçişini sağlamaktadır (Erdur 2020). Trakeadan gelen ekspiryum havası, larenks'e

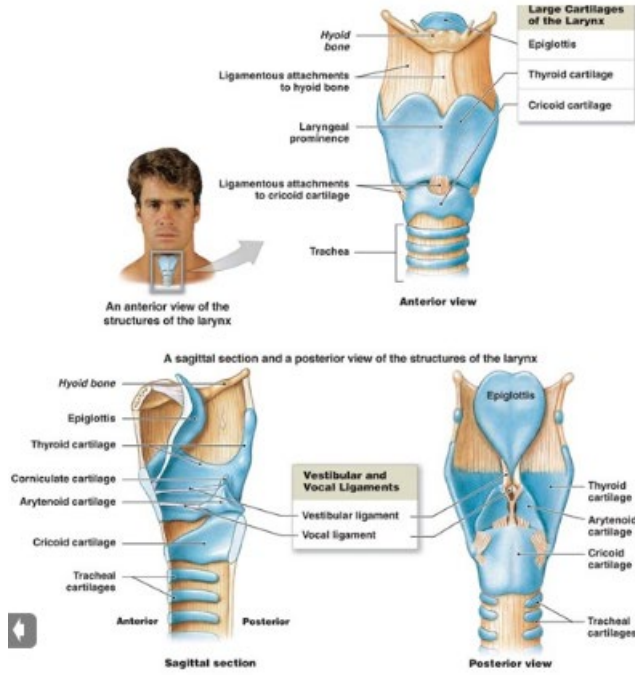
uğramadan yükselir ve sadece ağızda artiküle edilirse çıkan bu sese fısıltı denilmektedir. Buna karşılık trakeadan gelen basınçlı ekspiryum havası larenksin işe karışması ve kord vokallerin faaliyet göstermesiyle vibrasyon kazanırsa ve supraglottik vokal traktusta rezonans ve artikülasyona uğrarsa, konuşma sesi ortaya çıkmaktadır. (Gerçeker vd. 2000) (Şekil 26).



Şekil 26. Trake (<https://www.elcerrahi.com>)

Larenks: Larenkste sesin oluşumunu etkileyen birkaç bileşen bulunmaktadır. Bu bileşenler; titreşen vokal kordların gerginliği, rima glottidisin şekli, solunum sisteminin genişliği ve kondisyonudur. Üç bölümde incelenmektedir; Larenks supraglottik, glottik ve subglottik (Erdur 2020) (Şekil 27).

Larynx (gırtlak)



- Farinks ve trakea arasında hava geçişini Sağlar
- Gıdaların solunum yoluna geçişine engel olur.
- Ses üretimini sağlar.

Şekil 27. Larynx (<https://www.elcerrahi.com>)

Supraglottik bölge: Epiglottis, ventriküler bandlar ve ventriküller bu bölgede bulunmaktadır. Hyoid kemiği ve vokal kordlar arasında yer alır ve glottik bölgenin üst kısmıdır (Erdur 2020).

Glottik bölge: Bu bölge havanın subglottik bölgeden geçerek vokal kordlarla etkileşime geçtiği alandır. Larenksin bu bölümü üç önemli görevde yer alır; solunum, sfinkter kası fonksiyonu ve ses oluşumu (Erdur 2020).

Sublottik bölge: Larenksin altında bulunur ve vokal kordların hemen altından, trakea başlangıcına kadar olan bölgedir (Erdur 2020).

Ses telleri (Vokal kordlar): İnsan sesinin oluşumundaki ikinci komponent titreşen elemanlar yani larenksdeki kord vokallerdir (Gerçeker vd. 2000). Kord vokaller, larenksin önünden arkasına doğru horizontal olarak gerilmiş ikiz müköz membrandan meydana gelmektedir. Vokal kordların arasındaki larenks bölgesi glottis olarak adlandırılır. Üst bölgede ventriküller ve yalancı vokal kordlar

bulunur. Bu yapılar hem sesin rezonans kalitesini etkiler, hem de yutkunma sırasında solunum sistemini korumaktadır (Erdur 2020).

Oral kavite: Konuşma sırasında en çok değişen yapı olduğu için fonasyon ve artikülasyon açısından önemlidir. Oral kavitenin hacmi dil hareketiyle ya da ağız şeklinin değişmesi ile farklılık gösterebilmektedir (Erdur 2020).

Dudaklar: Sesli ve sessiz harflerin artikülasyonunda rol almaktadır. En dışta konumlanmış olan artikülatörler, dudaklardır (Erdur 2020).

Dişler: Oral kavitenin yan ve ön taraflarında bulunan bölümleridir ve dilin anterior bölümü ile ses prodüksiyonuna katılmaktadırlar (Erdur 2020).

Dil: Müköz membranla kaplı bir kas kütesidir. Posterior parçası, yani dil kökü, hyoid kemik ile bağlantılıdır. Larenks de hyoid kemikle bağlantılı durumdadır. Bundan dolayı dilin pozisyonu hyoid kemiğin yüksekliğini ve Larenks'in boğazdaki konumunu da etkilemektedir. Dil öne hareket ettiğinde larenks biraz yukarı hareket eder; bununla birlikte dil geriye doğru hareket ettiğinde larenks de aşağıya doğru hareket etmektedir. Özellikle dil kökü ve dilin konumu ses rezonansını etkileyen faktörler arasında yer almaktadır (Erdur 2020).



İKİNCİ BÖLÜM

KONU, AMAÇ VE METOT

2.1. Konu ve Amaç

Bu tezin konusunu, hominid evrim çizgisinin en erken üyesi olan Sahelanthropus tchadensis'ten başlayarak anatomik açıdan modern insana kadar olan evrimsel süreçteki hominidlerin beyin ve dil gelişimleri oluşturmaktadır.

Erken hominidlerden itibaren evrimsel süreç içerisinde endokraniyal kapasitedeki değişim ve gelişimler, beyin gelişimiyle birlikte dilin gelişim sürecinin ortaya konulması, değişim ve gelişimlerin modern insana yansımaları, kültürel boyuttaki etkileri bu tezin amacını oluşturmaktadır.

2.2. Metot

“Hominidlerde Dil ve Beyin Gelişimi” isimli tez çalışması literatür araştırmasına dayanmaktadır. Kaynaklar bu alanla ilgili yazılmış ulusal ve uluslararası kitaplardan ve makalelerden oluşmaktadır. İnternet üzerinden alanla ilgili kapsamlı bir tarama gerçekleştirilmiş, literatür taraması yapılırken öncelikle güncel veriler kullanılmıştır.

Hominidler evrimsel süreç içerisinde elde edilen veriler doğrultusunda incelenmiş, ardından aynı sistemde beyin kapasitelerindeki değişim ve beyin gelişimi dilin gelişimiyle birlikte değerlendirilmiştir. Literatür çalışmaları sonucunda derlenen veriler değerlendirilmiştir.



ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

HOMİNİDLERDE BEYNİN VE DİLİN EVRİMİ

3.1. Beynin Evrimi

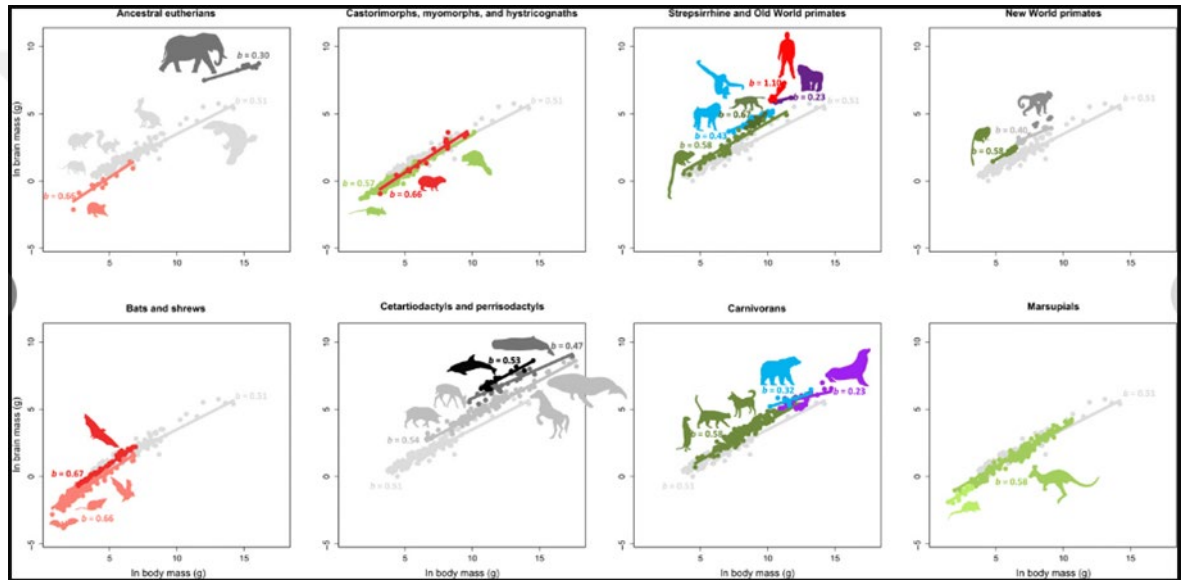
Paleoantropoloji beyin evriminde türler arasındaki farklı bilişsel kapasitelerimizi öğrenmemiz için önemli bir çalışma alanıdır. Ancak önemine rağmen beyin evrimi çalışmalarında son zamanlardaki fosil kalıntılarında diğer evrim alanlarıyla karşılaştırıldığında daha az bir ilerleme katedilmiştir. Türler arasındaki morfolojik ve organizasyonlarında belirgin bir çeşitlilik olması, beynin gelişim süreçlerinin önemini göstermektedir (Bruner 2017). İnsan paleoantropolojisi geçmişten günümüze uzak atalarımızın keşfedilen iskelet fosil kalıntılarının makroskobik, mikroskobik, radyolojik ve eser element analizleri gibi çalışmalarla değerlendirilip, yaşadıkları toplum, çevre, sosyal yaşam koşulları, grup iletişim şekilleri, biyokültürel uyum, davranış örüntüleri, morfolojik özellikleri, sağlık durumları gibi faktörlerin evrimsel süreçteki değişimleri hakkında bizlere bilgi sunmakta ve bu değişimler beyin evrimindeki korteks yapıdaki değişimin kaçınılmaz sonucu olarak değerlendirilmektedir (Özbek 2000).

İlk memeliler 200 milyon yıl önce memeli benzeri sinapsidlerden evrimleşmiştir. Fosil kafatasları, memelilerin bu atalarının daha küçük koku alma soğanlarına sahip daha küçük beyinlere, orta beynin üzerine uzanamayan küçük dorsal kortekse, dar serebral yarım kürelere ve yüksek frekanslı seslerin iletimini sınırlayan büyük orta kulak kemiklerine sahip olduğunu göstermiştir. Bu tür fosil kanıtlarından Rowe ve diğerleri (2011), memeli benzeri sinapsidlerin (cynodonts) memelilerden "düşük çözünürlüklü koku alma, zayıf görme, duyarsız iştme, kaba dokunsal hassasiyet ve rafine edilmemiş motor koordinasyonu" ile birlikte sınırlı sensörimotor entegrasyonuna sahip olması bakımından farklı olduğu sonucuna varmışlardır. Erken plasentalı memeliler yaklaşık 125 milyon yıl önce ortaya çıkmıştır. Vücut formları erken keseli hayvanlardan ve günümüz keseli sıçanlarından çok farklı görülmemektedir. Elbette motor korteksin eklenmesiyle nispeten az neokorteksli küçük beyinlere sahip olmaya devam etmektedirler.

Plasentalı yayılımın ana dalları arasında, armadillolar, tembel hayvanlar ve karıncayiyenlerle Xenarthra üst takımı, tenrekler, karıncayiyenler, filler vd. Afrotheria, sivri fareler, yarasalar, kediler, inekler, balinalar vd. Laurasiatheria ve kemirgenler, tavşanlar, ağaç sivri fareleri, uçan lemurlar ve primatlarla Euarchontoglires yer almaktadır. Bu dalların üyeleri, küçük beyinli üyelerde bile çeşitli şekillerde uzmanlaşmış sinir sistemleri geliştirmişlerdir, böylece armadilloların genişlemiş bir koku alma sistemi ve yankı konumlu yarasaların büyük ölçüde genişlemiş ve değiştirilmiş bir işitme sistemi bulunmaktadır, ancak balinalar, filler ve insanlar, erken plasentalı (eutherian) memelilerin beyinlerinden önemli ölçüde değiştirilmiş, büyük ölçüde genişlemiş beyinlere sahiptirler (Kaas 2013). Beş memeli grubu (filler, büyük maymunlar, homininler, dişli balinalar ve yunuslar) beklenmedik derecede çeşitli yörüngeler izleyerek iki değişkenli beyin-vücut uzayının tepesindeki konumlarına ulaşmışlardır. Filler en basit örneği temsil etmektedir, çünkü doğrudan ata memeli sınıfından evrimleşen filler vücut boyutlarını büyük ölçüde artırırken beyin boyutunu daha da hızlı artırarak büyük beyin boyutuna ulaşmışlardır. Beyin-vücut alanının tepesinde birleşen yunusgiller ve homininler, negatif beyin-vücut korelasyonlarına sahip olan tek iki sınıftır, yani vücut boyutu azalırken beyin boyutu artmıştır (Şekil 28) (Smaers vd. 2021).

İlk memeliler boyut olarak küçüktü, küçük beyinleri, küçük neokorteksleri bulunmaktaydı, koku alma duyusu daha gelişkindi. Neokorteks daha önceki ataların dorsal korteksinin tek katmanlı piramidal nöron çıkışlarından, günümüz memelilerinin altı katmanına dönüşmüştür. Neokorteksin bu küçük başlığı, bugün neredeyse tüm memelilerde neokorteksi karakterize eden birincil ve ikincil duyu alanlarından bazıları da dahil olmak üzere 20-25 korteks alanına bölünmüştür. Erken plasentalı memeliler, iki yarım kürenin neokorteksini birbirine bağlayan bir korpus kallozum, birincil bir motor alanı, M1 ve belki de bir veya daha fazla premotor alana sahiptirler. Bir evrim çizgisi olan Euarchontoglires, günümüz primatlarına, ağaç sivri farelerine, uçan lemurlara, kemirgenlere ve tavşanlara yol açmıştır. Erken primatların ise, genişlemiş bir temporal görsel korteks bölgesine sahip küçük beyinli, gececi, böcek yiyen memelilerden evrimleştiği belirtilmiş ve bu erken gececi primatların evrimleşmeleri sonucunda beslenmeleri için böceklere, küçük omurgalılara ve

meyvelere ulaşımının sağlanması ve bu besin maddelerini algılarını sağlayan daha da genişlemiş bir görsel sisteme sahip olmaları gerekmiştir. Bu da neokorteksin büyük ölçüde genişlemesine yol açmış ve tüm yaşayan primatların neokorteksini karakterize eden bir dizi kortikal alanın oluşumunu sağlamıştır. Uzmanlaşmış bir görsel sistem, posterior parietal korteksin büyük ölçüde genişlemiş bir bölgesinde görsel-motor işlemenin dorsal akışına katkıda bulunan yeni görsel alanları, genişletilmiş bir motor sistemi ve bir ventral premotor alanının eklenmesini sağlamıştır (Kaas 2013).

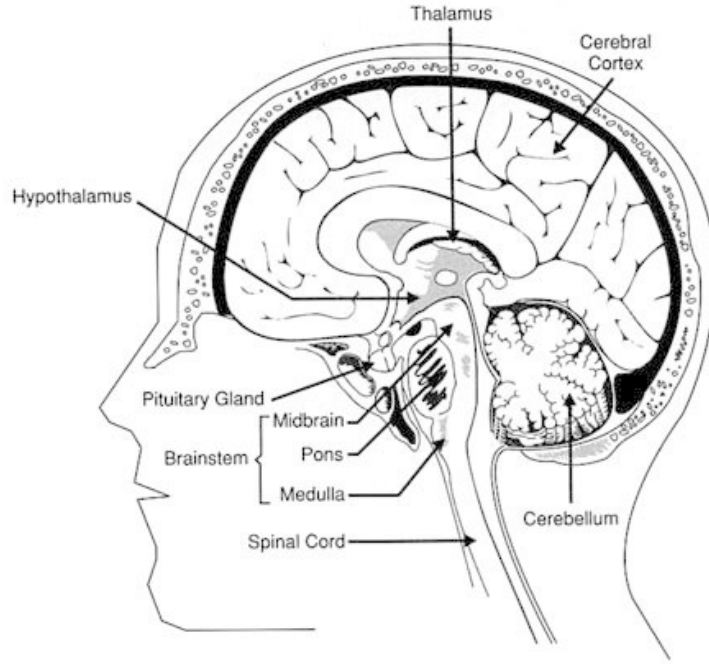


Şekil 28. Her sınıf için pGLS regresyonları (Smaers vd. 2021)

İnsan evrim çalışmalarında önemli bir çalışma alanı olan paleonöroloji bilimi beyindeki endokraniumun boyutunu, şeklinde meydana gelen farklılıkları, davranış ve bilişsel kapasiteyle hominin türlerindeki ayrımın yapılmasında yararlı olmaktadır. Paleonöroloji, paleoantropolojik çalışmalarda hominin beyin evrimini belgeleyen ve bol miktarda literatür katkısı sağlayan önemli bir çalışma alanıdır. Beyin evrimi 7 milyon yıllık süreçte elde edilen fosil kalıntılar doğrultusunda yapılan çalışmalarla farklı hominin türlerindeki endokraniyal anatomisinin evrimi ve çeşitliliği hakkında genel bir bilgi sunmaktadır (Balzeau vd. 2012). Paleoantropolojik çalışmalarda ise beyin evrimi içerisinde meydana gelen beynin

bilişsel kapasitelerdeki değişimler, serebral morfoloji ve organizasyondaki çeşitlilikler önem taşımaktadır (Bruner 2017). Bu çalışmalarda beynin gelişimi ile çeşitli davranışlarına sebep olan ya da etkiliyen faktörlere de önem verilmiştir (Lieberman vd. 1971).

Modern insan beyni (Şekil 29) evrim boyunca kapasite artışı ile birlikte işlevsel olarak da gelişmektedir. Beynin boyutsal büyümesi ve işlevsel değişimini anlamlandırmak adına bir çok araştırmalar yapılmıştır. Bu çalışmalardan biri olan nörogörüntüleme beyindeki yapısal uzmanlık türlerindeki homolog beyin bölgelerindeki karşılaştırmalar yoluyla dilin beyindeki işlevsel lokalizasyonunu daha iyi anlamamızı sağlamaktadır (Oldham, Geschwind 2006).



Şekil 29. İnsan beyin görünümü (Ackerman 1992)

Beyinleşme oranı, bir türde ortalama gerçek beyin büyüklüğünün vücut büyüklüğüne göre beklenen beyin büyüklüğüne oranlanması ile elde edilir. Şekil 30'da görüldüğü gibi omurgalılar içinde en büyük beyinleşme oranı Homo sapiense aittir. Ancak yunusların beklenen büyüklüğe göre beş kattan fazla olan büyük beyinleri ancak sosyalleşme ile açıklanabilir (Nalçacı 2020).



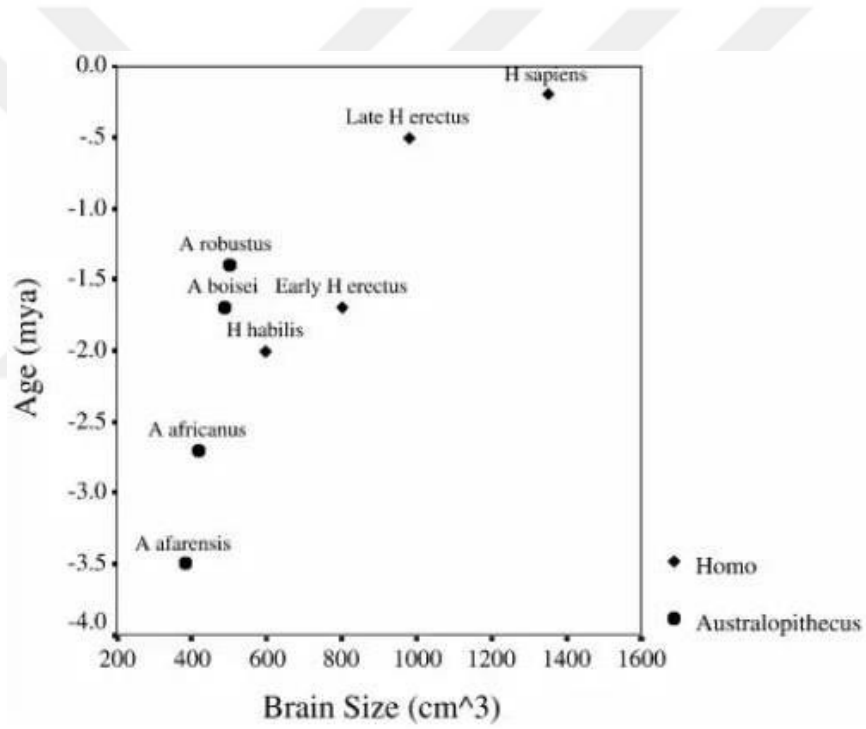
Şekil 30. Farklı memeli türlerinde beyinleşme oranı (Nalçacı 2020)

Orta Pleistosen’de başlayan beyin büyüme süreci son hominid türü olan modern insanda vücut yapılarının oranlarına kıyasla büyük bir beyine sahip olduklarını göstermektedir. İnsan ön loblarının, yaşayan maymunlarla karşılaştırıldığında en azından bağlantı derecesinde bir artış sergilediği varsayılmıştır (Bruner vd. 2014).

Broca alanı çevresindeki prefrontal korteks bölgelerinde gözlemlenen genişlemenin Neandertallerde ve modern insanlarda (*Homo sapiens*) diğer hominidlere (insan evrim ağacındaki diğer akraba türlere) kıyasla daha geç evrildiğini belirtmektedir. Bu da, insan evriminde dil, düşünce ve bilişsel yeteneklerin daha ileri seviyelere ulaşmasının, bu bölgelerdeki gelişimle paralel olduğuna değinilmektedir. Neandertaller ve modern insanlar, bu alanların evrimsel gelişimi açısından daha ileri bir aşamaya daha geç dönemde ulaşmışlardır. Bu, onların daha gelişmiş dil ve bilişsel yeteneklere sahip olmasını sağlamış olabilir. Kortikal kütlelerin lateraldeki yeniden dağılımının, beyin ve kraniyal yapılar arasındaki kısıtlamalarla ve özellikle de altta bulunan yüz bloğunun oluşturduğu kısıtlamalarla ilişkili olduğu düşünülmüştür. Daha büyük bir yüz bloğuna sahip olan Neanderthaller modern insanlarla karşılaştırıldığında, daha geniş ön alanlara sahip olduğu görülmüştür. Ön lobların, modern insan ve

Neanderthallerde doğrudan yörünge çatısının üstünde yer aldığı gözlemlenmiş, beyin gelişiminin az olduğu diğer hominidlerde bu kadar yakın konumlanma gözlemlenmemiştir. Bu da bağımsız olarak 100-150 bin yıl önce bu iki anatomik birleşen arasında daha fazla etkileşim içeren formun her iki soyda da evrimleştiği varsayılmıştır (Bruner vd. 2014).

Beyin boyutundaki artışın (Şekil 31) son birkaç bin nesilde neokortekslerin organizasyonlarını etkileyerek davranış değişikliklerinde daha da etkili olduğu görülmüştür. Tablo 3’de insan beyninin evrimindeki yeniden organizasyonel değişiklikler görülmektedir (Holloway vd. 2004).



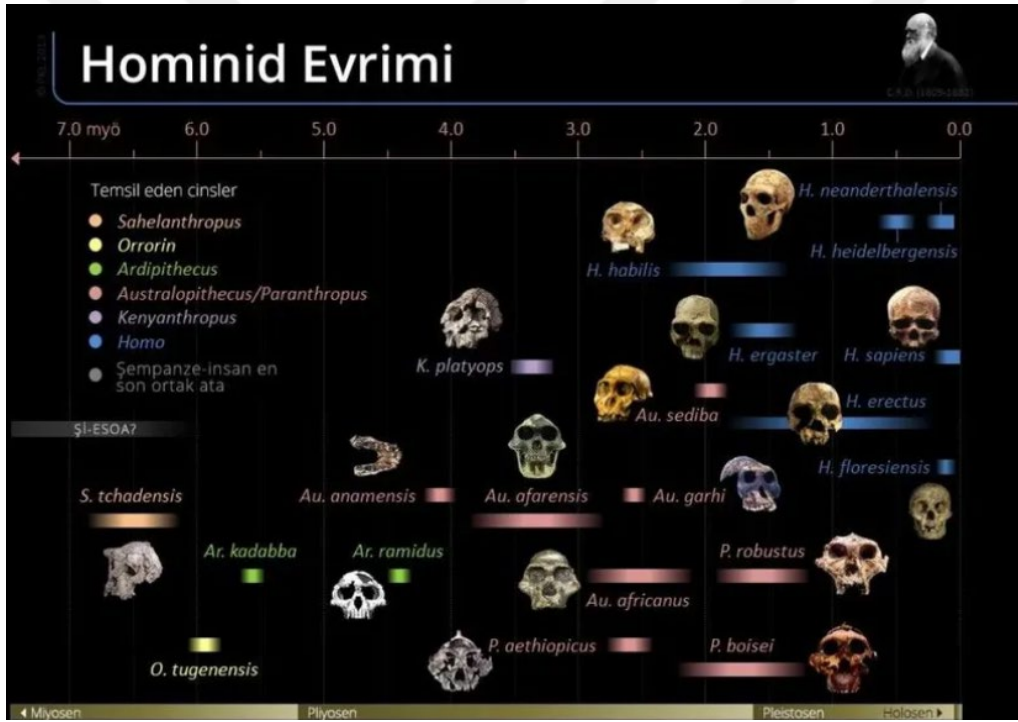
Şekil 31. Hominidlerde beyin kapasitesinin (cm) son 4 milyon yıl içindeki evrimi (Leonard vd. 2003)

Tablo 3. İnsan beyninin evrimindeki yeniden organizasyonel değişiklikler
(Holloway vd. 2004)

Beyin değişiklikleri	Taksonlar	Zaman	Kanıt izler
Birincil görme kortekste (Area 17) azalma ve arka parietal kortekste göreceli artış gözlemlenmiş	A. afarensis	3,5 - 3,0 my	AL 162-28 endokast (kalıbı)
	A. africanus	3,0 - 2,0 my	Taung çocuğu, Stw 505 SK 1585 endokast (kalıbı)
Frontal lobun yeniden düzenlenmesi (üçüncü alt frontal evrişim, Broca alanı, genişleyen profrontal)	Homo rudolfensis	2,0 - 1,8 my	KNM-ER 1470 endokast (kalıbı)
	Homo habilis Homo erectus		Endonezya endokastları (kalıbları)
Serebral asimetritler, sol oksipital, sağ frontal petaller	Homo rudolfensis Homo habilis Homo erectus	2,0 - 1,8 my	KNM-ER 1470 endokast Endonezya endokastları (kalıbları)
Kortikal organizasyonda modern Homo modeline yönelik değişimler	Homo erectus - günümüz	1,5 - 0,10 bin yıl	Homo endokastları (kalıbları) (erectus, neanderthalensis, sapiens)

Ortak yaşantının kısıtlamaları etkili olsa da, bilgi ve bireysel ifadelerde değişim ve gelişimler de yaşanmıştır. Evrimsel süreçte yaşamın en etkileyici özelliklerinin insan zekasının kullanımına ilişkin ortaya çıkan ürünler olduğu bilinmektedir. Evrimsel süreç boyunca bilişsel seçilimin sağladığı avantajlarla ilgili bir çok düşünce ortaya atılmıştır. Evrimsel süreç içerisindeki yaşamlarında; savan ortamlarının koşulları, avcılık, alet kullanımı, çöpçülük, yiyecek arama, gıda işleme, hayatta kalma uzun yaşam seçilimini etkileyen faktörlerdir. Birçok türün avlandığı savan ortamlarında, iklim koşullarına bağlı olarak avlanabilmeleri için alet yapımı ve kullanımı yaşam süresini uzatmaktadır. Bu önemli bilişsel yetkinliklerin gelişmesi genellikle ortak problemlerin tetiklemesi ile etkili olurken, bu yetkinlikler - avı izlemek, meyve toplamak, avlanmak ve barınmak beyin gelişimindeki nörojenezin olağan üstü bilişsel yeteneklerinin gelişmesini sağlamıştır (Flinn vd. 2005).

Hominid evrim sürecinde (Şekil 32) çevresel ve sosyal değişimlerin artmasıyla temel insansı formlara uyarlanmanın temelleri atılmaktadır. Hominidlerin bu süreçte deneyimledikleri yeni yaşam şartlarıyla çeşitlilik gösterdiği ve değişimle birlikte gelişimin başladığı düşünülmektedir. Grup içi sosyalleşmenin (birbirleriyle iletişim kurmaları) başlaması, iki ayak üzerinde yürüme, beyinlerini kullanmadaki değişim, dil insan evriminde çok önemli bir süreçtir (Potts 1998). Bir fosili insansı olarak adlandırmanın morfolojik temeli, esasen onun diş yapısına ve bipedal lokomasyona sahip olduğunu gösteren iskeletsel kanıtlara dayanmaktadır (Shapiro 2009).



Şekil 32. Hominid evrimi (<https://evrimagaci.org>)

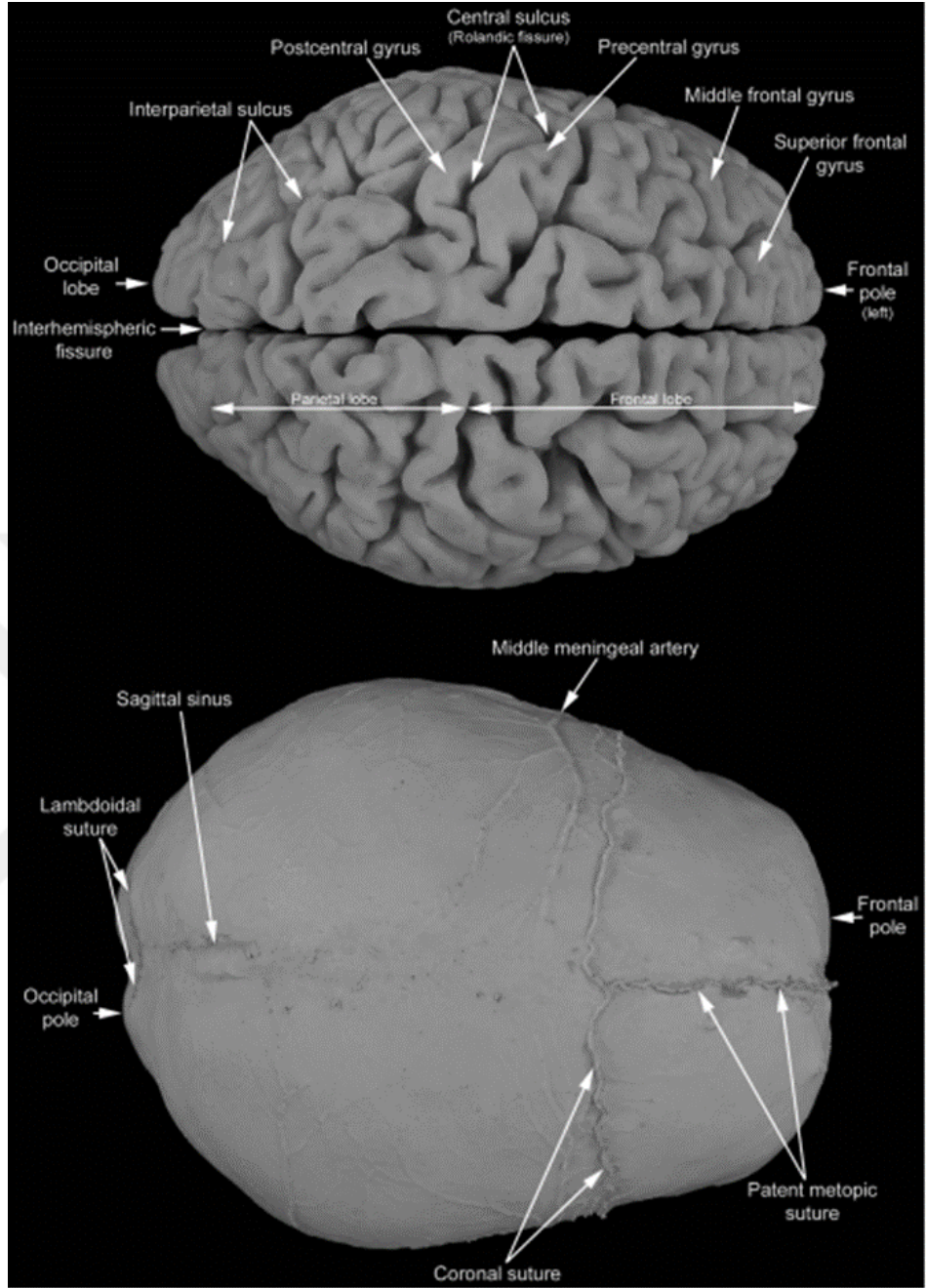
Mutlak ve göreceli beyin boyutunda artış muhtemelen insanın evrimsel soyunun temel özelliğidir ve genellikle artan kültürel ve davranışsal karmaşıklıkla ilişkilendirilmiştir. Serebral boyutlardaki değişiklikler, kafatası ve yüz yapılarındaki modifikasyonla bütünleşmiş ve ön-arka olarak daha kısa bir yüzle, anatomik olarak modern insanlarda türetilmiş benzersiz özellikler olarak

değerlendirilmiştir (Bruner vd. 2014). Türümüzün beyin yapısındaki bilişsel karmaşıklık çeşitli nedenlerden oluşmaktadır. Bunlar; artan nöron sayısı, sinaptik bağlantıları, ilgili işlem kapasitesi ve beyin büyüklüğünün genişlemesi olarak sayılabilir. Beyin büyüklüğü türlerde yakın ya da benzer olsa da davranışsal ve sosyal beceriler bakımından önemli ölçüde farklılıklar gösterebilmektedir. Modern insan beyin kapasitesi bakımından 1000 gramlık çeşitlilik vardır, ancak hepsi dil kullanımı ve insana özgü diğer kapasiteleri yönetme yeteneğine sahiptir. Beyin gelişimindeki değişikliklerde, nöroanatomik yeniden organizasyondan ve moleküler düzeydeki modifikasyonlardan kaynaklanmaktadır. Beyin kapasitesinin büyümesi veya toplam nöron sayısının artmasının yanı sıra yeniden yapılanmanın biliş gelişiminde türler arasındaki farklılıklar oluşması muhtemeldir. İnsan beyni boyutundaki artış çoğunlukla neokorteksin, özellikle de frontal, temporal ve parietal lobların heteromodal birleşme bölgelerinin genişlemesinden kaynaklanmaktadır (Verendeev, Sherwood 2017).

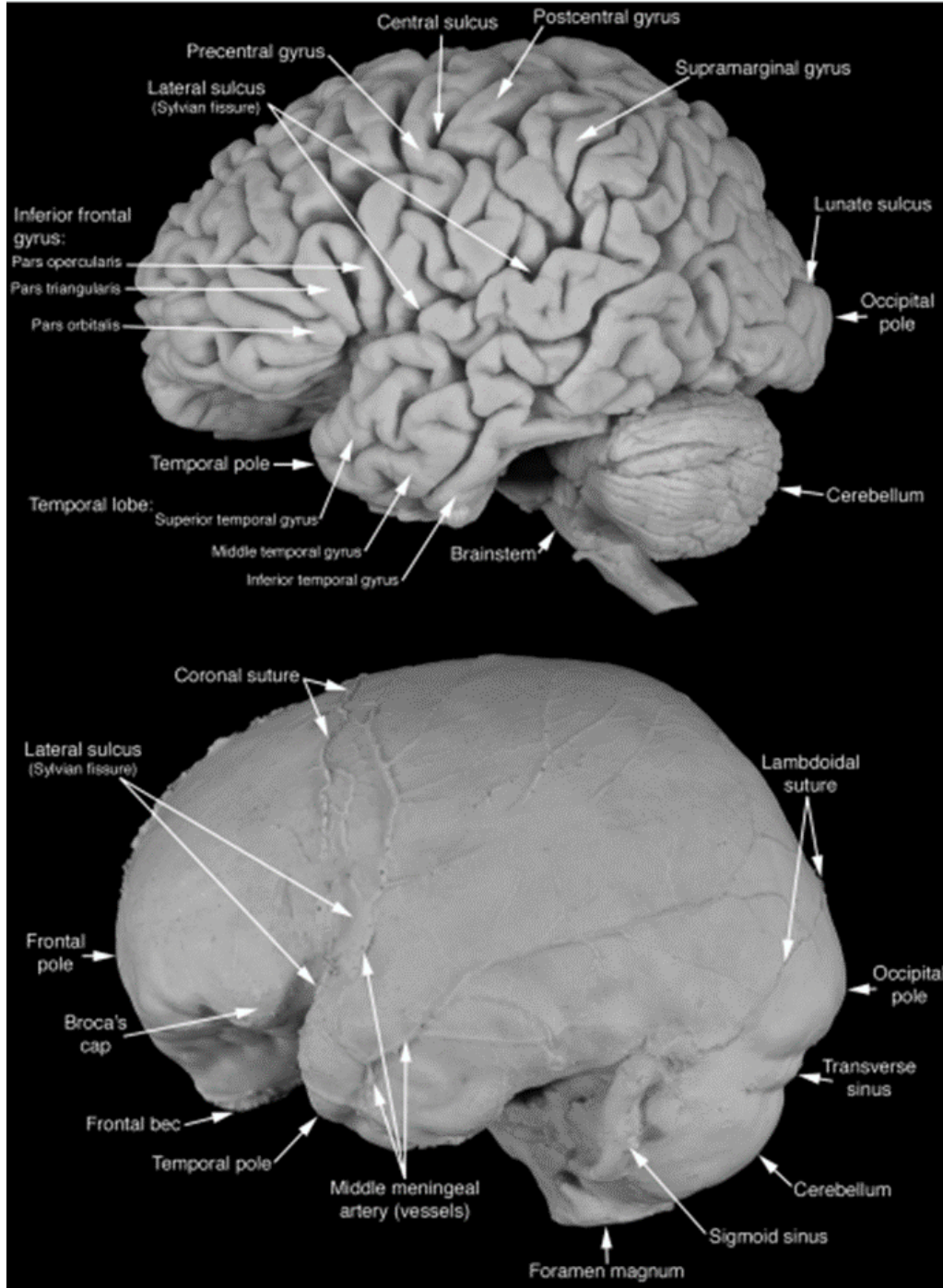
Kafatasının sert yapısının morfolojik özelliklerinden beynin yumuşak dokusu anatomik bilgileri elde edilmektedir. Resim 5 ve 6'da modern insan beyninin endocast görüntüleri verilmiştir. Kafatasının şekli beynin büyüklüğüyle orantılıdır. Beyindeki büyüme ve gelişme, kafatası kapasitesini belirlemektedir. Endokraniyal hacmindeki beyin korteksi, meninksler ve damarlar kafatasının şeklini oluşturmaktadır. Kafatasının şekli beynin şekliyle eşleşir ve yüzeyi yüzeysel yapılar olan giruslar, sulkuslar, arterler ve damarların izlerini taşır. Beyin gelişiminde yapısal ilişkiler, fiziksel temaslar, büyüme güçleri ve biyomekanik faktörler etki ederken, fonksiyonel ilişkiler ise paylaşılan fizyolojik ve biyokimyasal mekanizmaların sonucu oluşmaktadır. Bu da bizlere beynin büyümesi ve gelişmesi aşamasında yapısal ve işlevsel ilişkiler sayesinde beyin ve beyin zarında karşılıklı morfolojik ilişki kurulduğunu, beyin kutusunun, aktif modelleme yoluyla morfolojik olarak büyüyen beyne uyum sağladığını göstermektedir (Bruner 2017).

Morfogenez, yumuşak ve sert dokular arasındaki fonksiyonel ve yapısal ilişkilere dayanmaktadır. Beyin kasasının kemikleri, serebral korteks, damar ağları, bağ katmanları ve beyin omurilik sıvısı, evrimsel değişiklikleri kısıtlayan ve etkileyen dengeli bir morfogenetik kompleks oluşturur. Bu ağ içerisinde beyin,

üst endokraniyal bölgelerdeki kemikleri büyük ölçüde şekillendirirken, alt endokraniyal bölgelerde yüz bloğu ve kraniyal taban ile ilişkili kısıtlamalar nedeniyle ters ilişki daha olası görülmektedir. Hominid paleonörolojisinde açıklanan mekansal değişikliklerin çoğu, endokraniyal hacimlerin fronto-parietal yanal genişlemesi sonucu oluştuğu ve modern insanlarda tüm parietal yüzeyin daha fazla genişlemesi görülmüştür. Endokastların incelenmesi yalnızca nörokraniyal morfolojiyle ilişkili boyut ve şekil değişiklikleri hakkında bilgi sağlarken, histoloji ve nöroanatomi gibi alanlar, sağlam evrimsel hipotezleri desteklememize imkan sağlamaktadır. Nöropsikoloji ve diğer biyomedikal alanlarla entegrasyon, beynin mekansal organizasyonu ile metabolizma veya biliş gibi işlevsel konular arasındaki olası ilişkileri değerlendirmemiz açısından önemli bir çalışma alanını oluşturmaktadır (Bruner 2015).



Resim 5. Endokast yüzeyindeki ayrıntı kaybını göstermek için modern insan beyni ve endokastın dorsal görünümü (Holloway 2014)



Resim 6. Endokast yüzeyindeki ayrıntı kaybını göstermek için modern insan beyni ve endokastın yanıl görünümü (Holloway 2014)

Beyin asimetrisi (beyin torku) sol arkaya doğru ve sağ öne doğru olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Bu asimetri davranışsal ve bilişsel kapasitelerle ilişkili bilgiler elde etmemizi sağlamakla birlikte, hominin türleri arasında ayrım yapabilmemiz için endokraniyumun boyutu ve şeklindeki farklılıklar açısından değerlendirmemizi sağlamaktadır. Bununla birlikte, anatomik olarak modern Homo sapiens fosillerindeki endokraniyal form, boyut ve şekil varyasyonları ve türümüzün ortaya çıkışından bu yana beynin evrimi hakkında çok az bilgiye sahibiz. Erken Homo Sapiens'in fosil kayıtlarına ilişkin sınırlı bilgiye örnek olarak iyi bir örnek, 1868 yılında keşfedilen ilk Homo sapiens fosillerinden birinin (aynı zamanda en iyi korunmuş Avrupa örneklerinden), endokraniyal morfolojisi ile ilgili olarak hiç çalışılmamış olması insan evrimi üzerinde bilgi birikimimizin sınırlandığı vurgulanmaktadır (Balzeau vd. 2012).

Paleoantropolojik çalışmaların büyük zorluklarından birkaçı, erken hominidlerdeki kafatası verilerinin yetersiz olması, endokraniyal kapasitenin belirlenmesi, beyin evriminin değişim sürecini ve yapısını anlamaktır. Her yeni kafatası keşfi beyin evrimi modelleri açısından oldukça önemlidir (Conroy 1998). 2,0 – 2,7 milyon yıl önceye tarihlendirilen insan fosillerinin çalışılmasıyla beyin büyüklüğünün evrimsel süreçteki değişimi ortaya konulmuş ve bu çalışmaların verileri doğrultusunda Homo cinsinin tanınması sağlanmıştır (Leonard vd. 2003).

Beyin büyüklüğünün beyin yapısıyla yakın bir ilişki içinde olduğu belirtilmiştir. Büyük beyinlerde nöronların ve glial hücrelerin sayısı artmış ve bu beynin her bir nöronunun sahip olduğu bağlantıların oranını nasıl korunduğunu ortaya çıkarmıştır. Kortikal işlevi verimli bir şekilde sürdürmek için beyin yapısı, beynin kortikal ağlarda enerji ve zamandan tasarruf etmeye çalıştığını varsayan minimum akson uzunluğu ilkesini takip edecek şekilde optimize edilmiş, bu optimizasyon, beyin boyutuna göre kortikal geometride makroskobik değişikliklere neden olmuştur. Kortikal gri madde (GM) hacminin, yüzey alanının ve kortikal kalınlığın göreceli oranı, memeli beyinlerindeki beyin boyutundaki değişime yanıt olarak sabit olmadığı; bu da, büyük beyinlerin kortikal geometrisinin basit bir şekilde küçük beyinlerin büyütülmüş bir versiyonu olmadığını göstermiştir. Beyin büyüklüğü ile kortikal yapı arasındaki bu ilişkinin,

beyin gelişiminin altında yatan ilkeleri anlamak için önemli ipuçları barındırdığı şeklinde yorumlanmıştır (Im vd. 2008).

Beyin büyümesi, bebek ve çocuklarda yavaş şekilde gerçekleşmesi ve uzun anne bakımını içeren modern insan yaşam öyküsü stratejisiyle de doğrudan ilişkilidir. Bebeklik döneminde bazal metabolizma gelişim hızının büyük kısmı beyne ayrılmaktadır. Bu nedenle beynin enerji gereksinimleri ile bebeklik ve çocukluk dönemindeki vücut boyutu büyümesi arasında ters bir ilişki vardır; beyne yapılan enerjik yatırım çocukluk döneminde zirveye çıkarken, vücut büyüme oranları azalır ve beyin metabolizmasının en yüksek seviyeye ulaşmasından sonra artış görülmemektedir. Bebekler ve küçük çocuklar üretebileceklerinden daha fazla enerjiye ihtiyaç duyduklarından, doğum sonrası hızlı beyin büyüme oranları, hominin evriminde allomaternal bakım veya işbirlikçi üreme için seçici baskıya katkıda bulunabilmektedirler (Cofran 2019). Radyatör hipotezine göre, iki ayaklılığa yönelik seçim sonunda kafatası damarları ağının evrimiyle sonuçlanan bir dizi olayı başlatmıştır. Bu, arabaların radyatörlerinin motorlarının aşırı ısınmasını engellemesi gibi, belirli hominin türlerinde hipertermiyi uyaran koşullar altında beyinlerin seçici olarak soğutulmasına (SBC) katkıda bulunmuştur. Beyinler metabolik olarak son derece aktiftir ve ısıya karşı çok hassastır. Bu nedenle beyin ısısı homeostazisi, türlerin evrimi ve özellikle türe özgü ensefalizasyon süreçleri üzerinde yaygın seçici baskılar ve kısıtlamalar getirebileceğinden, beyin termoregülasyon süreçlerinin evrimsel düzeyde alakalı olduğu açık görünmektedir (Bruner vd. 2014). Beyin sıcaklığı, beyni besleyen arteriyel kanın sıcaklığı, kan akış hızı ve beynin metabolik ısı üretim hızı ile belirlenir. Beyin büyüklüğü Australopithecus'tan Homo sapiens evrimsel sürecinde SBC'nin damar sisteminin gelişmesi beyin boyutunun artışı ile bağlantılıdır. Australopithecus'tan başlayıp Homo'ya kadar beyin boyutundaki büyüme damar sisteminin gelişmesiyle mümkün olmuştur. Beyin boyutundaki artış, kafatasını besleyen damar sisteminde de önemli değişikliklere yol açmıştır. Özellikle, foramen olarak adlandırılan kafatasındaki açıklıklar boyunca uzanan damarların sayısında artış gözlenmiştir. Bu değişim, beynin kan dolaşımını ve dolayısıyla beyin fonksiyonlarını iyileştirerek beyin büyümesine destek olmuştur. Evrimsel süreçte, bu damar sisteminin gelişimi,

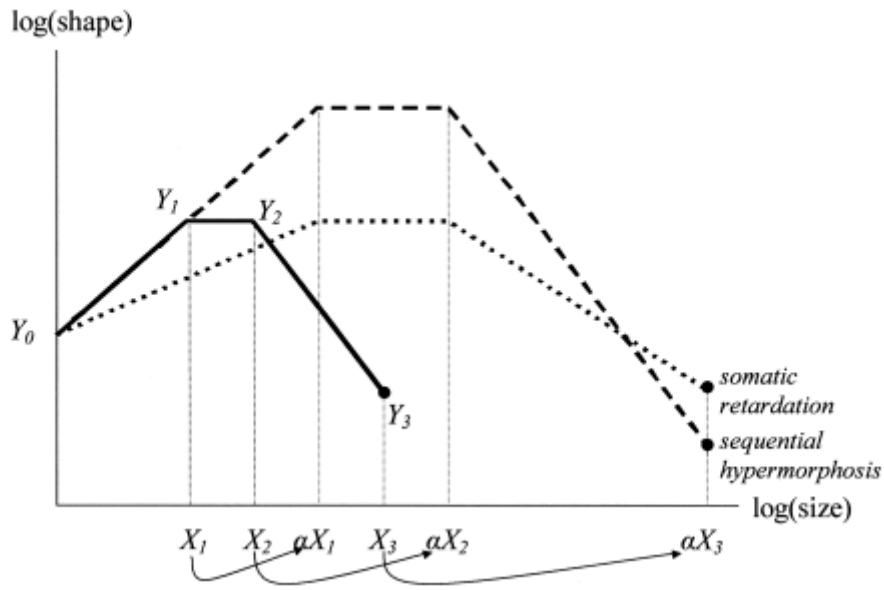
artan beyin büyüklüğüyle birlikte devam etmiştir ve bu da iki ayaklı yürüme (bipedalizm) gibi karmaşık hareketlere ve yaşam tarzlarına daha iyi uyum sağlamayı kolaylaştırmıştır. Yani, beyin büyümesinin kraniyal damar sistemindeki adaptasyonlar sayesinde iki ayaklı yürümeyle daha verimli bir şekilde evrimleştiği düşünülmektedir (Falk 2009).

Beynin insansı modelindeki gelişmelerinin 2-2,5 milyon yıl önce Australopithecus formundan itibaren başladığı, endokraniyal hacmin üç kat arttığı bu da karmaşık ve verimli yapısıyla insan beyninin oluşumunu sağlamıştır. Beynin evriminde özellikle serebral korteksin boyutu ve şekline önemli değişimler oluşmuştur. Biyolojik zekanın oluşumunda serebral kortekste bilgi işleme kapasitesi ve işlem modlarının çalışma şekilleri etkilidir. Beyin boyutunun gelişiminde etkileşime giren faktörler vardır. Bunlar; (1) enerji kısıtlamaları ve (2) sinirsel işlem kısıtlamalarıdır. İnsan beyni yaklaşık 1500 cm³'lük kapasiteye sahiptir ve yaklaşık 15 W (Watt) üretmektedir (Hofman 2012).

Beynin evriminde insan bilişinin oluşumu ve gelişimi fosil kafataslarının endokraniyal kapasitelerinin büyüklüklerine ilişkin antropolojik çalışmalarla değerlendirilir. Biliş ölçümünde serebral kan akışı hızı ile orantılı olarak serebral metabolizma hızı etkilidir. Hominin beyninin beslenmesi büyük ölçüde iç karotid arterler tarafından sağlanmaktadır. Bu damarlar yaşamda etkili olup iletsel olarak foraminların boyutları, beyin perfüzyon hızını ölçmede ve hesaplamada fosil kafataslarından yararlanılır. Australopithecus'tan arkaik Homo sapiens'e kadar temsil edilen 11 tür hominin atasında yapılan perfüzyon ve beyin ölçümü çalışmaları sonucu ölçeklendirilen beyin boyutunun orantısız bir şekilde arttığı saptanmıştır (Seymour vd. 2016).

“Sequential Hypermorphosis”ın, çeşitli beyin büyüme dönemlerini uzatarak insan beyninin evriminden sorumlu olduğu ileri sürülmüştür. Bu görüşün savunucuları, büyümenin uzamasının, insan evrimi boyunca nispeten büyük bir beyne yol açacağını düşünmüşler ve paedomorfozun (ergin evrede çocuk gibi kalma) beyin boyutundaki evrimsel değişikliklerin bir mekanizması olarak görülmesini reddetmişlerdir. Büyüme dönemlerinin uzatılması, ancak büyüme hızının atadan toruna doğru artması veya ata düzeyinde kalması durumunda

nispeten büyük yapılar üretildiği görüşünü oluşturmuştur (Antón 2003). Paedomorfoz ve peramorfozun sınırlı tanımlayıcı kapsamı, ardışık hipermorfoz yoluyla insan ensefalizasyonu (EQ) hipotezinin analizinde gösterildiği gibi, morfometrik evrimin heterokronik (çocuk görünümlülük) belirteçlere atıfta bulunulmadan çalışılabileceği gösterilmektedir. Vrba'nın (1998) sıralı hipermorfozun (sequential hypermorphosis) doğrusal versiyonu, Rice (2001) tarafından bağımsız olarak gösterilmiş, insan beyni boyutunun Australopithecine benzeri bir atadan nasıl evrimleşmiş olabileceğine dair ikna edici bir model olarak görülmüştür. Sıralı hipermorfoz, matematiksel çıkarımlarımız ile beyin büyümesi verilerinin analiziyle elde edilen ampirik sonuçlar arasındaki eşleşmenin de gösterdiği gibi, morfometrik evrimin başarılı bir modelidir (Şekil 33) (Vinicius, Lahr 2003).



Şekil 33. Somatik gerilik ve sıralı hipermorfoz gösterimi (Vinicius, Lahr 2003)

Pliyosen Dönem’de Australopithecus’ta ortalama 450 cm³ olan beyin kapasitesi Homo sapiens’e evrimlenene kadar üç kat artış göstermektedir. Homo sapiens 1345 cm³’e ulaşan beyin kapasitesi hominid beyin boyutundaki evrimini göstermektedir. Beyin ağırlığının vücut ağırlığına oranı ölçülüp (EQ=1) hesaplamalar yapılmaktadır. Australopithecus afarensis’in 3,1 - 3,6 milyon yıl, Homo neanderthalensis’in 30 bin yıllık fosil örneklerinin EQ ölçümleri yapılmış,

Australopithecus afarensis 2,5 ve Homo neanderthalensis 7,5 olarak hesaplanmıştır. EQ ölçümlerinin zekanın iyi göstergesi olduğu varsayılmıştır. Modern insan EQ derecesi memeliler arasında 7,4 ile 7,8 olarak en yüksek dereceye sahip oldukları görülmektedir (DeFelipe 2011).

İnsan beyninin en önemli özelliklerinden bazıları şunlardır (Hickerson 1980):

1. Görme duyusuyla ilişkili olan oksipital lobda genişleme görülür.
2. Görsel ve işitsel uyaranların analizi ve hafıza sistemi temporal lobda güçlü bir gelişme göstermiştir.
3. Beynin ön loblarında yüksek oranda büyüme, yüksek, şişkin bir alın, frontal lob kıvrımlı korteks yapısı motor ve duysal alanları içerir, bu gelişmeler ayırt edici bir insan özelliği olarak kabul edilir.
4. Parietal ve temporal lob kelime hafızası, konuşma işlevleri, bilgi işleme serebral kortekste yoğunlaşmıştır. Beyin büyürken uzmanlaşma artmıştır ve büyüyen beyin dilin kullanımı üzerinde etkiye sahip olmuştur.

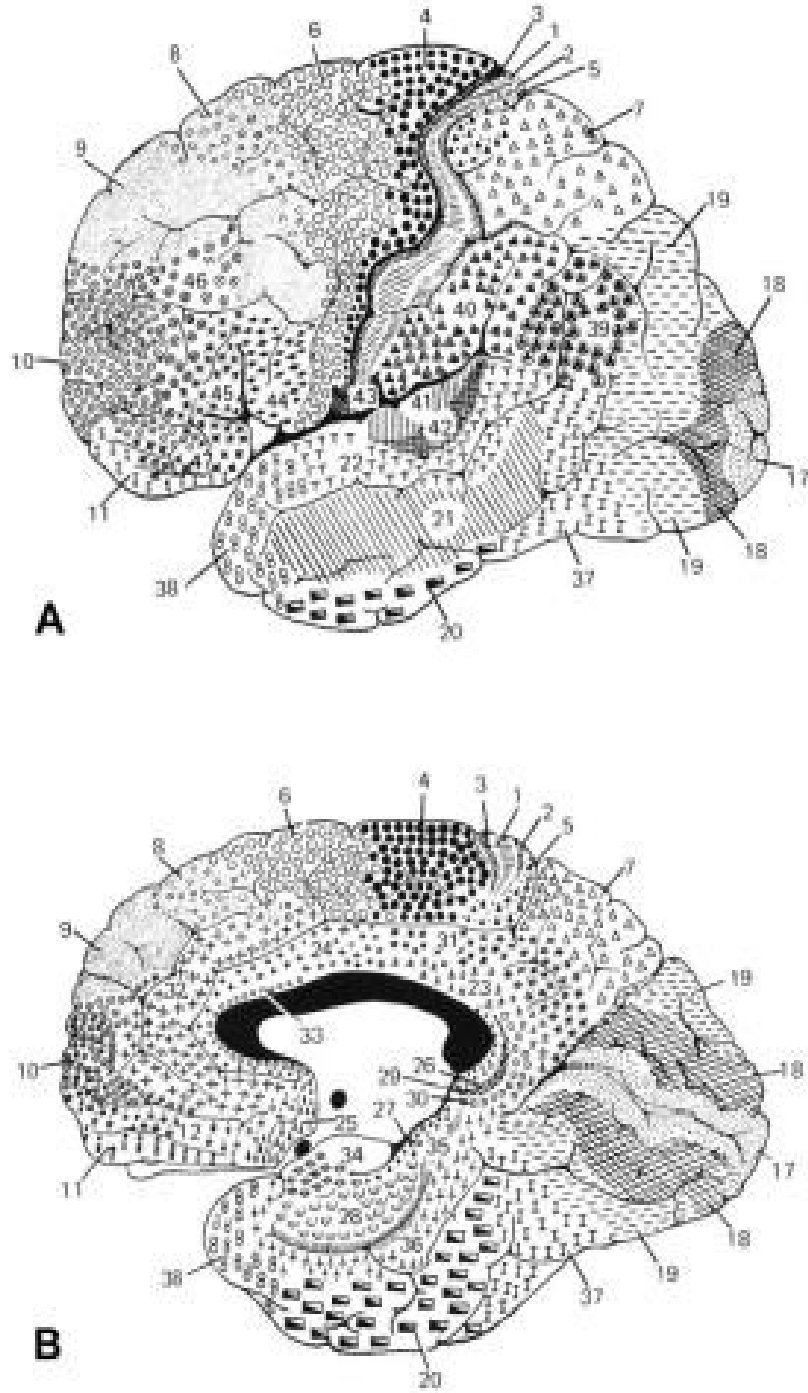
Beyin boyutundaki artış neokorteksin, frontal, temporal ve parietal lobların heteromodal birleşme bölgelerinde oluşan genişlemeden kaynaklanmaktadır. İnsanlarda (asosiasyon korteksindeki) bilinçli düşünme, algılama ve amaca yönelik hareketler gibi en üst düzey beyin işlevleriyle ilgili olan anatomik bölgelerde oluşan evrimsel değişiklikler meydana gelmiştir. Broca alanındaki (özellikle 44 ve 45 numaralı Brodmann bölgeleri olarak bilinen kısımlar) yapısal ve işlevsel değişikliklerin, beynin bilgi işleme kapasitesini artırdığı ve beynin diğer alanlarıyla olan ilişkilerini yeniden düzenlediği belirtilmektedir. Bu değişiklikler, beynin farklı bölgelerinin zamanla özelleşmesine ve dil gibi karmaşık işlevlerin evrimleşmesine katkıda bulunmuştur. Yani, Broca alanındaki bu gelişmeler, dil becerileri gibi karmaşık bilişsel işlevlerin evrimsel süreçte farklılaşmasını ve ilerlemesini sağlamıştır. Bu da, insan beyninin zamanla daha gelişmiş bilişsel yetenekler kazanmasına olanak tanımıştır (Verendelev, Sherwood 2017).

Beyin yapısındaki yüksek seviye zeka gelişimi, davranışsal farklılıklarımızı sağlamamıza, dil gelişiminde ve iletişimde yeni sembolleri

retme, ğrenme ve var olan sembol sisteminde değişim sağlama, sanatsal ifade, bilişsel beceri ve çeşitli beceriler geliştirmemizi sağlamıştır. Kültürel birikimimizi nesiller boyu aktarmamıza ve dünyadaki tüm türlerin kaderini belirleyen organ olan beynin insan evrimindeki öneminin kanıtıdır. Boyutsal gelişiminin yanı sıra yapısal olarak da benzersiz bir şekilde gelişim gösterdiğini kanıtlar niteliktedir. Fakat modern insan beyin yapısında ne çekirdek ne de lif yolu bakımından farklılık gözlemlenmemiştir (Holloway vd. 2004).

Brodmann'ın (1909) insan beyninin sito mimari haritaları ve erken hominid evrimindeki başlıca kortikal bölgeler Şekil 34 ve Tablo 4'de verilmektedir.



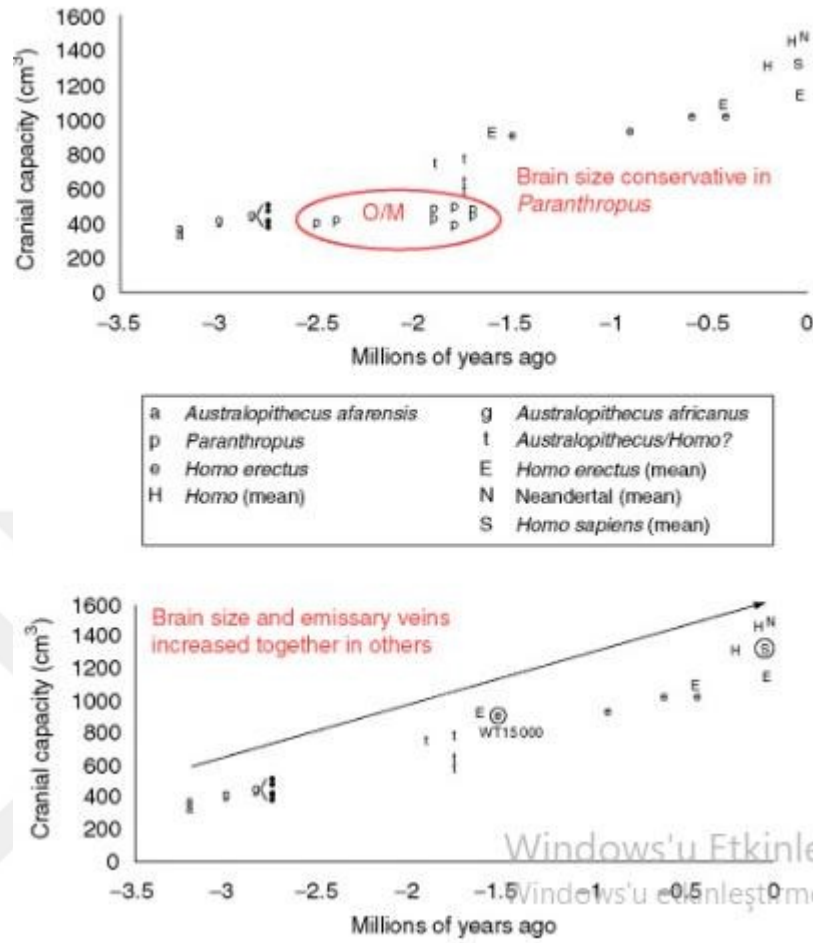


Şekil 34. Brodmann'ın (1909) insan beyninin sito mimari haritaları
A: yan görünüm; B: medial (Holloway 2004)

Tablo 4. Erken hominid evrimindeki başlıca kortikal bölgeler (Şekil 34’de ki numaralandırma) (Holloway vd. 2004)

Kortikal Bölgeler	Brodman Alanları	Fonksiyonlar
Birincil görsel çizili korteks	17	Birincil görsel
Posterior prietal ve anterior oksipital korteks	18, 19	Alan 17 ile ikincil ve üçüncül görsel entegrasyon
Arka parietal, üstün lobül	5,7	İkincil somatosensoriyel
Posterior parietal, alt lobül (çoğunlukla sağ taraf, sol taraf sembolik-analitik işlemleri gerçekleştirir)	39	Açısal girus; nesneler arasındaki mekansal ilişkilerin algılanması; yüz tanıma.
Posterior parietal, alt lobül (çoğunlukla sağ taraf; bütünsel, gestalt işleme)	40	Supramarjinal girus, uzaysal yetenek
Arka üstü temporal korteks	22	Wernicke alanı, posterior superior temporal girus; dilin anlaşılması
Arka alt temporal	37	Entegrasyon, görsel, işitsel; Nesnelerin niteliklerinin algılanması ve hatırlanması.
Yanal prefrontal korteks	44,45,47	Broca alanı (Broca şapkası), seslendirmenin motor kontrolü, dil
	Ayrıca 8,9,10,13,46	Karmaşık bilişsel işlevler, hafıza, dürtülerin engellenmesi, öngörü vb.

Fosilleşmiş kafatası kalıntıları, kanın kafatasından vertebral damar pleksusuna hangi yollarla aktarıldığını belirlemek amacıyla incelenebilir. Bu tür çalışmalar, kafatası kanının iletimi için her biri farklı fosil hominid gruplarını karakterize eden iki farklı strateji ortaya koymuştur. Bir yandan, robust Australopithecinlerde (Paranthropus veya Australopithecus robustus, Australopithecus boisei) ve Hadar, Etiyopya'daki erken hominidlerde (Australopithecus afarensis) alışılmadık şekilde genişlemiş bir Oksipital/Marjinal (O/M) sinüs sistemi oluşmuştur. Öte yandan, gelişen küçük damar ağının temsilcileri gracile Australopithecine'lerden (Australopithecus africanus) modern Homo sapiens'e kadar izlenebilmiştir (Falk 1990) (Şekil 35).



Şekil 35. Çeşitli fosil homininler ve günümüz *Homo sapiens*leri için kafatası kapasitesi (Falk 2009)

Beyin evrim çalışmalarının zorluğunu sıralarsak (Bruner 2017);

1. Fosil kayıtlarının yetersizliği; biyolojik ve istatistiksel olarak anatomik varyasyonlara ilişkin yeterli veri elde edilememesi,
2. Paleoantropolojinin çalışma alanı olup özel yeterlilik veya uzmanlık gerektirmesi,
3. Morfoloji ve genel anatomi alanlarının, metodolojik yaklaşımlara kıyasla daha az ilgi görmesi,
4. Nörobiyologların paleoantropolojik, makroskobik anatomi ve morfometriklere dayanan alanlarda daha az çalışmaları,

5. Beyin yapısının karmaşıklığı, bireysel farklılıklar göstermesi morfolojik olarak araştırılmasını zorlaştırmaktadır.

3.1.1. Hominid Beyin Gelişimi

Beynin evrimiyle ilgili iki tür fosil kanıt vardır. Bunlar beyin mutlak beyin göstergeleri ve beyin kıvrımları ve yarıklarını içeren yüzey özellikleri hakkında bilgilerdir. Fonksiyonel kraniyoloji alanının önemli konularından olan kafatası ve beyin arasındaki ilişki; morfogenetik süreçlerde fonksiyonel ve yapısal bileşenler gibi davranan meninksleri ve damar ağındaki sistemi içermektedir. "Etmomaksiller kompleks," kafatasının tabanındaki etmoid kemik ve üst çene (maksilla) kemiklerinin birleşiminden oluşan bir yapıdır. Bu yapı, kafatası içindeki sinirler, kan damarları ve solunum yolları gibi önemli fonksiyonel bağlantıların kurulmasını sağlar. Bu biyomekanik etkileşimler, kafatasının doğru bir şekilde şekillenmesi ve işlevselliğini sürdürebilmesi için kritik öneme sahiptir. Özellikle primatlarda, bu yapıların doğru gelişimi, beyin ve yüz yapısının evrimsel süreçte optimal bir şekilde evrilmesini kolaylaştırır (Bruner vd. 2014).

Ön beyin evrimsel gelişiminde en yeni, art beyin ise en eski olanıdır (Penrose 2001). Homo cinsinin kökenine ilişkin (taksonomisi ve filogenesi hakkında) kesin bir birlik sağlanamasa da genel olarak kabul edilen görüşler mevcuttur. Beyin ve vücut yapısındaki büyümeler, vücut boyutunda sexual dimorfizmde azalma, uzuv oranlarında değişimler, diş boyutunda küçülmeler ve 2,5 - 1,8 my önce taş alet yapımına başlanması evrimsel süreç içerisinde önemli değişikliklerdir (McHenry vd. 2000). Homo sapiens'in atası olan hominin taksonunu tanımak insan evrimi araştırmalarında karşılaşılan zorluklardan biridir. Çalışmalar sonucu bazı araştırmacılar tarafından kök tür olarak kabul edilen H. heidelbergensis'in Afrika'da Homo sapiens'in ortaya çıkmasına ve Avrupa'da Neanderthallerin evrimine yol açan evrimsel farklılaşmada rol oynadığına inanılmaktadır. Ancak tam net şekilde Homo heidelbergensis'in tanısı ve hipodigması halen açıklığa kavuşturulmamıştır (Mounier vd. 2011).

Hominid evrimi sırasında beyin çeşitli bölgelerinin yeniden düzenlenmesi ve farklı gelişimi ile ilişkili evrimsel değiş-tokuşlar bağlamında evrimsel biyoloji ile fizyolojik işlev arasındaki etkileşimi anlamının önemi giderek daha fazla fark

edilmiştir. Organizmalar bağımsız özelliklerin bir koleksiyonu olarak görülmemiş, daha çok entegre varlıklar oldukları ve kafatasının mekansal olarak birbirine yakın özellikleri arasındaki çeşitliliği ile bunun nasıl gerçekleştiğinin dikkate alınmasının önemine değinilmiştir. Beynin uzun vadeli evrimsel eğilimi, modern bağlamda işlevsel kapasitelerini etkilemiştir (Bruner vd. 2014).

Primatların beyin yapısındaki gelişmelerin, insana özgü bilişsel yeteneklerin evriminde nasıl rol oynadığını, beynin yüzey alanının artışı, girus ve sulkuslar gibi yapılarla gerçekleşmiş ve bu artış, bilişsel kapasitenin gelişmesine katkı sağlamıştır. Beyin büyüklüğü ile bedensel yapı arasındaki denge, evrimsel süreçte beyin fonksiyonlarının optimize edilmesi açısından önemli bir faktör olarak ele almıştır. İnsan beyninin evrimi boyunca sosyal yapının etkilerini de değerlendirmektedir. Grup yaşamı, karmaşık sosyal etkileşimler ve dilin evrimi, beynin organizasyonel yapısında belirleyici rol oynadığını belirtmektedir (Güleç 2021).

"Aklın doğuşu, insanın doğa ile girdiği mücadelenin bir sonucudur. İlk insanlar, çevrelerindeki dünyayı anlamaya ve ona hükmetmeye çalışırken, zihinsel kapasitelerini sürekli olarak geliştirmek zorunda kalmışlardır. Bu süreçte, alet yapımı ve kullanımı, insanın doğaya karşı direncini artırırken, aynı zamanda düşünme ve problem çözme yeteneklerini de geliştirmiş. Aletlerin yapımı, sadece fiziksel bir beceri değil, aynı zamanda zihinsel bir faaliyet gerektirmiştir; çünkü her alet, belirli bir amaca hizmet etmek üzere tasarlanmış ve bu da önceden planlama, hayal gücü ve kavramsal düşünce gerektirmiştir. Bu evrimsel süreç, insanın biyolojik yapısında da köklü değişimlere yol açmış. Özellikle beynin evrimi, insana özgü soyut düşünme, dil kullanma ve sosyal ilişkiler kurma yeteneklerinin ortaya çıkmasına olanak tanımıştır. Beynin büyüklüğü ve karmaşıklığı arttıkça, insanlar daha karmaşık toplumsal yapılar kurmaya, dillerini geliştirmeye ve bu diller aracılığıyla bilgi ve tecrübelerini kuşaktan kuşağa aktarmaya başlamışlardır. Bu, yalnızca biyolojik değil, aynı zamanda kültürel bir evrim olarak değerlendirilmektedir. Dolayısıyla, aklın doğuşu, basitçe insanın beyninin gelişmesiyle açıklanamaz; bu, insanın sosyal varlığıyla ve çevresiyle olan ilişkileriyle doğrudan bağlantılıdır. İlkel insan toplulukları, avlanma, toplayıcılık ve nihayetinde tarım yoluyla, doğayla olan ilişkilerini sürekli olarak

yeniden tanımladılar. Bu süreçte, insanlar yalnızca doğayı anlamakla kalmadılar, aynı zamanda onu dönüştürdüler ve bu dönüşüm de insan aklının sürekli olarak gelişmesine neden olduğunu belirtmektedir. Sonuç olarak, aklın doğuşu, biyolojik evrim ile sosyal etkileşimlerin bir bileşimidir. İnsan, hem biyolojik bir varlık olarak evrimleşmiş hem de bu evrimin bir ürünü olarak, doğayı anlama ve dönüştürme kapasitesi geliştirmiştir. Aklın bu gelişimi, insanın çevresiyle olan karmaşık ilişkilerinin bir sonucudur ve bu ilişkiler, tarih boyunca insan bilincinin ve aklının evrimini şekillendirmiştir" (Woods, Grant 1995).

Türümüzün ilk temsilcileri, hominid ailesinin ilk üyesi olarak kabul edilen ve yaklaşık 6-7 my olarak tarihlendirilen *Sahelanthropus tchadensis* 320-380 cc beyin kapasitesine sahiptir, evrimin devam eden sürecinde artan beyin kapasitesi ile modern insan *Homo sapiens sapiens* ise günümüzden 100-130 bin yıl öncesine tarihlendirilerek, endokraniyal kapasitesi 1200- 1450 cc olarak hesaplanmıştır. İnsanın evrimsel süreci içerisinde morfolojik ve işlevsel beyin değişimleri görülmektedir. Beyin büyümesi ve gelişimi ile hominid ailesinin türleri arasında sosyal yapıda, dil kullanımında, kültürel yapıda ve hayatta kalabilme becerilerinde artış, daha fazla üreme, kolay avlanma, ateş kullanımı ile birlikte gerekli enerji ihtiyaçlarını karşılayabilme, göç olayları gibi özellikler görülmüştür.

Erken *Australopithecus* beyni 400 cc'den daha küçük olarak bilinmektedir. Önemli ölçüde beyin büyümesi 2,5-1,8 my önce *Homo habilis/rudolfensis* ortaya çıkmasıyla görülmüş, 1,8-300000 yıl öncesine tarihlendirilen *Homo ergaster/erectus* için beyin büyümesinin beraberinde gelen vücut ölçüsü artışı, ensefalizasyonun gerektiği kadar artmadığını gösterdiği halde, beyin boyutu aralığı 850-1000 santimetreküpten biraz fazladır. Neanderthaller dahil, arkaik sapiensler için kıyaslanabilen ölçüler, 1000-1400 santimetreküpten biraz fazlasına kadar değişir ve modern insaninkini geçer. Ensefalizasyon (beyin boyutunun vücut ölçülerine oranı) bakıldığında bu değer *Australopithecus* türlerinde 2,5, şempanzelerde 2, erken *Homo* türlerinde 3,1, erken *Homo ergaster/erectus* için 3,3 ve modern insanlar için 5,8'dir. Son 3 milyon yıl boyunca mutlak beyin boyutu üç kat artmıştır (Lewin 2005).

Hominid ailesinin son türü olan modern insan *Homo sapiens sapiens* oluşana kadar geçen evrimsel süreçteki beyin gelişimi, bulunan kafatası fosil kalıntılarının endokraniyal hacimleri ölçülerek değerlendirilmiştir. Ancak, Antropolog Deacon, beyin hacminin büyüklüğünden çok işlevsel olarak gelişmişliğine önem verilmesi gerektiğini belirtmiştir (Türk 1998).

Homo habilis'te (750 cc beyin kapasitesi, 1,9 my önce) broca alanının gelişimiyle beyin endokraniyal hacminde biraz daha artış sağlanmıştır. Beyin kullanımının artmasında kan dolaşımının fazlalaşması beyin sıcaklığını arttırmakta, bu da beyin soğutma işlemi için yüksek enerji ihtiyacı gereksinimini arttırmaktadır.

Gerekli olan insan beyin büyümesinin nasıl gelişeceği ve bunun insan yaşam tarihi ve bilişsel gelişimi üzerindeki etkilerinin neler olduğu hâlâ tartışma konusudur. Benzer şekilde, karşılaştırmalı fosil kanıtları az olduğundan, modern insanın beyin büyümesi modelinin evrim sırasında ne zaman ve nasıl ortaya çıktığı büyük ölçüde bilinmemektedir (Ponce de León vd. 2008). *Homo erectus*'un 2 - 2,5 milyon yıl önce 600 cc beyin kapasitesi artışı, kontrollü ateş kullanılarak besinleri pişirme (yiyeceklerden elde edilen enerjinin daha fazla olmasını sağlamıştır), alet yapımı ve kullanımı gibi faktörler beyinde korteks yapısının % 75'inin artmasını sağlamıştır.

Harvard'lı antropolog Richard Wrangham, insan beyin evriminde kontrollü ateş kullanımının başlamasıyla avladıkları etin pişirilerek tüketilmesi, *Homo erectus*'un ilk ortaya çıkışından 1,9 milyon yıl öncesinde büyük beyin gelişmelerinin yaşandığı dönemde ateşin kontrollü şekilde kullanımının başladığını ve bu gelişmenin ilerisinde daha fazla kalori ihtiyacı duyan büyük beyinler ve vücut yapısının oluştuğunu öne sürmüştür (Luke 2012).

Neanderthaller'de parietal alanların frontal ve oksipital bölgeler arasında sınırlandırıldığı orta sagittal beyin morfolojilerinde plesiomorfik (atasal karakter) ilişki modelleri korunmuş durumdadır. Büyük beyin hacimleriyle ilişkili olan ilkel bir allometrik desen, parietal dış hattın uzaysal düzleşmesini içerir. Aynı zamanda, nörokranial karşılığı ile ilgili olarak, Neanderthaller sıklıkla "morfolojik istikrarsızlık" olarak yorumlanan fazla sayıda kemikçik

sergilemişlerdir. Bu sıklık “ hipostotik skorlar ” olarak ölçülmüş ve birey genetik stresin yapısal bir sonucu olarak yorumlanmıştır. Bu nedenle Neanderthallerde, serebral büyüme ve gelişimin plesiomorfik kalıplarıyla ilişkili türetilmiş bir beyin boyutunun, belirli yapısal kısıtlamaları ve beyin/kafatası morfogenetik ilişkileriyle ilişkili potansiyel sorunları içermiş olabileceği olasılığı belirtilmiştir (Bruner vd. 2014).

Homo sapiens'in beyin boyutu günümüz insan beyni boyutuna yaklaşık olsa da, beynin şekli evrimleşerek 100,000 ila 35,000 yıl öncesi modern insan beynine ulaşmıştır. Soyu tükenmiş akrabalarından daha büyük ve küresel beyne sahip olan modern insanların karakteristik küresellik, sinirsel bağlantı ve bilişsel gelişim için kritik olan hızlı beyin büyümesi doğum öncesi ve doğum sonrası dönemlerde gelişmektedir. Homo sapiens türünün kökeninden günümüze kadar davranışsal modernliğin oluşumu ve erken beyin gelişimini etkileyen genetik değişiklikler birbiriyle tutarlılık göstermektedir (Neubauer vd. 2018). Geç Miyosen'den Orta Pleistosen'e kadar hominin beyin boyutunda önemli ölçüde artış olmuştur (Seymour vd. 2016).

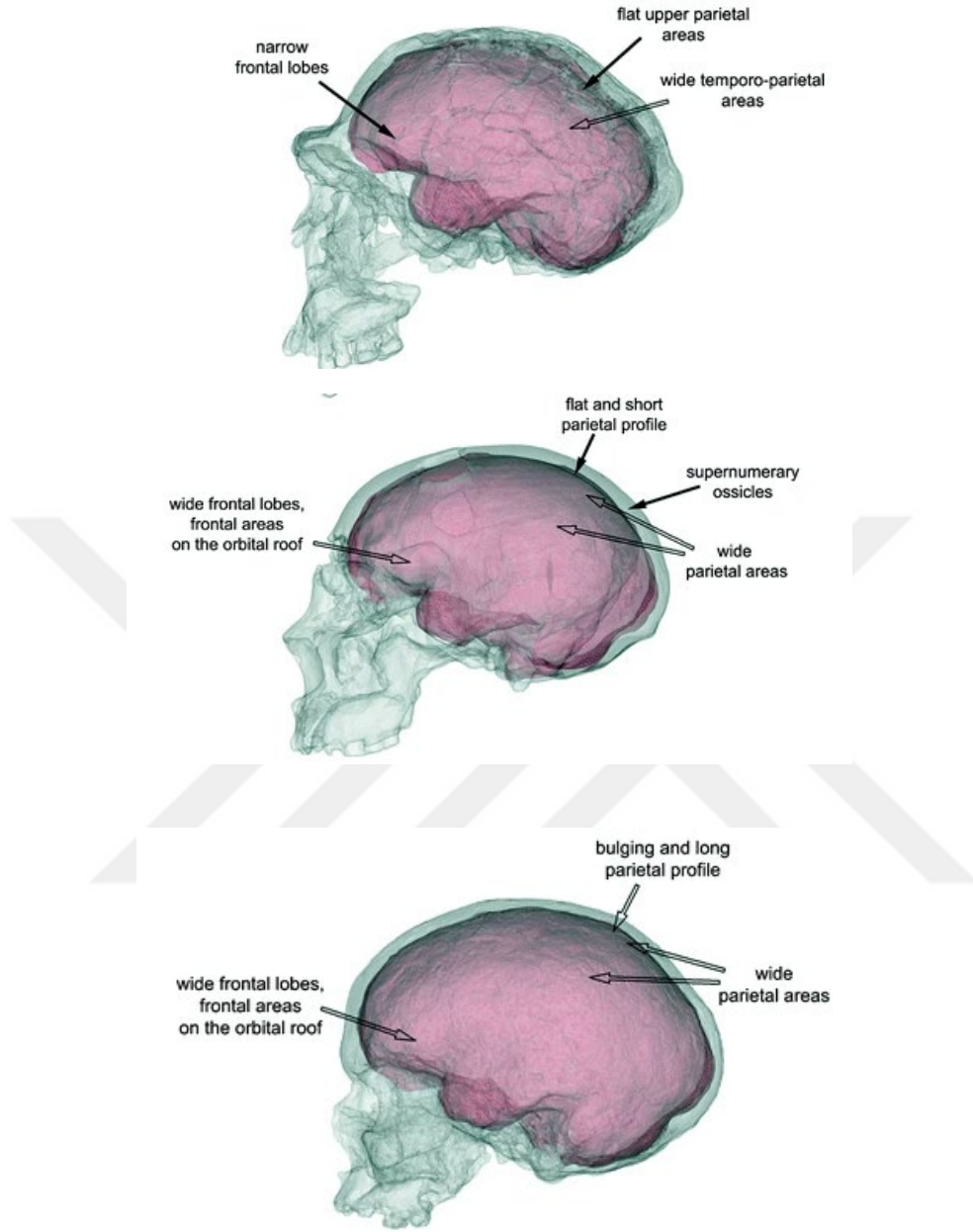
Homo sapiens'i atalarından farklı kılan ona özgü biyolojik özellikleri ve iyi gelişmiş bilişsel kapasiteye sahip oldukça büyük bir beyin yapısıdır. Evrimleşerek büyüyen beyin kontrol eden genlerin doğal seçim etkisiyle atadan toruna aktarımı, günümüz insan beyin yapısına genetik değişiklikler yoluyla ulaşmaktadır (Gilbert vd 2005). Homo sapiens'ler 160 bin – 200 bin yıl önce 1200 cc beyin kapasitesiyle en çok enerjiye ihtiyaç duyan homininlerdir. Sosyal yaşantıları; alet kullanımı, dil gelişimi, iki ayaklı yürüme, sanatsal beceri, avlanma, yiyecek pişirme gibi günümüz modern insanının yaşantısının arkaik hali olarak enerji harcaması fazla olan bir beyin yapısına sahiptirler (Coşan 2016).

Modern Homo sapiens'in beyninin en önemli özelliği büyük boyutu ve kullanımına bağlı olarak yüksek metabolizma hızıdır. Beyin boyutunun büyümesi ve bilişsel uzmanlaşma evrimsel süreçte hominin beyninde yeni yapılanmalara yol açmıştır. Hominin beyninin metabolik evriminin anlaşılması için yapılan çalışmalarla değişimini etkileyen güçler açıklanmaktadır. Homininlerin özel iletişimi, beyinlerini kullanma kapasitelerine bağlı olarak gereken enerjinin

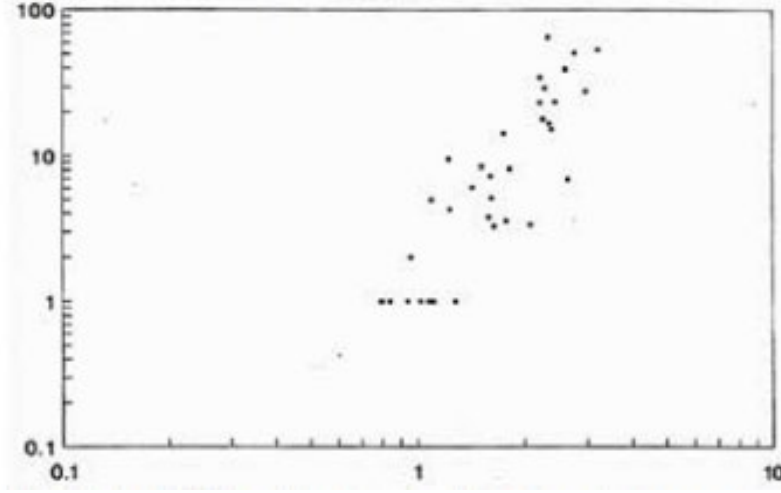
sağlanması için metabolik enerji yollarının kurulması ve beyindeki nöronal fonksiyondaki değişiklikler serebral korteksin metabolik evriminde etkili olduğu belirtilmektedir (Seymour vd. 2016).

Modern insan beyni evrim boyunca kapasite artışı ile birlikte işlevsel olarak da gelişmektedir. Beynin boyutsal büyümesi ve işlevsel değişimini anlamlandırmak adına bir çok araştırmalar yapılmıştır. Bu çalışmalardan biri olan nörogörüntüleme, beyindeki yapısal uzmanlık, türlerdeki homolog beyin bölgelerindeki karşılaştırmalar yoluyla dilin beyindeki işlevsel lokalizasyonunu daha iyi anlamamızı sağlamaktadır (Oldham vd. 2006). İnsanlar karmaşık dilsel ve maddi kültürler geliştirmişlerdir. İnsanların ilk atalarından daha büyük ve daha nitelikli yapıdaki beyne sahip oldukları görülmektedir. LeMay tarafından beyin gelişiminde hominoid endokastların düşük kalitesi, gelişimi sırasında beyin büyümesinin ve suturların kapanmasındaki zamanlamanın önemli olduğu belirtilmektedir (Falk 1980).

Resim 7’de erken ana fronto-parietal geometrik değişiklikler, plesiomorf ve türetilmiş özellikler gösterilmiştir.



Resim 7. Erken insanlarda (yukarıda: KNM-ER 3733), (ortada: Saccopastore 1) ve modern insanlarda (altta: Mladech 1) ana fronto-parietal geometrik değişiklikler, plesiomorf (siyah oklar) ve türetilmiş (beyaz oklar) özellikler (Bruner 2015)



Şekil 36. Çeşitli primat türlerinde ortalama gruptaki birey sayısı ile bu türlerdeki Neokorteks bölgesinin beynin geri kalan kısımlarına oranı arasındaki ilişkinin anlamlı olduğunu göstermektedir (Dunbar 1993)

Şekil 36'daki grup büyüklüğünün neden Neokorteks bölgesinin büyüklüğü ile ilişkili olduğunu belirtmek gerekirse; Neokorteks bölgesinin önemli bir bellek deposu olması, grup içinde bireylerin birbirini hatırlaması, geçmişleri konusunda fikir sahibi olmaları, toplumsal kuralları öğrenmeleri için Neokorteks bölgesinin bütününe yayılmış bir belleğe sahip olmuşlardır. Yaşamları içindeki olaylar karşısında anlık duysal sinyaller belleğin ve geçmiş sosyal deneyimlerin ışığında yorumlayarak anlamlandırılacak ve gerekirse ileride kullanılmak üzere tekrar bellekte depolanacaktır. Bu özelliğiyle Neokorteks bölgesi kültür üretimi için büyük bir avantaj sağlamaktadır (Nalçacı 2020).

3.1.1.1. Beslenme

Beslenme canlılarının hayatlarını sürdürmeleri için zorunludur. İnsan yaşadığı çevreye uyum sağlayarak hayatta kalmayı başarmıştır. Yaşadıkları çevreye göre de beslenme paternini değiştirmişlerdir. Zaman zaman meyveler, kökler ve tohum gibi bitkisel besinleri yiyerek devam ettirdikleri yaşamlarını, çevre koşullarının değişmesi ile birlikte diyetlerine eti katarak sürdürmüşlerdir. Daha sonraları tarım devrimi ile tahıllar diyetlerine girmiş, Sanayi devrimi ile de artık günümüz diyetine doğru ilk adım atılmıştır (Yavuz 2022). Küçük memeli ve primat ailelerindeki beyin-vücut büyüklüğü ilişkilerinin ortak karşılaştırmaları,

bağlantılı olarak beslenme ve yiyecek arama stratejisiyle ilgili nesiller arası farklılıkları ortaya koymuşlardır. Beyin büyüklüğü ile ekoloji arasındaki aynı ilişkiler, aileler arası karşılaştırma çalışmalarında da açıkça görülmüştür (Harvey vd. 1980).

İnsanın evrimsel tarihinde beslenme beyin gelişiminde önemli bir faktördür. Beyin boyutu büyümesi, yüksek enerji ihtiyacı, beslenme kalitesinde gelişmelere imkan sunarak vücut yapılarında da değişimlere sebep olmuştur. Büyük beyin evriminin beraberinde getirdiği bu değişimler ve evrimsel yenilikler beslenme kalitesindeki gelişmelerle mümkün olup insansıların tüm dünyaya yayılmasında da önemli yere sahiptir. Hayvansal gıdaların tüketimine başlanması, gelişmiş alet kullanımı, avcı ve toplayıcı yaşam tarzı ile besin hazırlamada ateşin kullanılması ile çiğ beslenmenin yerine pişirmenin geliştirilmesi besinlerin sindiriminin kolaylaşması ve kalori bakımından zenginleşmesi beyin boyutunun büyümesinin, gelişmesinin etkilerindendir (Leonard vd. 2003).

Evrimde doğal seçim, yiyecek arama verimliliğini artıran özellikleri güçlü bir şekilde desteklemiştir. Dolayısıyla, bitkisel besinlerin evrimsel süreç boyunca (binlerce, aslında milyonlarca yıl) giderek artan bir öneme sahip olmasıyla, seçim yavaş yavaş primatların karakteristik özellikleri olarak kabul gören türetilmiş özellikler ortaya çıkarmasına yardımcı olmuştur. Bu özelliklerin çoğu ağaçlarda hareketi ve yiyecek aramayı kolaylaştırmıştır. Örneğin seçim, ince dalları kavramaya ve bulunan lezzetleri işlemeye çok uygun eller türetmiştir. Oluşan anatomik değişikliklerle yaşayan primatlarda gelişen büyük beyin kapasitesi ve yüksek kaliteli beslenme ilişkisini birleştirirsek, beyin artışında davranışsal çözüm olarak yüksek kaliteli gıdalara yoğunlaşıldığı sonucuna varılmıştır. Büyüyen beyin kapasitesi, popülasyon içindeki üyeleri tanımlarına ve grup üyelerinin lezzetli yiyeceklerle ilgili haberleri uzak mesafelere iletebilmelerine, gıda arayışında birbirleriyle olan iletişimi sağlarken kullandıkları çağrılarının anlamlarını öğrenmelerine imkan sağlamıştır (Milton 1993).

Evrimde beslenme türler arasında iklim koşulları, yaşanan sosyal çevre şartları, beyin gelişimi gibi faktörlerin etkisi ile değişip çeşitlenmiştir; Omnivorlar

(hem et hem ot ile beslenme), Carnivora (et yiyenler), Otçullar (meyve yiyenler/ yaprak yiyenler) gibi.

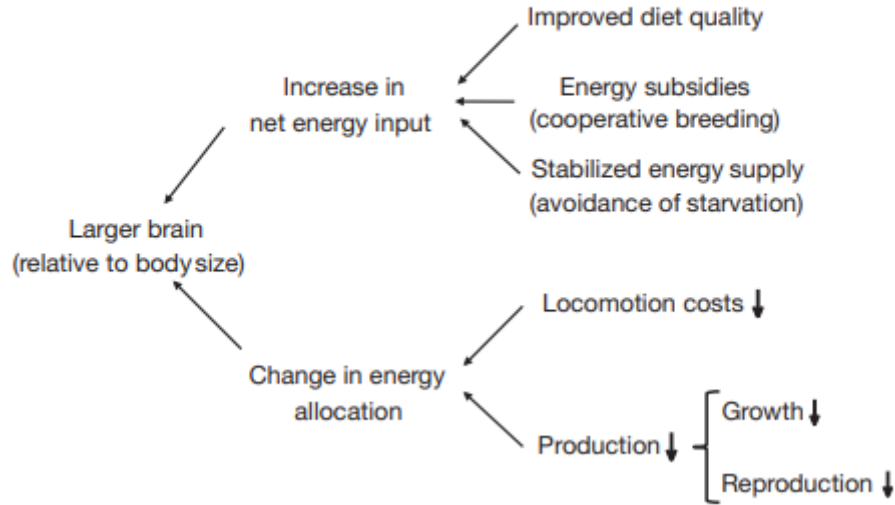
Bauchot ve Stephan (1966, 1969), primatlar ve böcek yiyenlerdeki ensefalizasyonun niteliksel karşılaştırmalarından yola çıkarak; habitat karmaşıklığı, beslenme uzmanlığının gelişmesi ve sosyal aktivitenin beyin büyüklüğünün artmasıyla ilişkili olduğu sonucuna varmıştır. Pirlot ve Stephan (1970) ve daha yakın zamanda Eisenberg ve Wilson (1978), Chiroptera'daki göreceli beyin büyüklüğünün, enerji açısından zengin besin kaynaklarını arama stratejileriyle ilişkili olduğunu göstermiştir. Clutton-Brock ve Harvey (1980) ve Mace, vd. (1981), primatlarda ve küçük memelilerde beyin büyüklüğü ile beslenme arasında paralel bir ilişki olduğunu; yaprak yiyenlerin ensefalizasyonlarının (vücut ağırlıklarına göre beyin boyutları), meyve yiyenlere, böcek yiyenlere ve etçillere göre daha küçük olduğu sonucuna varmışlardır. Eisenberg ve Wilson (1981) ve Meier (1983) sırasıyla didelphid keselilerde ve Kuzey Amerika sciuridlerinde ağaçta yaşamının nispeten büyük beyin boyutuyla ilişkili olma eğiliminde olduğunu söylemişlerdir. Dolayısıyla tüm bu çalışmalar plesentalı memelileri arasındaki göreceli beyin büyüklüğündeki çeşitliliğin davranışsal ve ekolojik faktörler açısından kısmen açıklanabileceğini göstermektedir (Gittleman 1986).

Erken Pleistosen Homo'dan başlayarak, artan beyin kapasitesi aşağıda sıralanan üç kaynaktan herhangi birinden gelişerek günümüzdeki son halini almış olabileceği düşünülmektedir (Şekil 37) (Navarrete vd 2011).

- İlk yol olarak artan et ve kemik iliği tüketiminin ve bir noktada yemek pişirmeyi de içeren alet destekli gıda işlemenin gösterdiği gibi diyet kalitesindeki artış .
- İkinci yol, oldukça mevsimsel habitatlara taşınmış olmalarına rağmen, diğer primatlar ve kuşlar için de bilinen bilişsel tamponlama yoluyla enerji bütçelerindeki zamansal dalgalanmaları azaltmışlardır. Beyin büyümesi için sunulan bu yol, organlar için (pahalı doku hipotezi) artık desteklenmese de, diğer pahalı işlevlerden tasarruf edilerek beyne enerji tahsisinin arttırılmasıdır. Beyin büyüklüğü ile hareket için kullanılan enerji

harcaması arasında muhtemel bir değiş-tokuş olabileceği, Australopitheciner’den erken Homo’ya geçişle ortaya çıkan verimli iki ayaklı hareket biçimi, enerji harcamasında iki şekilde büyük azalmalara yol açmıştır. Bir yandan, insan olmayan maymunların tırmanma ve dört ayaklı hareketi ile karşılaştırıldığında hareket için günlük enerji harcamasını azaltmış ve diğer yandan iki ayaklılık, yağ depolarından dolayı artan ağırlığın enerji üzerindeki etkisini azaltmıştır.

- Üçüncü yol, tedarik ve yiyecek paylaşımı muhtemelen Homo cinsinin ilk temsilcileri arasında işbirlikçi yetiştirmenin ve önemli miktarda et ediniminin benimsenmesiyle ortaya çıkmıştır. Karşılaştırmalı araştırmalar, üreme yapan dişilere ve bağımlı yavrulara yönelik bu tür enerji sübvansiyonlarının beyin boyutundaki artışı destekleyebileceği öne sürülmüştür.



Şekil 37. Pahalı beyin çerçevesi, göreceli beyin boyutunda uyarlanabilir bir artış için tamamlayıcı yollar önermiştir (Navarrete vd 2011)

İnsan evrimi sırasında beslenme kalitesinin iyileştirilmesinin, allomaternal sübvansiyonların, bilişsel tamponlamanın, hareket maliyetlerinin azaltılmasının ve üretime tahsisin azaltılmasının hepsinin aynı anda gerçekleştiği

ve böylece neslimizde olağanüstü beyin büyümesine olanak sağladığı ileri sürülmüştür. insanların vücut kütlelerine oranla beklenen bazal metabolizma hızının (BMR) açıklandığı bir durumdan bahsediliyor. BMR, bir organizmanın dinlenme durumundayken hayatta kalabilmek için ihtiyaç duyduğu minimum enerji miktarını ifade eder. İnsanlarda, memeli veya primatlara kıyasla bu BMR'nin beklendiği şekilde olduğu belirtilmiştir. Ancak, insanlarda yağ depoları, şempanzeler ve bonobolar gibi diğer primatlara kıyasla çok daha büyüktür.

Bu, özellikle sağlıklı yetişkin insanlarda, vücut kütlelerinin %14-26'sını oluşturan yağ depolarıyla kendini gösterir. Buna karşılık, şempanzelerde ve bonobolarda bu oran %3-10 arasında değişir. İnsanların bu büyük yağ depolarına rağmen, BMR'si yağsız vücut kütlelerine oranla diğer primat türlerine göre daha yüksektir. Yani, insan vücudu, dinlenme halinde bile diğer primatlara göre daha fazla enerji harcar. Bu durum, insan evriminin benzersiz metabolik özelliklerinden biri olarak kabul edilmektedir. Bu nedenle, eğer mevcut maymunların son ortak atayı temsil ettiğini kabul edersek, insanın evrimi sırasındaki beyin genişlemesi, artan enerji alımının sonucu olarak görülmüştür (Navarrete vd 2011).

3.1.1.2. Sosyal Yaşam

Mithen'e göre, "sosyal çevre, insan beyninin evriminde merkezi bir rol oynamıştır." Grup içi iletişim, sosyal bağların güçlendirilmesi ve işbirliği gibi faktörler, beynin karmaşık yapısının gelişiminde belirleyici olmuştur. "Sosyal çevreye uyum sağlama, insan türünün hayatta kalma ve başarılı olma şansını artırmıştır" (Gamble vd. 2014).

Engels'e göre, beynin büyümesi sosyal çevrenin etkisi altında kalmıştır. Bu konuda şöyle der: "Hiç kuşkusuz, beynin büyümesi konusunda asıl seçilimci baskılar, sosyal çevreden gelmiştir; yani sosyal yaşam akıllı davranışlar, belirli sosyal beklentilere dayalı spiral baskılar oluşturmuştur" (Engels 2001).

İnsanların beyin gelişimi uzun bir tarihe dayanmaktadır. Kafatası şekli ve boyutlarından elde ettiğimiz veriler beyin boyutları ve evrimi hakkında fikir sahibi olabilmemizi sağlamıştır. Beynin büyüyüp gelişmesi vücut enerji tüketimini de arttırmıştır. Enerji ihtiyacının artması beslenmede çeşitlilik, büyüyen ve işlevsel olarak gelişen beynin yüksek enerji ihtiyacı duyması önemli evrimsel

boyutlarıdır. Yüksek enerji ihtiyacının artışı, memeliler için kanıtlanmış olan, hem büyümeyi hem de üreme çabasını kapsayan beyin büyüklüğü ile üretim arasındaki dengeyi sağlamıştır. Erken Homo'dan başlayarak soyumuz beyin boyutunu arttırmış ve yaşam öyküsünün hızını azaltmıştır ancak yine de işbirlikçi üreme nedeniyle doğum oranlarında artış olmuştur (Navarrete vd 2011).

Bir türün kendi içinde beyin büyüklüğünün normal değişkenlik aralığı ile zeka arasında herhangi bir ilişki yoktur. Ancak bir türün bireyleri arasındaki değişkenlik, farklı türlerin ortalama değerlerindeki değişkenlikle aynı şey değildir. İkincil olarak beyin büyüklüğünün ana belirleyicisi zihinsel kapasite değil, vücut büyüklüğüdür (Bilim ve Ütopya 2001).

Beyin boyutundaki göreceli farklılıklara ilişkin tarafsız tahminler sağlamak için karşılaştırmalı analizlerde farklı ölçümler kullanılmıştır. Bunlar arasında; Ekstra Kortikal Nöron İndeksi (gözlenen kortikal nöron sayısının, vücut büyüklüğü, beyin büyüklüğü ve sinir yoğunluğundan tahmin edilen somatik bakım için gerekli olanların üzerindeki oranı), Serebral İlerleme İndeksi (oran) yer almaktadır (gözlemlenen beyin veya neokortikal hacmin aynı vücut büyüklüğündeki bir bazal böcek yiyen için tahmin edilene oranı), Ensefalizasyon Katsayısı (beyin hacminin veya neokorteks hacminin vücut ağırlığına göre geri kalan kısmı) ve Neokorteks Oranı (neokorteks hacminin beyin geri kalan kısmının hacmine veya arka beyin hacmine bölümü) yer almaktadır. Dunbar insan olmayan primatlarda neokorteks büyüklüğü ile grup büyüklüğü arasındaki ilişkiyi incelerken, tüm bu ölçümlerin grup büyüklüğünün makul belirleyicileri olduğunu belirtmiştir. Grup büyüklüğü ile neokorteks büyüklüğü arasındaki nedensel ilişkinin benimsenen açıklayıcı düzeye bağlı olması, evrimsel açıdan bakıldığında; bir türün neokorteksinin boyutu, genellikle içinde yaşadığı habitat(lar)ın gerektirdiği grup boyutu aralığına göre belirlenmiş ve bireysel bir hayvanın mevcut neokorteks boyutu, zaman içinde sürdürebileceği ilişkilerin sayısına bir sınır koymuştur. Dolayısıyla grubunun maksimum boyutu da sınırlanmış olur. Ancak aksine neokortikal kısıtlama, bir türün karmaşık, sürekli değişen bir sosyal dünyada takip edebileceği ilişkilerin sayısı üzerinde olabileceği ve gruplamanın yerine getireceği işlev, bireysel türün ekolojik ve sosyal bağlamına bağlı olarak gerçekleşmektedir. Grup büyüklüğü, bir türün kişisel temas yoluyla sosyal

ilişkiler kurabileceği maksimum birey sayısını ifade etmektedir. Primat türlerinin çoğunun, farklı katmanların farklı çevre sorunlarına işlevsel tepkiler verdiği karmaşık, çok katmanlı sosyal sistemlerde yaşadığı belirtilmiştir. Bir türün sosyal sisteminin yalnızca tek tip bir grubunda aktif olmadığı, zaman zaman iş bölümleri yapıp farklı sosyal sistemler içinde yer aldıkları belirtilmiştir. Örneğin grup üyelerinin tekrar tekrar değiştiği geçici yiyecek arama ekibi oluşturdukları varsayılmıştır (Dunbar 1993). Anne karnında embriyo gelişimi sonucu doğan büyük beyinli bir bebeğin beslenmesi, fizyolojik ve enerjik açıdan hominidler için evrimsel bir mücadeleyi temsil etmiştir. İnsanlarda genişleyen büyüme döneminin üreme modeli ve sosyal organizasyon açısından çok önemli sonuçları olmuştur. İnsan yavruları, diğer primatlara göre çok daha uzun bir süre yetişkinlere bağımlıdır; bu da insanlarda tuhaf bir çiftleşme sistemi ve sosyal organizasyonuna neden olmuştur. Öğrenme süreleri orantılı olarak uzamış, bununla birlikte, insanlarda gelişiminin en önemli sonucu, uzun bir süre boyunca beyin büyümesinin ve uzmanlaşmış kortikal alanlar ile çevre arasındaki etkileşimlerin, bireyin anneden bağımsız olarak bulunduğu dış çevreyle etkileşimi sonucunda gerçekleşme göstermiş olması olarak belirtilmiştir (Dehaene 2005).

Beyin büyüklüğü boyutunun, türler arasında olduğu kadar türler içinde de farklılıklar oluşturabildiği, son çalışmalarda genel beyin büyüklüğünün; genler, hormonlar, beslenme, allometri, çevresel zenginlik ve anne davranışı gibi birçok faktörden etkilendiği, ayrıca beyin büyüklüğünün davranışla ilişkili olduğu anlaşılmıştır. Ortalama vücut büyüklüğüne göre daha büyük beyne sahip türlerin, karmaşık süreçleri işleme ve kullanma konusunda daha fazla yetenek gösterdiği kabul edilmiştir. Beyin büyüklüğünün yeni bilgi öğrenme performansı ve davranışsal gelişim hızıyla ilişkili olduğu ve beyin boyutundaki çeşitliliğin davranışsal çeşitlilik üzerindeki etkileri de tür içi düzeyde belirgin hale geldiği görülmüştür. Beynin, genetik ve çevresel etkilere karşı duyarlılık gösteren ve şekillendirilebilir bir organ olduğu sonucuna varılmıştır (Hahn 2012). Çeşitli iklimsel, ekolojik ve sosyal değişikliklerin insan beyninin ve zihninin evrimini yönlendiren güçler olarak öne sürülen seçim baskılarından olduğu da düşünülmektedir. Tüm önerilerde yer alan genel tema, insan beyni ve zihninin bir ömür boyunca öngörülemeyen iklimsel, ekolojik veya sosyal değişiklikleri

önceden tahmin edecek ve dolayısıyla bunlarla daha iyi başa çıkacak şekilde evrimleşmiş olabileceğidir. Geary, iklimsel değişkenliğin, bu evrimsel değişiklikleri yönlendiren birincil seçim baskısı biçimi olma ihtimalinin düşük olduğu sonucuna vardığını belirtmiştir. Bunun tersine, atalarımızın avlanma ve alet kullanma yoluyla ekolojiden kaynak çıkarma becerilerinde giderek daha becerikli hale geldiklerine dair kanıtlar da sunulmuştur. Foley ve Lahr (1997) insanların son derece karmaşık beyin ve bilişsel sistemlerinin bakımı, diğer türlerin beyinlerine kıyasla çok daha fazla düzenleyici mekanizma gerektirebileceğini ifade etmişlerdir. Cáceres ve arkadaşlarının ise şempanzeninkine kıyasla insan beyninde daha yüksek gen ekspresyonu oranlarına ve buna bağlı olarak sinirsel aktivitede ve gerekli destek sistemlerinde artış olabileceğine ilişkin çalışmaları olmuş, ancak bulguların kesin bilgiler vermediğini belirtmişlerdir (Geary 2005).

Sosyal yaşantının içinde iletişim jest çağrıları, jestler ve ses çıkarma gibi araçsal eylemlerin kavranıp anlaşılacak kullanımıyla mümkün olurken, beyin yapısının gelişimiyle birlikte dil gelişimi de başlamış ve kültürel olarak devam etmiştir. Doğal seçim sürecinde araçsal dudak hareketi, ses çağrıları yaban yaşamda ve toplumsal yaşam içinde öğrenilen bilgileri ileten iletişimsel bir hırlama olarak nitelendirilmektedir. Kavramayla başlayan bu süreç evrimlenerek gelişim göstermektedir (Burling 2000).

Sosyal yaşam ve tür içi iletişim beyin evriminde oldukça önemlidir, büyük beyin yapısının işlevsel değişimlerinde dil yüksek iletişim becerisinin artmasını sağlamıştır. İlk başlarda dil kullanımı; ses çıkarma, el, kol hareketleri (işaret dili), şekil-yazı gibi kullanımlar, yerini anlamlı ve etkili seslere, ilerleyen zamanlarda ise sözcükler ile iletişim kurabilmeye, birbirleriyle anlaşabilmenin artmasına neden olmuş bu da uzun yaşamı beraberinde getirmiştir. Yaşanılan toplumun büyük olması iletişimin ve beynin iletişimle ilgili faktörü olan neokorteks gelişiminin artmasını sağlarken, doğal seçim yoluyla zeki olanlar türlerini devam ettirebilmişlerdir. Evrimde gen aktarımı, hayatta kalabilme becerisi, beynin evrimleşmesi olarak tanımlanmaktadır. Atalarımızın yaşamlarında etkili şekilde kullandıkları ve yaşam şartlarına uyum sağlayabilen yapılarını geliştirmeye devam

ederken, kullanmadıkları yapısal özellikleri ise körelmiştir. Türümüzünde beyin evriminin devam ettiği gerçeği de yadsınamaz (Sümer 2021).

Sonuç olarak beyin büyümesi konusundaki asıl seçilimci baskılar, sosyal çevreden gelmeye devam etmekteydi; yani sosyal açıdan akıllı bireylerin, çevrelerinde daha da fazla sosyal zeka beklentisiyle yarattıkları seçilimci baskıların neden olduğu spiral baskılar. Seçilim yönündeki baskının varlık nedeni ise, açık habitatlarda kara yaşamının gerektirdiği ve kısmen yırtıcılara karşı bir savunma aracı görevini gören büyük sosyal gruplara duyulan gereksinimdi (Bilim ve Ütopya 2001).

3.1.1.3. Bipedalizm

Bipedalizm yani iki ayak üzerinde yürümenin bir süre sonra atalarımızda bir gereklilik haline gelmiş olması, ellerin serbest kalmasıyla birçok farklı işlevin gerçekleştirebilmesine imkan tanınmıştır (Engels 1977). Denge ve hareket için gerekli kas kontrolünü sağlayabilmek açısından iki ayaklılık daha büyük bir beyin gerektiriyordu. Dean Falk bipedalizmin beyindeki nörolojik bağlantıların da yeniden düzenlenmesine yol açtığını ileri sürmektedir. Kuşkusuz bu durum, taşıma ve alet yapma olanaklarının zenginleşmesini ve ellerin özgürleşmesini de beraberinde getirmektedir (Bilim ve Ütopya 2001).

İnsan aklının evrimi, yaklaşık 4,5 milyon yıl önce başlayan ve bipedalizmin gelişimiyle birlikte ivme kazanan karmaşık bir süreçtir. Mithen'in çalışmalarında da vurgulandığı gibi, bipedalizm yalnızca insanın fiziksel yapısını değiştirmekle kalmamış, aynı zamanda beynin büyümesi ve karmaşık bilişsel işlevlerin evriminde de kritik bir rol oynamıştır. Homo cinsinin iskeletindeki bu değişiklikler, beynin büyümesi ve karmaşık bilişsel işlevlerin gelişmesi için gerekli olan enerji ve besinlerin daha etkin bir şekilde kullanılmasına olanak tanımıştır. Bipedalizm, insan atalarının iki ayak üzerinde dik yürümesini sağlayarak, ellerin serbest kalmasına ve alet yapımı gibi karmaşık görevler için kullanılmasına olanak tanımıştır. Bu durum, özellikle beyin gelişimi için önemli bir evrimsel baskı yaratmıştır. İnsan ataları, ağaçlardan yere inip savanlarda yaşamaya başladığında, avcılık ve yiyecek toplama gibi görevler için ellerin kullanımının artması, beyin yapısının karmaşıklığının artmasına yol açmıştır. Bu

sürecin bir sonucu olarak, Homo cinsinin beyninin hacmi 3,5 milyon yıl önce ilk bipedal atalar olan Australopithecus cinsine göre belirgin bir şekilde artmıştır. Steven Mithen, insan evriminde bipedalizmin (iki ayak üzerinde yürüme) kritik bir adım olduğunu vurgular. Mithen'e göre, "Bipedalizm, insan soyunun evriminde hem ellerin özgürleşmesini hem de beynin büyümesini tetikleyen bir süreç olarak ortaya çıkmıştır" (Mithen 1996). Mithen'e göre, bipedalizmin getirdiği bu değişiklikler, insan beyni üzerindeki enerji talebini de büyük ölçüde artırmıştır. Bipedalizm öncesi atalarımızın beyinleri, modern insan beyniyle karşılaştırıldığında çok daha az enerji gerektiriyordu. Ancak iki ayak üzerinde yürümeye başlamak, beynin enerji ihtiyacını artırdı ve bu da beynin büyümesine ve karmaşık bilişsel işlevlerin evrimine olanak sağlamıştır. Beynin bu evrimi, Homo cinsinin hayatta kalma ve çevreye uyum sağlama yeteneklerini geliştirdiğini belirtmektedir (Bilim ve Ütopya 2001). Bu evrimsel değişiklik, ellerin alet kullanımı ve diğer karmaşık görevler için serbest kalmasını sağlamış, aynı zamanda beyin büyümesine olanak tanıdığını belirtmektedir (Mithen 2006).

İki ayak üzerinde yürüme sosyal yaşamda oldukça etkilidir; değişen iklim koşulları, ormanlık alanların azalması ve çayırılık, savanalık alanların artışı sebebiyle primatlar yeni yaşam alanlarına ayak uydurabilmeleri için arboreal yaşamdan bipedalizme geçmişlerdir. Beraberinde yiyecek kaynaklarının daha geniş alanlara yayılmış olması, yiyeceklere ulaşımın daha uzun mesafe kat etmek, ayrıca ellerin serbest kalmasıyla topladıkları yiyecekleri de taşıma imkanı sağlamak dik yürümeyi desteklemiştir. Beyin gelişiminin başladığı hominin ailesine ait bulunan fosil iskelet kalıntılarından Sahelanthropus ve Orrorin en erken homininler olarak bipedal oldukları, jeolojik olarak daha geç döneme tekabül eden Ardipithecus'un da bipedal yürüyen hominin olduğu söylenmiştir. Dolayısıyla ilk homininlerin arboreal yaşamları içerisinde bipedal hareket etmeye başladıkları görüşü söz konusudur (Duyar, Atamtürk 2018).

Güleç, omurgalılarından primatlara, primatlardan ise insana doğru beyin yapısındaki evrimsel gelişmeleri incelemiştir. Özellikle dik yürümenin, insan beyninin gelişiminde kritik bir rol oynadığı vurgulanmıştır. Dik yürüme, ellerin serbest kalmasına ve bununla birlikte karmaşık alet kullanımı, besin hazırlama gibi davranışların ortaya çıkmasına olanak tanımış, bu da beynin büyümesi ve

organizasyonunun karmaşılaşması için bir temel oluşturduğunu belirtmiştir (Güleç 2021).

İki ayaklılığın dil gelişimi üzerinde doğrudan etkisi olmuş olabilir; iki ayaklılık büyük olasılıkla dik duruş pozisyonunun larinks'in konumlanmasını değiştirmiştir. Gırtlak (larinks), maymunlarda olduğundan çok daha aşağıda konumlanmış, hareket sahası genişleyen larinks'in hem sesli hem de ünsüz harflerinin çıkarılmasını sağlamıştır. Artan beyin büyüklüğü ve bilişin genel evriminin iki ayak üzerinde yürüyebilme yetisi arasında bağlantı olduğu bilinmektedir. Bu ilişki, ellerin serbest kalmasıyla daha fazla işlev kazanması (alet yapım ve kullanımı), el-göz koordinasyonun gelişimi, bunlara bağlı olarak sinir devrelerinde artış sağlandığı bilinmektedir. Oldowan taş alet üretimi Homo cinsinin artan el-göz koordinasyonunun kanıtı niteliğindedir (Aiello 1996). Aynı zamanda yüz ifadeleri yoluyla iletişim kurabilme olanakları da sağlanmıştır (Bilim ve Ütopya 2001).

Hewes (1961) "alet kullanma, silah tutma, yiyecek toplama ve kendini savunma için ellerin serbest bırakılmasının" hominid iki ayaklılığının ana nedeni olduğunu belirtmektedir. Jolly (1970) atalarımızın savana senaryosuna yerleştirilerek, çoğunlukla yüksekte büyüyen ot başakları veya diğer yüksekte büyüyen yiyecek türlerini toplamak zorunda kaldıklarını öne sürerek erken iki ayaklılığın evrimi için daha duruşsal bir hipotezini sunmuştur. Yiyecek toplama durumunda, iki ayaklılık genellikle üst ekstremitenin çekilmesi veya desteklenmesini sağlar. Ayağa kalkma adaptasyonlarının yanı sıra, sık sık ve tekrar tekrar yüksekteki yiyeceklere uzanmak da omuz ekleminde daha büyük hareketlerin evrimsel olarak edinilmesine katkıda bulunmuştur: Hominid iki ayaklılığının, açık savanlarda ya da ormanlık ağaçları arasında ayakları üzerinde dik durarak meyvelerin verimli bir şekilde toplanmasına izin veren özel bir beslenme adaptasyonu olarak kolların kullanımı ile birlikte iki ayaklılığın evrimleşmiş olabileceği düşünülmüştür. Bu kavram, belirli yönlerden yiyecek taşıma, kanopi tırmanma (ağaçların üst bölgesine tırmanış) ve yürüme hipotezleriyle uzlaştırılabilir. İki ayaklı yiyecek taşıma günümüzde de gerçekleştirilmektedir ve atalarımızda da benzer şekilde gerçekleşmiş olabilir. Bu da iki ayak üzerinde yiyecek taşıma bağlamında sıklıkla gerçekleştirilmese de, dik

iki ayaklılığın evrimine olası bir katkıda bulunan faktör olarak görülmektedir. Dik bir duruş, beslenme adaptasyonları daha sonraki modern insan iki ayaklılığının ortaya çıkmasına katkıda bulunmuş olabilir. Hewes (1961) “kolların ve ellerin hareketten başka bir şey için, yani yiyecek taşımak için gerekli olduğu ve yalnızca iki ayaklı bir yürüyüşün bu ihtiyacı gerçek anlamda verimli bir şekilde karşılamalarını sağlayabileceğini belirtmiştir. Köhler, şempanzelerinin elleri dolu olduğunda (yiyeceklerle) dik yürüdüklerinden bahsetmiştir. Leakey (1959) evcil babunda da mısır başaklarını taşıırken bu davranışı sergilediğini gözlemlemiştir. Etkin, bir avcı toplumunda dik bir hareketin, eğer kadınlar ayağa kalkıp yavrularını bellerinde taşıyarak iki ayaklı yürürse daha etkili olabileceğini savunmuştur. Ayrıca Washburn (1967), bebek taşımanın iki ayaklı hareketi tetiklemiş olabileceği görüşünü dile getirmiştir. Hominid iki ayaklılığının, açık ekvatorial ortamlamında doğrudan güneş radyasyonundan etkilenme alanlarını daraltarak ısı kazanımını azalması adaptasyonu olarak evrimlendiği ve uzun süreli mesafelerde yürüyebilmelerine imkan sağlamış olabileceği öne sürülmüştür (Niemitz 2010).

Aynı zamanda bipedalizmin en önemli sonucu leş yiyiciliğe uygun köşelerden yararlanmayı kolaylaştırmasıydı. Leslie Aiello ve Peter ve Peter Wheeler’in ileri sürdükleri gibi, diyetlerinde et miktarının artması ile mide boyutlarının daha da küçülmesi ve böylece beyin için daha fazla metabolik enerjinin özgür kalması, bu arada da sabit bir metabolizma hızının korunması mümkündü. Bu da beynin büyümesiyle ilgili bir başka sınırlamayı ortadan kaldırdı (Bilim ve Ütopya 2001).

3.1.1.4. Başparmağın Gelişimi

a) Baş Parmak Evriminin Önemi

Baş parmak, insan elinin diğer primat ellerine kıyasla sahip olduğu en belirgin ve fonksiyonel farklılıklardan biridir. Bu anatomik yapı, hominidlerin çevreleriyle etkileşim biçimlerini, alet yapımını ve kullanımı ile ilgili kapasitelerini derinden etkilemiştir. Bu bölümde, baş parmak evriminin temel aşamalarını ve bu evrimsel değişikliklerin hominidlerin yaşamında nasıl kritik bir rol oynadığını inceleyeceğiz. Hominin evriminde parmak ve ayak parmaklarının

birlikte evrimleştiğine dair kanıtlara dayanarak iki ayak üzerinde yürümenin evrimi ile taş alet teknolojisinin kökenleri arasındaki ilişki yorumlanarak. İnsan ayak ve ayak parmaklarının türetilmiş oranlarının bağımsız, ardışık adaptasyonlar olarak evrimleştiği ve iki ayak üzerinde yürümenin kökenleri için seçilimin elleri hareket kısıtlamalarından kurtardığı ve alet yapımı ve işlevsel yetenekler için seçilimi mümkün kıldığdır (Rolian vd. 2010).

b) Erken Hominidler: Baş Parmağın İlk Evrimsel Değişiklikleri

Australopithecus türleri, baş parmağın evrimi açısından önemli bir başlangıç noktasını temsil eder. Bu türlerin elleri, hem ağaçta yaşamaya uygun hem de iki ayaklı (bipedal) bir yaşam tarzını destekleyecek şekilde gelişmiştir. Australopithecus afarensis gibi türlerde, baş parmak, diğer parmaklarla karşılıklı (opposable) konumlanmıştır, ancak modern insanın baş parmağı kadar esnek ve güçlü değildir (Marzke 1997). Bu dönemde baş parmağın gelişimi, hominidlerin çevreyi manipüle etme yeteneklerinin artmasında ilk adımları temsil etmektedir.

Yaklaşık 3 milyon yıl öncesine tarihlenen Makapansgat çakıl taşı, Australopithecus africanus'un doğada bulunduğu insan yüzüne benzeyen bir taş olarak bilinir. Bu taşın toplanmış olması, erken hominidlerin estetik bir algıya ve muhtemelen sembolik bir düşünceye sahip olduklarını göstermektedir (Bednarik 1998). Bu tür buluntular, baş parmağın gelişimi ve kullanımı ile bağlantılı olarak erken estetik algıların ve sembolik düşüncenin evrimsel kökenlerine işaret edebilmektedir.

c) Homo habilis: Baş Parmağın Evriminde Bir Dönüm Noktası

Homo habilis, baş parmağın gelişiminde önemli bir aşamayı temsil eder. Bu tür, taş alet yapımında kullanılan daha gelişmiş bir el yapısına sahiptir. Homo habilis'in baş parmağı, özellikle hassas kavrama yeteneği ile dikkat çeker ve bu, alet yapımında ve kullanımında kritik bir avantaj sağlamıştır (Napier 1962). Bu dönemde baş parmak, diğer parmaklarla daha etkili bir şekilde karşılıklı konumlanarak alet yapımını kolaylaştırmış ve hominidlerin çevreyle etkileşim biçimlerini köklü bir şekilde değiştirmiştir.

d) Homo erectus: Gelişmiş Baş Parmak Yapısı ve Karmaşık Aletler

Homo erectus, baş parmak gelişiminin ileri bir aşamasını temsil eder. Bu tür, daha karmaşık ve çeşitli alet kültürleri geliştirmiştir ve bu süreçte baş parmak önemli bir rol oynamıştır. Homo erectus'un el yapısı, baş parmağın daha geniş bir hareket yelpazesine sahip olduğunu ve bu nedenle daha karmaşık aletler yapabildiğini göstermektedir (Rolian 2009). Bu, hominidlerin sadece fiziksel olarak değil, aynı zamanda bilişsel olarak da evrimsel ilerlemeler kaydettiğini göstermektedir.

e) Modern İnsan: Baş Parmağın Fonksiyonel Çeşitlenmesi

Modern insanın (Homo sapiens) baş parmağı, hem anatomik hem de fonksiyonel açıdan en gelişmiş aşamaya ulaşmıştır. Homo sapiens'in baş parmağı, diğer hominid türlerine göre daha uzun ve esnektir, bu da hassas kavramayı ve karmaşık alet kullanımını destekler. Bu gelişim, sanat, yazı ve diğer ince motor becerilerin evriminde önemli bir rol oynamıştır (Susman 1994). Modern insanın baş parmağı, kültürel evrimin temel unsurlarından biri haline gelmiştir, bu da insan türünün çevresel adaptasyonunu ve kültürel başarılarını önemli ölçüde etkilemiştir.

f) Baş Parmak Evrimi ve Hominidlerin Başarısı

Baş parmak gelişimi, hominidlerin evriminde kritik bir adaptif özellik olarak ortaya çıkmıştır. Bu gelişim, alet yapımından ince motor becerilere kadar geniş bir yelpazede hominidlerin yeteneklerini artırmış ve çevreye uyum sağlama kapasitelerini genişletmiştir. Baş parmağın evrimi, sadece hominidlerin fiziksel yeteneklerini değil, aynı zamanda bilişsel kapasitelerini ve kültürel başarılarını da şekillendirmiştir. Bu süreç, insan elinin evrimsel başarısının temel taşlarından biri olarak değerlendirilebilir.

Beş parmaklı insan elinin kökenleri aslında çok eskilere dayanmaktadır. El, evrimsel süreçte türetilmiş ve en gelişmiş halini almış olarak görülmemesi gerektiği, beş parmaklılığın aslında oldukça arkaik bir eklenti olduğu görüşü mevcuttur. Aristoteles, beş parmağın ayrı ve farklı olmasına özellikle dikkat çekmiştir, ancak Jones'un belirttiği gibi, beş parmaklılık "ilkelliğin ayırt edici

özelliğidir" şeklindedir. Kendisi, bu beş parmağın toplu olarak "elde korunan ve insana aktarılan olağanüstü derecede ilkel bir şeye" işaret ettiğini göstermiştir. Beş parmaklılık, memeli yaşamından bile öncesine dayanmaktadır. Ayrı ve farklı parmaklar, amfibileri, sürüngenleri, kuşları ve memelileri içeren, dört kollu omurgalılar olan devasa süper sınıf olarak adlandırılan Tetrapoda'nın çok sayıda üyesine ait olduğu belirtilmiştir. Biz modern tetrapodlar olarak esnek parmaklarımızı, 365 milyon yıl önce geç Devoniyen Dönemi'nin yeni sığ ve sulak alanlarına kendilerini sürüklemeye devam eden "dört ayaklı balık" olarak adlandırılan en eski tetrapodlardan miras olarak bizlere aktarıldığını belirtmişlerdir (Tyler 2010).

İnsanın elinin nesneleri kavrama ve tutma yeteneğini yapabilmesini sağlayan başparmak özelliklerine bakıldığında;

- (1) nispeten uzun başparmak ve kısa parmaklar,
- (2) tamamen karşıt olarak hareket edebilen başparmak,
- (3) düz (eğrisiz) proksimal falankslar
- (4) geniş, etli başparmak ve parmak uçları.

İnsanın hassas kavramasının morfolojisini karakterize eden birçok başka özellikleri de mevcuttur. Hem şempanzeler hem de insanlar, kuvvetli bir kavrama sırasında (örneğin, bir anahtarı kilitle çevirirken) başparmağını bükülmüş işaret parmağının radyal (elin baş parmağa doğru elbileğinden bükülmesi) tarafına güçlü bir şekilde çekme kapasitesine sahipken, insanlar başparmak ve parmak uçları arasında nesneleri güçlü bir şekilde tutma konusunda ek bir kapasiteye sahiptirler. İşlevlerin yanı sıra nesnenin boyutu da kavrama tipini belirlemektedir (Şekil 38) (Susman 1998).



Şekil 38. İlgili hassas kavrama duruşlarını yapan bir insan (a) ve bir şempanzenin (b) elleri (Susman 1998)

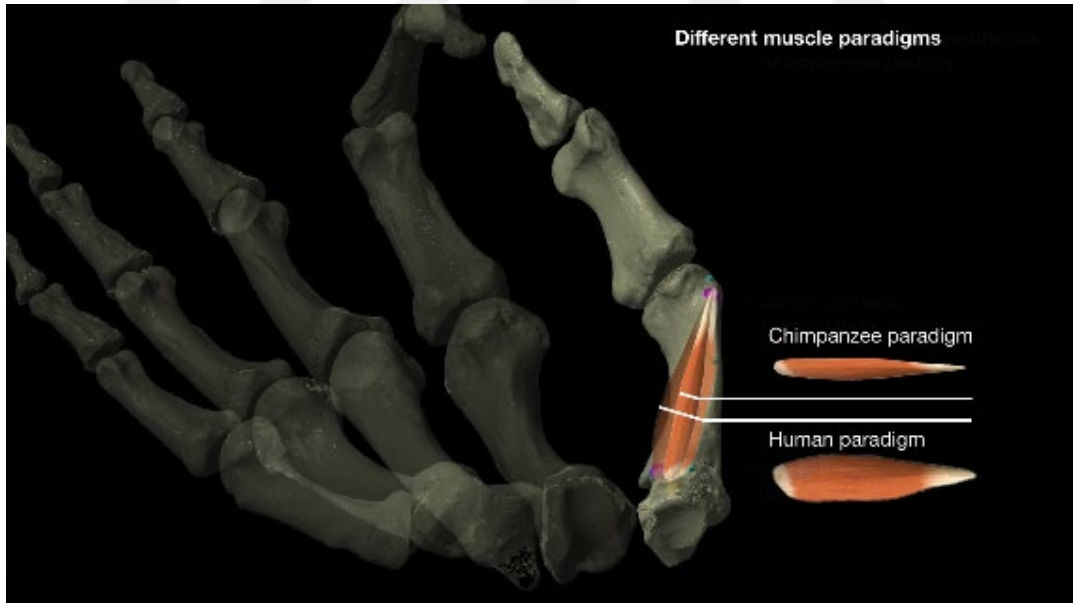
Elin sadece görünüm olarak değil işlevsel olarak da farklılaştığı görülmektedir. Elin yüzeylerini ve eklemlerini besleyen duyu ve motor sinir sisteminin paralel gelişimi el kullanımının sağlanması açısından son derece önemlidir. Geliştirilmiş motor sinir sisteminin hassas ve esnek bir organın yönetimi altında kullanılması, kinestetik duyum, içsel farklılaşmayı oluşturmaktadır. Bu görüş üzerine elin işlevsel olarak aşamalı adaptasyonu zeka kapasitesine bağlı görülmektedir. Her entelektüel ilerlemenin somut bir biçimde gerçekleştirilmesinin elin aracılığıyla gerçekleştiği bilinmektedir. El düşünce ve amacın somutlaşmasına aracılık ederek, tüm vücut üyeleri arasında en insani özellikleri ve yetenekleriyle insanı sembolize etmektedir. Uzun bir evrimsel süreç hikayesinde el kullanımının önemi yadsınamaz (MacDougall 1905).

Genel anlamda insan elinin olağanüstü derecede genelleştirilmiş bir yapıya sahip olduğu doğru olsa da, Olduvai elinin keşfi, bir dizi küçük ama yine de son derece önemli özelliklerde elin sandığımızdan daha uzmanlaşmış olduğunu göstermektedir (Napier 1962).

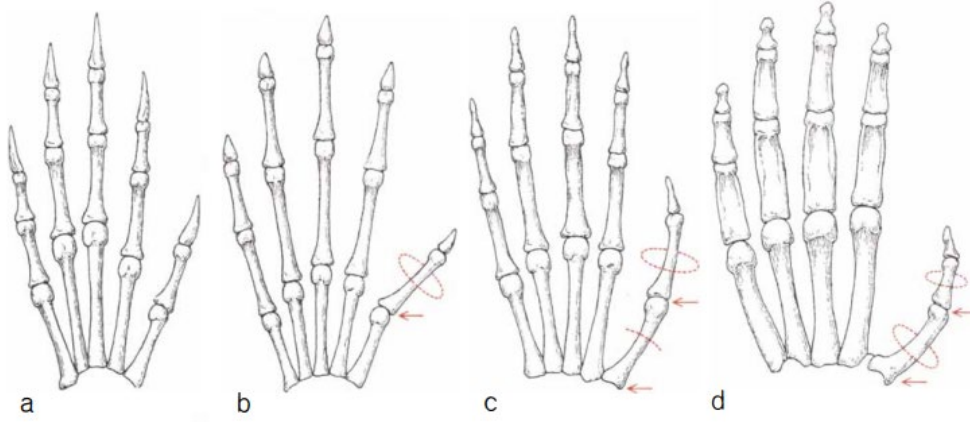
Erken homininlerde başparmağın işlev kazanarak alet yapımı ve hayatta kalabilme yetisi sağlaması, hassas kavrama kabiliyeti kazanması, insan benzeri işlevselliği kullanım alanının genişlemesini sağlamıştır. Australopithecus afarensis'te (3,9-2,9), Australopithecus africanus'un (2,6-2,0) olarak metakarpal kemikleri, hassas kullanımı sağlaması ile trabeküler bir kemik yapısı sergilendiği görülmüştür. Dahası, yaklaşık 2 milyon yıl öncesine tarihlenen daha sonraki

Australopithecus sediba'nın eli, insan benzeri hassas kavramaya karşı başparmağın direncini kolaylaştıran orantılı olarak uzun bir başparmağa sahiptir. Ancak Australopithecus el kemikleri, yüksek hassasiyetli kavrama verimliliğiyle uyuşmayan özellikler de göstermektedir, örneğin belirgin şekilde narin bir başparmak, büyük ihtimalle başparmağın kuvvet üretme kapasitesinin sınırlı olduğunu ve nispeten ilkel morfolojisi, büyük ihtimalle trapezio-metakarpal (TMC) eklemi için düşük bir hareket aralığı olduğunu düşündürmektedir. Daha sonraki homininler arasında, Paranthropus ve erken Homo türlerine atfedilen el kemikleri daha önce insan benzeri alet yapma kapasiteleriyle ilişkilendirilmiştir (Karakostis vd. 2021).

Başparmak yerleşimi insan alet kullanımı sırasında hassas kavrama işlevi için temel bir adım oluşturmaktadır. Birçok şempanze yiyecek manipülasyonunun, insan el becerisinin evriminde merkezi bir rol oynadığı kabul edilmektedir (Karakostis vd. 2021) (Resim 8, 9).



Resim 8. İnsanların ve şempanzelerin başparmak kaslarının modelleri arasındaki fark gösterilmektedir (Karakostis vd. 2021)



Resim 9. Yaşayan primatların elleri, hepsi aynı büyüklükte çizilmiş olup, artan el becerisiyle ilişkili yapıdaki evrimsel değişiklikleri göstermektedir (Napier 1962)

Engels, (1977), elin emeğin organı ve emeğin ürünü olduğuna değinmektedir. Ancak emeğin, işlevsel olarak gelişmesi, gelişen kasların, eklemlerin ve kemiklerin kalıtsal aktarımı ile yeni nesillere geçmesi, daha karmaşık duruma gelmiş işlemlere, gelişerek yenilenen biçimiyle kullanılmaya başlanması, günümüz insanındaki kullanımının sağlanması (örneğin Rafael'in tablolarını, Thorvaldsen'in heykellerini, Paganini'nin müziğini yaratabilecek bu yüksek yetkinlik düzeyine kadar gelmiş olması) görülmektedir. Ancak el, evrimsel gelişim içerisinde son derece karmaşık bir organizma bütününe üyelerinden yalnızca biridir (Engels 1977).

Resim 10'da şempanzenin verimsiz bir hassas bir tutuş kullandığı görülmektedir. Çünkü hayvanın başparmağı çok kısadır. Parmakların bir kısmını öne doğru bükme ve nesneyi işaret parmağı ile başparmağın kenarları arasında kavramak zorunda kalmıştır (Napier 1962).

Stephen Jay Gould, evrimsel biyolojinin önde gelen isimlerinden biri olarak, el ve beyin gelişimi arasındaki bağlantılar üzerine dikkat çeken görüşler ortaya koymuştur. Gould, bu konuda şunu belirtmiştir: "El ve beyin arasındaki karşılıklı etkileşim, evrimsel süreçte insanın biyolojik ve kültürel gelişiminde kritik bir rol oynamıştır" (Gould 1985). Gould'a göre, insanın evrimsel tarihinde ellerin daha becerikli hale gelmesi, beynin daha karmaşık ve gelişmiş yapılar kazanmasını tetiklemiştir. Bu süreç hakkında şunu dile getirmiştir: "Alet

kullanımının gelişmesi, sadece ellerin değil, aynı zamanda bu elleri yöneten beyin yapılarının da evrimsel avantajlar kazanmasını sağlamıştır" (Gould 1977). Bu görüşe göre, ellerin daha hassas işlevler kazanması ve alet yapımı gibi faaliyetler, beynin evrimini hızlandırmış ve bu ikili gelişim, insanın kültürel ve teknolojik ilerlemelerine katkıda bulunmuştur. Gould, bu durumu şu sözlerle açıklar: "El ve beyin arasındaki bu simbiyotik evrim, insanın tüm bilişsel kapasitelerinin temelini oluşturur" (Gould 1981). Gould'un çalışmaları, evrimin sadece biyolojik bir süreç olmadığını, aynı zamanda insanın fiziksel ve zihinsel yeteneklerinin birbirine bağlı olarak evrimleştiğini göstermektedir. Bu bağlamda, Gould'un şu ifadeleri önemlidir: "Evrim, el ve beyin arasındaki karmaşık dansın ürünü olarak, insanın hem biyolojik hem de kültürel bir varlık olarak şekillenmesine olanak sağlamıştır" (Gould 1977).



Resim 10. Deneyi yapan araştırmacının parmağını kavramaya çalışan şempanze (Napier 1962)

3.1.1.5. Alet Kültürü

Engels, insan elinin gelişimi ve bu gelişime paralel olarak beyin büyümesinin, insan evriminde kritik bir rol oynadığını savunur ve şöyle der: "İnsanın elinin gittikçe gelişmesi ve buna paralel olarak ayakları üzerinde yürümeye başlaması, beyinde önemli değişikliklere yol açtı". Bu görüş, insanın bipedalizme (iki ayak üzerinde yürüme) geçişi ile birlikte el becerilerinin artması

ve bunun sonucunda beynin daha karmaşık işlevler üstlenmeye başlaması üzerine odaklanır. Engels, bu süreci şu şekilde özetler: "Elleri kullanma yeteneğinin artması, beynin hacmi ve kapasitesi üzerinde de doğrudan bir etki yaratarak, insanın bilişsel evrimine katkıda bulunmuştur" (Engels 2001).

Elleri özgürleşen atalarımız, karmaşık araç gereçlerin geliştirilmesi ve kullanılması sürecine girmiştir. Beynin büyümesi, bu süreçle paralel olarak ilerlemiş ve insanın bilişsel kapasitesi artmıştır. Mithen, "Beynin büyümesi, yalnızca bedensel kontrolün sağlanması için değil, aynı zamanda karmaşık düşünme ve problem çözme yeteneklerinin gelişimi için de kritik öneme sahiptir" demektedir (Mithen 1996).

Beyin zihinsel güçlerimizin kaynağı ve insanın benzersizliğinin olmazsa olmazı olarak görülen organımızdır. Beyin evrimleşmiş kapasitesiyle mevcut türler arasında benzersiz olan karmaşık, teknolojik, sembolik ve sosyal eylemler sergileyebilmektedir. Evrimsel süreçte sergilenen önemli eylemlerden biri de alet kullanımıdır. Paleolitik döneme ait taş aletler son 2,5 milyon yıl boyunca nispeten bol ve sürekli bir teknolojik değişim, yeni davranışsal yeteneklerin gelişimini sunmaktadır.

a) Oldowan Alet Kültürü (Oldowan Endüstrisi)

Bilinen en eski taş aletler Oldowan Endüstrisi'ne aittir ve doğrudan başka bir taşla (çekiç taşı) vurularak çakılardan yongalar çıkarılarak oluşmaktadır (Stout 2011) (Resim 11). Oldowan tipi taş aletlerin yapımı için gereken bilgi bir teknik zeka alanı oluşturma yönündeki seçilimin bir sonucu olmaktan çok, daha büyük gruplarda sosyal öğrenmeyle ilgili fırsatların çoğalmasından ötürü ortaya çıkmaktadır. İlk Homoların yararlandığı kısıtlı çevre koşulları diğerlerinden farklı doğal tarih zekası alanının henüz evrimleşmediğini ve leş yiyicilik konusunda da gereken bilgilerin de daha büyük gruplarda yaşamının bir yan ürünü olarak ortaya çıktığı söylenebilir (Bilim ve Ütopya 2001). Homo habilis, bu aletlerle hayvanları avlamak, et işlemek ve bitki materyallerini kesmek gibi faaliyetlerde bulunmuştur.

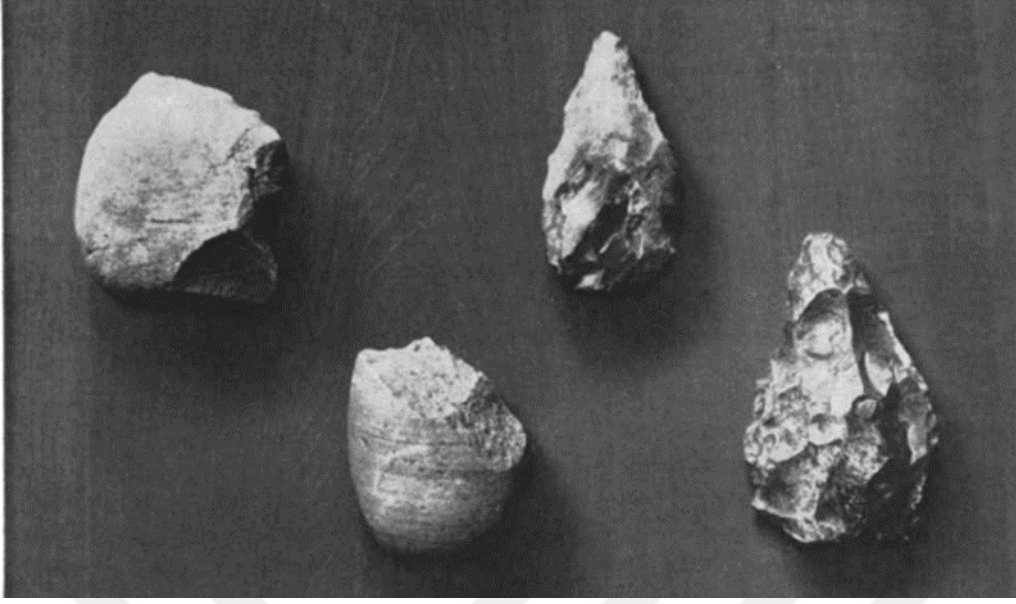
Tanzanya'daki Olduvai Gorge'de çalışan Leakey ve eşi Mary, ilk hominidlere ait 15 adet el kemikleri keşfetmişlerdir. Kemikler Zinjanthropus kafatasını buldukları kazı alanından birkaç metre aşağıda, iyi tanımlanmış bir

yaşam zemininden gelmiştir. Zinjanthropus'un keşfi, insanın kültürel ve biyolojik evrimi hakkındaki önceki görüşlerin tamamen gözden geçirilmesini gerektirmiştir. El kemiklerinin keşfedildiği zeminde ayrıca taş aletler ve gerçek bir kemik "lis soir" veya deri işçiliğine ait kanıtlar elde edilmiş ve kafatasının taş aletler ve taş aletten kopan pul parçalarına benzer atıklarla birlikte bulunması, alet yapımalarının evrimsel süreçte erken dönemlerde varlığını desteklemiştir. Resim 12'de soldaki taş aletler, Tanzanya'daki Olduvai Gorge'deki, erken bir hominidin el kemikleriyle birlikte bulunanlara benzemektedir. El iskeletleri ve kafatası fosil kalıntılarının aynı yerdeki keşfi ve şüphesiz aletlerle birlikte bulunmaları elin evriminin kültür aşaması ve beynin büyüklüğü ile ilişkilendirilmesini sağlamıştır (Napier 1962). Bazı çalışmalar Paranthropus boisei gibi robust australopithecine türlerinin de Oldowan aletlerini kullanmış olabileceğini öne sürmektedir, ancak bu türün alet kullanma kapasiteleri ve teknikleri hala tartışmalıdır (Plummer 2004).

Etiyopya'da bulunan bazı Oldowan aletler Australopithecus garhi ile ilişkilendirilmiştir. Bu tür yaklaşık 2,5 milyon yıl önce yaşamış olup, alet yapımında bir geçiş türü olarak görülmektedir (Asfaw vd. 1999). Gona 2,6 milyon yıl önceki (Ma) dünyanın en eski taş aletleriyle tanınmaktadır (Wolde Gabriel vd. 2009).



Resim 11. Oldowan alet endüstrisine ait taş alet kıyıcı (yaklaşık 2,6-1 milyon yıl önce) (<https://www.worldhistory.org>)

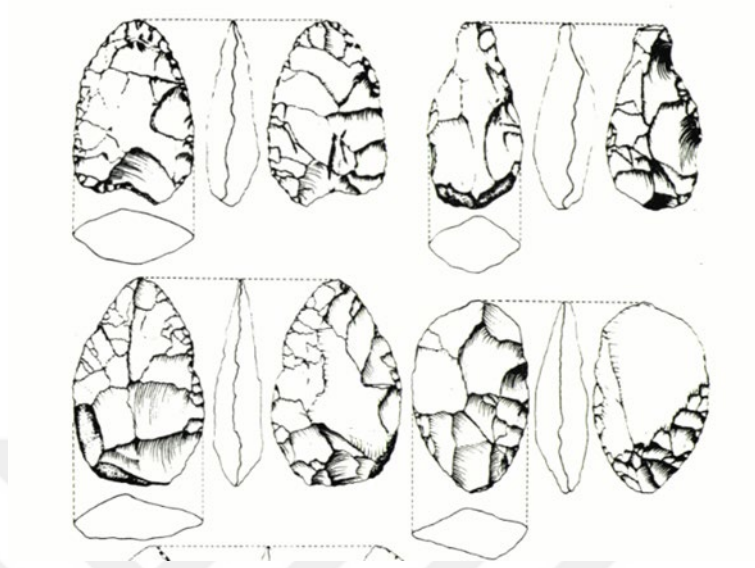


Resim 12. Çeşitli taş aletler (Napier 1962)

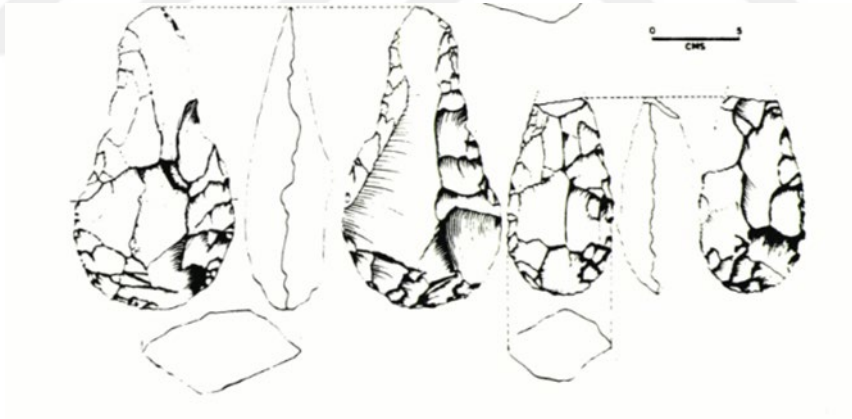
b) Acheulian (Aşölyen) Alet Kültürü (Acheulian Endüstrisi)

Hominidlere ait bir başka alet kültürü de Aşölyen (Acheulian) Endüstrisi'dir. İlk Aşölyen aleti (satır) Robert Bruce Foote tarafından Madras yakınlarındaki Pallavaram'daki lateritik bir çakıl ocağından keşfedilmektedir. Hindistan yarımadasındaki pek çok bölgede ele geçen Aşölyen buluntuları, çoğunlukla Foote'un kendisi ve aynı zamanda diğer bazı amatör arkeologlar tarafından bulunmuştur. Hint-Gangetik ovaları ve batı kıyısı dışında ülkenin hemen hemen her yerinde Aşölyen endüstrilerile rastlanmıştır (Misra, Rajaguru 1978) (Şekil 39, 40, 41, 42,43). Aşölyen Alt Paleolitik Dönem'in temel kültürel topluluğundan biridir. Adını Fransa'da Amiens'in bir ilçesi olan Saint-Acheul'den almıştır. Acheulean endüstrisi, en çok Homo erectus türü ile ilişkilendirilmiştir, bu türün bireyleri el baltaları gibi bifasiyel aletler üretmiştir (Gowlett 1984). Homo erectus bu aletlerle avlanma, kesme, kazma gibi çeşitli faaliyetlerde bulunmuştur. Homo ergaster, yaklaşık 1,9 milyon ila 1,4 milyon yıl önce Afrika'da yaşamış ve bu aletlerin Afrika'da yayılmasında önemli bir rol oynamıştır (Leakey, Walker 1997). Acheulean aletleri ayrıca Avrupa ve Afrika'da yaşayan Homo heidelbergensis tarafından da kullanılmıştır. Bu tür, yaklaşık 600 bin ila 200 bin

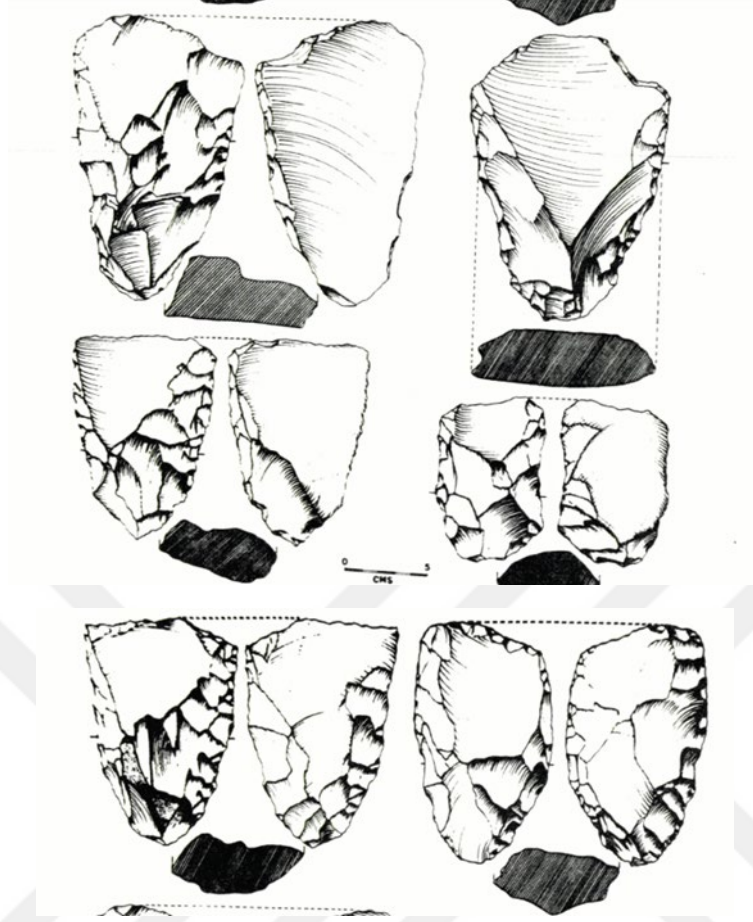
yıl önce yaşamış ve büyük av hayvanlarını avlamak için bu aletleri kullanmıştır (Wynn 2002).



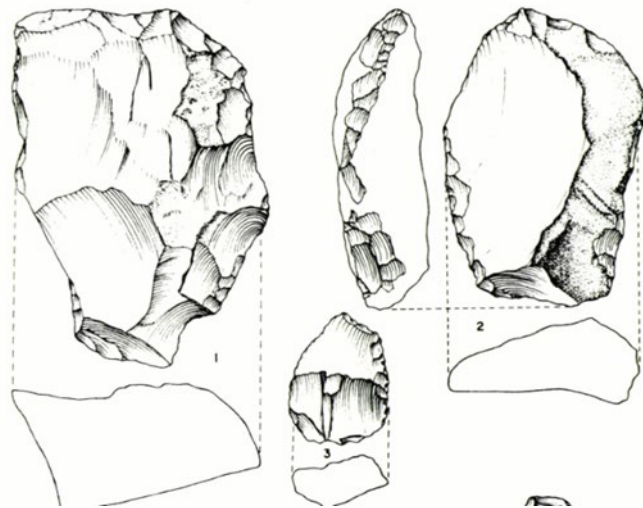
Şekil 39. El baltaları (Misra, Rajaguru 1978)



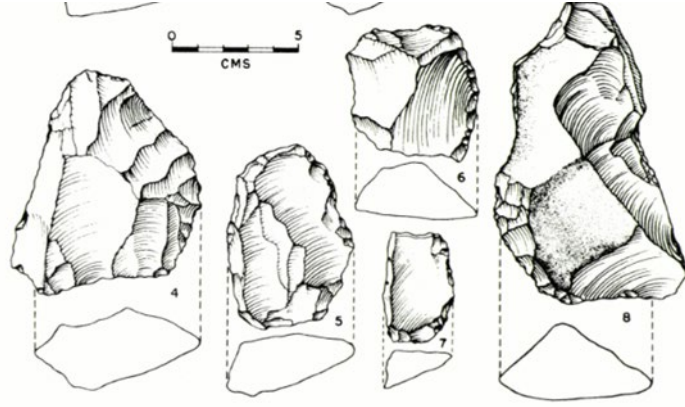
Şekil 40. El baltaları (Misra, Rajaguru 1978)



Şekil 41. Satırlar (Misra, Rajaguru 1978)



Şekil 42. Dışbükey yan sıyrıcılar (Misra, Rajaguru 1978)



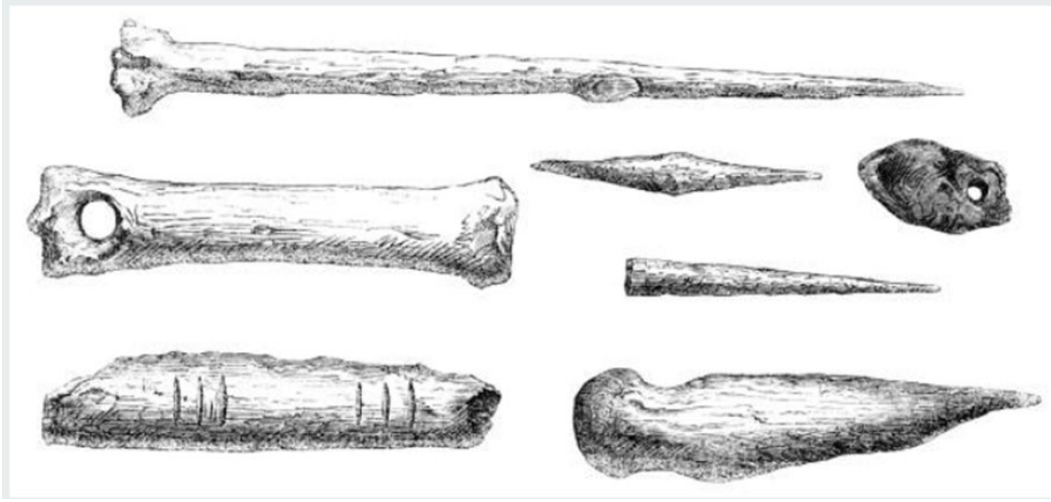
Şekil 43. Dışbükey yan sıyrıcılar (Misra, Rajaguru 1978)

c) Mousterien Alet Kültürü (Mousterian Endüstrisi)

Mousterian endüstrisi, en çok Neandertaller ile ilişkilendirilir. Bu tür, yaklaşık 400 bin ila 40 bin yıl önce yaşamış ve Avrupa ile Batı Asya’da Mousterian aletlerini üretmiştir (Mellars 1996). Neandertaller, bu aletleri avcılık, deri işleme ve kemik kırma gibi çeşitli amaçlarla kullanmıştır. Neanderthaller küçük avcı grupları halinde yaşamışlardır. Musteriyen alet teknolojisi bölgesel olarak farklılık göstermesine rağmen Orta Paleolitik Dönem’e tarihlendirilmektedir. Bu alet kökenini Aşölyen alet teknolojisinden almaktadır. Neanderthallerin kullandıkları alet teknolojisi Musteriyen-Levallois’tir. Bu alet teknolojisi adını Fransa’daki Dordogne bölgesinde ilk saptandığı Le Moustei buluntu merkezinden almaktadır (Şimşek 2017). Mousterian aletleri, bazı bölgelerde erken modern insanlar tarafından da kullanılmıştır. Bu, özellikle Afrika’da geçiş dönemlerinde görülmektedir. Modern insanlar, bu aletleri Neandertallerden öğrenmiş ya da onlarla birlikte yaşamış olabilirler (Stringer, Gamble 1993).

d) Aurignacian Kültürü

Aurignacian endüstrisi, tamamen modern insanlarla (Homo sapiens) ilişkilendirilmiştir. Bu dönemde modern insanlar Avrupa’ya yayılmış ve burada karmaşık taş, kemik ve fildişi aletler üretmiştir (Resim 13) (Conard, Bolus 2003). Aurignacian aletleri, avlanma, giysi yapımı, süs eşyaları ve sanat yaratımı gibi çeşitli faaliyetlerde kullanılmıştır.



Resim 13. Aurignacian Objects "Menton fosil adam" Balzi Rossi Caves, Liguria, Italya-43.000 için 37.000 yıl önce bulundu (<https://www.istockphoto.com>)

Paleolitik Dönem'in sonunda kullanılan alet teknolojisine Mikrolit Teknoloji denilmektedir. Mikrolit alet teknolojisi ilk defa Afrika'da ortaya çıkmıştır ve hemen hemen aynı dönemlerde günümüzden 30 bin yıl öncesinde Güney Asya'dan bilinmektedir. Geç dönemlerde ise, Asya ve Avrupa'nın içlerine kadar yayılmış ve Erken Holosen Dönem'e kadar devam etmiştir (Şimşek 2017).

Beyin gelişiminin başka bir göstergesi başparmak gelişimidir; iyi kavrama kabiliyeti alet yapımı ve kullanımını kolaylaştırmıştır (Tracy 2023). Atalarımızın binlerce yıllık sürede insana geçiş döneminde, ellerini yavaş yavaş uyarlamayı öğrendikleri ilk hareketler, ancak en basit işlemler olabilmiştir. Ama asıl değişimin başlaması, elin serbest hale gelmesi ve artık yeni beceriler kazanmaya hazır durumda olmuştur. Kazanılan esnek yapı (souplesse), edinilen beceriler, kuşaktan kuşağa artarak devam etmiştir (Engels 1977). Evrimsel süreç içerisinde aletler daha ince işçilik gerektirecek şekilde ve taş, kemik gibi birçok materyalden yapılmıştır.

3.1.1.6. Sanat Kültürü

Mithen, kültürel evrimin insan beyninin gelişiminde önemli bir faktör olduğunu vurgular. "İnsanlar, kültürel bilgi ve becerileri bir sonraki nesle aktarmak için gelişmiş bilişsel yetenekler geliştirmiştir". Bu süreç, insanın

çevresine daha iyi uyum sağlama yeteneğini pekiştirmiş ve bilişsel adaptasyonların evriminde kilit bir rol oynamıştır (Mithen 1996).

Sanat, insanın bilişsel ve kültürel evriminde önemli bir dönüm noktası olarak kabul edilir. Hominidlerin sanatsal faaliyetleri, sadece estetik bir ifade biçimi olarak değil, aynı zamanda sosyal örgütlenme, kimlik inşası ve kültürel aktarımın bir aracı olarak da evrimsel önem taşır. Bu bağlamda, sanatın ortaya çıkışı ve evrimi, hominidlerin bilişsel gelişimlerinin ve çevreyle olan etkileşimlerinin bir yansıması olarak değerlendirilebilir.

a) Erken Hominidlerde Estetik İfadeler

Acheulean aletleri, özellikle el baltaları, hominidlerin ilk estetik ifadelerine dair ipuçları sunar. Bu aletler, sadece işlevsel amaçlar için değil, aynı zamanda estetik bir düzenleme ve simetri arayışıyla da üretilmiştir. Homo erectus tarafından yaklaşık 1.7 milyon yıl önce üretilen bu aletler, bilinçli bir tasarım sürecini ve estetik bir farkındalığı yansıtır (Wynn 2002). Acheulean el baltalarının, sadece işlevsel amaçlarla değil, aynı zamanda estetik açıdan tatmin edici olacak şekilde tasarlandığına dair bulgular, sanatın kökenlerinin bu döneme kadar uzanabileceğini göstermektedir.

Güney Afrika'da bulunan Makapansgat çakıl taşı, hominidlerin estetik duyarlılığının başka bir örneğidir. Yaklaşık 3 milyon yıl önce Australopithecus africanus tarafından bulunduğu düşünülen bu taş, doğal olarak insan yüzüne benzeyen bir şekle sahiptir ve işlevsel bir amacı olmadığı halde, estetik bir değerle bir araya getirildiği varsayılmaktadır (Bednarik 1998). Bu buluntu, hominidlerin doğada karşılaştıkları nesnelerde estetik değerler bulup bunları topladıklarını ve muhtemelen sakladıklarını göstermektedir.

Neandertaller, mağara duvarlarına işledikleri çizimler ve kullandıkları pigmentlerle bilinirler. İspanya'daki El Castillo Mağarası'nda bulunan kırmızı diskler ve el izleri, yaklaşık 64 bin yıl öncesine tarihlenmektedir ve Neandertallerin sembolik ifade yeteneklerini ortaya koyar (Resim 14) (Hoffmann vd. 2018). Bu tür bulgular, Neandertallerin sadece araç yapımı değil, aynı zamanda sembolik düşünceye dayalı sanatsal faaliyetlerde de bulunduğunu göstermektedir.



Resim 14. İspanya'daki El Castillo Mağarası (<https://arkeofili.com>)

Neandertallerin sanat ve sembolizmi kullandığına dair diğer kanıtlar arasında takı yapımı yer alır. Deniz kabuklarından yapılmış kolyeler ve kemik süslemeler, Neandertallerin sembolik iletişim için sanatı kullandığını göstermektedir (Resim 15) (Zilhão vd. 2010).



Resim 15. Deniz kabuklarından yapılmış kolyeler ve kemik süslemeler
(<https://www.arkeolojisanat.com>)

Bu tür bulgular, Neandertallerin sosyal statü ve kimlik ifade etmek için sanatı bir araç olarak kullandığını ortaya koymaktadır.

Modern insanların sanatsal ifadeleri, özellikle Aurignacian dönemine ait mağara sanatıyla tanınır. Fransa'daki Chauvet Mağarası'nda bulunan yaklaşık 36 bin yıl öncesine ait hayvan resimleri, bu dönemin en etkileyici sanatsal eserleri arasında yer alır (Clottes, Sognnes 2003). Bu sanat eserleri, hem teknik açıdan ileri düzeyde hem de sembolik anlamda zengin ifade biçimlerini içermektedir. Bu tür resimler, hominidlerin doğayı gözlemleme yeteneklerini ve bu gözlemleri sanatsal formlarla ifade etme becerilerini yansıtır (Resim 16).



Resim 16. Fransa'daki Chauvet Mağarası'nda (Bayram 2016)

Aurignacian dönemi aynı zamanda Venüs figürinleri gibi üç boyutlu sanat eserlerinin üretildiği bir dönemdir. Bu figürinler, genellikle doğurganlığı ve dişiliği simgeleyen stilize edilmiş kadın vücutlarını tasvir eder. Örneğin, yaklaşık 25 bin yıl öncesine tarihlenen Willendorf Venüsü, bu tür eserlerin en ünlü örneklerinden biridir (Resim 18) (White 2006). Bu tür sanat eserleri, sembolik düşüncenin ve karmaşık sosyal yapıların gelişimini göstermektedir.

Sanat, insanın kültürel ve bilişsel evrimi bağlamında ortaya çıkan bir etkinliktir. Sanatın kaynakları yalnızca beynin en soyut bütünleştirici bölgelerini değil aynı zamanda sanatçıların ve izleyicilerin içinde yaşadığı zihin toplulukları da içerir. Bu kaynakların etkileşimi, sanata da yansıyan karmaşık kültürel-bilişsel alanlar yaratır. Sanat ve sanatçılar, kültür ve bilişin birlikte evriminde aktif oyuncularlardır. Sanatı anlamak için, sanatın kökenlerini yalnızca insan görüşünün

veya insanın taklit kapasitesinin altında yatan sinir sistemleri gibi belirli bir beyin yapısına veya işlevine dayandırmak gerekir.

Evrimsel bağlamda incelenen sanat tüm toplumlar için evrenseldir ve insanlara özgüdür. Bir olgu hem evrensel hem de türe özgü olduğunda, kaçınılmaz olarak onun evrimsel kökenleri sorunu ortaya çıkar. Evrim teorisinin kapsamı dahilinde, insanın evrimi özeldir ve alışılmadık derecede karmaşıktır çünkü biyolojik ve kültürel güçlerin birlikte evriminin gerçekleşmesi gerekir. Sanat bu sürecin merkezinde yer alır ve insan kültürünün en ilginç olgularından biridir. Bilişsel olan her şey (sanat da bir istisna değildir) sonuçta beyin aktivitesinin ürünüdür. Sanatı anlamak için, sanatın kökenlerini yalnızca insan görüşünün veya insanın taklit kapasitesinin altında yatan sinir sistemleri gibi belirli bir beyin yapısına veya işlevine kadar takip etmemiz gerektiği ortaya çıkar.

Sanatı deneyimlemenin yanı sıra günlük bilişin de tipik özelliği olan bu tür bilişsel sekansın, karmaşık ve bir bakıma kendine özgü beyin operasyonları serisini gerektirdiği açıktır. Bu işlemleri yönlendiren bazı sinirsel aktiviteler elektrik kaydı ve beyin görüntüleme yoluyla gözlemlenmiştir. Tahmin edilebileceği gibi çoğu sanat eseri, sanatsal ortamın tarzına ve sunulan temsilin türüne bağlı olarak birçok beyin bölgesini ve çeşitli sinir kaynaklarını harekete geçirir. Her yaratıcı veya yorumlayıcı eylemin, girdi yöntemi veya kavramsal talepleri ne olursa olsun bu şekilde kendi nöro-bilişsel "atomlarına" bölünebilirliği veya yapısızlaştırılabilirliği söz konusudur.

Sanat, insanın kültürel ve bilişsel evrimi bağlamında ortaya çıkan bir etkinlik olarak, kaynakları yalnızca beynin en soyut bütünleştirici bölgelerini değil aynı zamanda sanatçıların ve izleyicilerin içinde yaşadığı zihin topluluklarını da içermektedir. Bu kaynakların etkileşimi, sanata da yansıyan karmaşık kültürel-bilişsel alanlar yaratmıştır. Sanat ve sanatçılar, kültür ve bilişin birlikte evriminde aktif oyuncular olarak değerlendirilir. İnsan kültürleri, çoğu zaman fikirlerin, anıların ve bilginin akışını yönlendiren büyük kurumsal yapılarla birçok zihnin birbirine bağlanmasını içeren devasa, dağıtılmış bilişsel ağlar olarak kabul edilmektedir. Sanatçılar bu kültürel-bilişsel ağlarda yüksek bir konuma sahiptirler ve çoğu zaman işletmenin çoğunu yönlendiren yaratıcı motor görevi görürler. Sembolleri, görüntüleri ve diğer ifade biçimlerini hem koruyarak hem de

değiştirerek, kendi kabilelerinin veya nesillerinin bilişsel faaliyetlerini etkilemektedirler. sanat, insanın doğuştan gelen kendini gözlemleme kapasitesinden kaynaklanır. Sanatın kültürel dönemleri tanımlamada ve büyüklüğü ve karmaşıklığı ne olursa olsun kabilelere kendilerini tanımlayan semboller ve alegoriler sağlamada bu kadar etkili olmasının nedeni budur. Dolayısıyla sanat, hem bireysel hem de toplumsal düzeydeki bilişsel işlevi açısından doğası gereği üstbilişseldir. Üstbiliş terimi geleneksel olarak bireysel öz-yansıma anlamına gelse de özellikle sanatın öz-düşünüm için kolektif bir araç ve kültürel kimliğin ortak bir kaynağı olarak hayati rolünü belirtmek için kullanılmaktadır (Turner 2006).

Grafik sanatlarda gösterilenler çoğunlukla izleyicinin kültürel mirasına ait hikayelere gönderme yapmaktadır. Anlatının tamamı için tasvir edilen durumu, önceki ve sonraki olayların akışıyla birlikte tanımlanması, hafızada tekrardan canlanması için yeterlidir. Yapılan sanatın amacı temel işlevi göstermek değil, hafızayı canlandırmaktır. Bu özellik beynimizde görsel algı ile bilişsel alanların birleştiği noktada yazılmaktadır.

Resim 17’de tema “ifadesiz insanlar”dır; odak, “ortak hareket yönü” ve çerçeve, “farklı jestlerdir”. Burada anlatılan spesifik bir olay değil, Brandberg/Daureb’in avcı-toplayıcı ideolojisinin “topluluk, eşitlik ve hareketlilik” (Lenssen-Erz) olarak özetlenebilecek örnek bir eylemidir. Bu şirketin hayatta kalması aşağıdaki hikayeye dayanmaktadır: “Biz eşitlerden oluşan bir topluluğuz ve en büyük varlığımız hareketlilik; aramızdaki iletişim özgür ve düzenlenmemiştir” olarak belirtilmiştir (Fritz vd. 2013)



Resim 17. Ga'aseb 16, Daureb/Brandberg, Namibya (Fritz vd. 2013)

Sanatın, sembollerle kendilerini ifade etmede takılar ya da süslenme nesneleri de yer almaktadır. Evrimde Homo neanderthalensis'ler tarafından yaklaşık 38.000 ila 32.000 yıl önce kemik veya fildişi kolyeleri, kabuklu boncuklar, delinmiş ve yivli hayvan dişleri, delinmiş taşlar ve delinmiş deniz kabuklarından süslenme nesneleri, bizlere aktarılan sanatsal yapıtlarıdır. Ve bu sembolik nesneler ile onların bilişsel işlevleri hakkında bilgi edinmemiz sağlamaktadırlar (Yılmaz 2021).

Cro-Magnon'ların ilk kez resim (mağara resimleri) ve heykelcikler üreten insanlar olduğu bilinmektedir. Büyü amaçlı olarak dini ritüellerde kullanılan hayvan ve insan figürlü bu küçük heykelcikler, Orta Taş ve Yeni Taş Çağları'nda bereketi simgeleyen küçük figüratif heykeller yapmışlardır (Boyraz, Dolunay 2014). Yapılan heykellerde, insani figürleri genellikle iri göğüslü, geniş kalçalı ve genellikle hamile kadınları tasvir etmişlerdir ve bu figürlerin doğurganlık ayinlerinde önemli olduğu tahmin edilmektedir (Resim 18).



Resim 18. Willendorf Venüsü (<https://www.britannica.com>)

Cro-Magnonların yapıtlarında genel olarak hayvan tasvirleri bulunmaktadır. Fransa ve İspanya'da Lascaux, Eyzies-de-Tayac ve Altamira'da

mağara resimleri mevcuttur (Resim 19, 20). Bu resimlerin halk için bir çeşit büyü veya ritüel önemi olduğu düşünülmektedir.



Resim 19. Lascaux mağarası resmi (<https://www.britannica>)



Resim 20. Bir bizonun Magdalen mağara resmi (Clottes 2024)

Sanatlarının yüksek kalitesinden, Cro-Magnonların ilkel amatörler olmadığı, daha önce sanatsal ortamlar ve formlar üzerinde deneyler yaptıklarını düşündürmektedir. Süslü aletler ve silahlar, sanatı dini sebeplerin yanı sıra estetik amaçlarla da kullandıklarını göstermektedir (Resim 21) (Britannica 2023).



Resim 21. Aurignacian-Gravettian heykeli (<https://www.britannica>)

3.1.1.7. Cinsel Seçilim

Cinsel seçim Darwin'in ikinci büyük içgörüsüdür ve bunu "belirli bireylerin aynı cinsiyetten ve türden diğer bireylere göre yalnızca üreme açısından sahip olduğu avantaja" bağlı olarak tanımlamaktadır. Bu nedenle cinsel seçim, tür içi üreme rekabeti olarak düşünülmektedir. Bazı araştırmacılar cinsel ve doğal seçim arasında ayrım yapmanın anlamsız olduğunu öne sürmüş olsa da Darwin bu ayrımı açık, ikna edici ve iyi bir nedenden dolayı yapmış olduğu varsayılmaktadır. Doğal seçim tarafından açıkça tercih edilmeyen karakterlerin varlığını açıklamaya çalışmaktadır. Örneğin, cinsel seçilimin "varoluş mücadelesine değil, erkeklerin dişileri ele geçirme mücadelesine bağlı olduğunu" söylemektedir (Hosken, House 2011). Darwin'in cinsel seçim teorisi, organizmaların eş seçimini etkileyen özelliklerin, doğal seçimden bağımsız olarak evrimleşebileceğini öne sürer. Bu özellikler, genellikle doğrudan hayatta kalma avantajı sağlamasa da, bireyin çiftleşme şansını artırarak evrimsel başarıya katkıda bulunur (Andersson 1994).

Cinsel seçilimi ve bunun davranışsal, fizyolojik ve nöro-endokrin çalışmalarda etkilerini anlamak için üç bölümde düzenlenmiş bir dizi temel araştırma ve inceleme yapılmıştır; birincisi, hormonal ve sinirsel temelleri

araştırmak için uygun model sistemler olarak erkek aşırı davranış özellikleri, aşırı çiftleşme çabaları; ikincisi, görünüşe göre uyumsuz davranışlar ve standart cinsel seçilimin istisnaları; üçüncüsü, insanlarda ve diğer primatlarda bilişsel nörobiyoloji ve beyindeki ve davranışlardaki cinsiyete bağlı farklılıklar. Eğer sinir sistemleri eş seçimi ve her iki cinsiyetteki eşler için sosyal rekabet süreçlerinde yer alıyorsa, Darwin'in de altını çizdiği gibi "ekolojik" baskılara rağmen beyin ikincil bir cinsiyet özelliği olarak görülebilir ve ek dürtüler fenotipi cinsiyete özgü bir şekilde şekillendirebilir (Beani, Zuk 2014). Darwin'in cinsel seçim teorisi, organizmaların eş seçimini etkileyen özelliklerin, doğal seçimden bağımsız olarak evrimleşebileceğini öne sürer. Bu özellikler, genellikle doğrudan hayatta kalma avantajı sağlamasa da, bireyin çiftleşme şansını artırarak evrimsel başarıya katkıda bulunur (Andersson 1994).

Darwin'in çağdaşları ve onu takip eden araştırmacılar, erkek-erkek eş rekabetini cinsel seçilimin bir mekanizması olarak kabul etmektedirler. Muhtemelen erkekler arasındaki rekabetin çok belirgin olduğu, ancak dişi seçimi ve dişinin tercihi/seçimi hakkındaki düşünceler netlik kazanmamaktadır. Darwin dişi tercihinin daha yüksek zihinsel yeteneklere sahip olunmasıyla evrimleşebileceğini belirtmektedir (Hosken, House 2011).

Fisher'in (1930) cinsel seçimi tanımlayan "kaçak süreci" (runaway process) ya da "iyi genler" yoluyla olmak üzere iki model öne sürmüştür;

Fisher'in kaçak süreç modelinde, erkek özelliği oldukça keyfidir ve yalnızca dişinin tercihi nedeniyle genetik bir korelasyon gerçekleştirilir. Bu özellik ve tercih daha sonra birlikte evrimsel bir süreçte bağlantılı hale gelir, ancak dişi yalnızca "seksi oğulları" çekici özelliği miras aldığı anda ve böylece kondisyonlarını arttırdığında bundan yararlanır.

İyi gen modellerinde ise, genetik olarak ilişkilendirilen erkek özelliği keyfi değildir; erkek kalitesinin "dürüst bir göstergesi" olarak hareket eder. Dişiler dolaylı olarak faydalanır çünkü yavruları daha fazla canlılık için iyi genler kazanacaktır (Catchpole 2000).

Stanyon ve Bigoni tarafından gözden geçirilen son nörojenomik araştırmalarda, gruplar arasındaki benzerlik ve farklılıkların yanı sıra cinsel

seçilimin etkisi de desteklenmektedir. Antropoidlerde daha büyük beyinler, tek eşli çiftleşme sistemleriyle ve erkekler arasındaki eş rekabetinin azalmasıyla ilişkilendirilmektedir, ancak her iki cinsiyette de silah ve s s eşyaları mevcut olabilmektedir. "Sosyal beyin hipotezi" senaryosunda, kadınların ilişkisel sosyalliği neokorteks, ayna nöron aktivitesi ve bilişsel alanları vurgularken, erkek rekabetçi sosyalliği subkortikal birimlerin duygusal tepkileri, ve görsel-uzaysal yetenekler, uzamsal kavrama yeteneği tepkileriyle daha yakından ilişkilendirilmektedir. Sosyalleşme hem n roanatomiye hem de cinsiyet farklılıklarını modüle ediyorsa, yaşam boyu çift bağlılığı, yüksek baba yatırımı ve insan soyundaki benzersiz çok aileli yapı, serebral korteksin çarpıcı bir şekilde genişlemesine ve görsel-sosyal ağlarda yer alan karmaşık ağlar boyunca cinsiyet dimorfizmine yol açmaktadır; mekansal beceriler, sosyal biliş ve karar verme. Feis ve ark. (2013), MR (Manyetik Rezonans) multimodal görüntüleri aracılığıyla, kadınlarda gri madde oranının daha fazla olduğunu, erkek beyninde ise frontal korteksten oksipital kortekse doğru bir eğim boyunca daha fazla beyaz madde dokusu bulunduğunu göstermiştir. Kısacası, insan ve insan olmayan primatlarda bir geri bildirim sistemi davranışı, sosyal organizasyonu ve gen ifadesini cinsel dimorfizme bağlar: cinsel organların biçiminden ve işlevinden nöroanatomi ve genoma kadar ifade edilmektedir (Beani, Zuk 2014).

Bloch ve arkadaşları, duysal algı ile sosyal karar alma arasındaki bağlantıyı ele almak için aynı küçük ve büyük beyinli lepistes soyları üzerinde çalışmalar yapmışlardır. Dişilere renkli veya donuk erkekler sunulduğunda bu iki soydaki n rogenomik tepkileri karşılaştırmışlardır. Seçici büyük beyinli ve seçici olmayan küçük beyinli dişiler, görsel uyarıların entegrasyonunun gerçekleştiği optik tektumda benzer şekilde ya da farklı şekilde ifade edilen genler sergilemişlerdir. Bununla birlikte, sosyal kararların alındığı düşünülen telensefalonda, seçici ve seçici olmayan dişiler gen ifadelerinde farklılık göstermişlerdir. Dolayısıyla, bu iki soy arasındaki tercihlerdeki fark, dişilerin erkekleri nasıl algıladıklarından değil, bu benzer algılara dayanarak aldıkları kararlardan kaynaklanmış olduğu belirtilmiştir (Ryan 2021).

Cinsel seçilim teorisi, Darwin'in morfoloji ve davranıştaki göze çarpan cinsiyet farklılıklarına ilişkin gözlemlerinden doğmuştur: Bu karakterlerin sıradan

seçilimin değil cinsel seçilimin sonucu olduğunu, silahsız, süssüz veya çekici olmayan erkeklerin, daha iyi donanıma sahip erkekler olmasaydı, yaşam mücadelesinde ve çok sayıda nesil bırakmada eşit derecede başarılı olacağını ifade etmektedir. Darwin bu tür göze çarpan özelliklerin, özellikle de yalnızca üreme mevsiminde sergilenenleri eş seçiminde rol oynadığını belirtmektedir (Jacobs 1996).

Beynin büyüklüğünün ve karmaşıklığının artması, birçok türde cinsel seçilim baskıları ile ilişkilendirilmiştir. Özellikle, sosyal zekanın evrimi, cinsel seçilim sürecinde önemli bir rol oynayabilir. Yüksek bilişsel yeteneklere sahip bireyler, sosyal ortamlarda daha başarılı olabilir ve bu da onların eş seçilimi sırasında avantaj sağlamalarına yol açmıştır (Miller 2000).

Cinsel seçilim, özellikle erkeklerin zekâ veya yaratıcılık gibi bilişsel özellikleri sergileme becerisini artıran adaptasyonları tetikleyebilmektedir. Bu tür özellikler, dişilerin tercihi doğrultusunda evrimleşebilir ve bu da beynin belirli bölgelerinin gelişimini destekleyebilmektedir (Geary 2005).

Zekânın ve yaratıcı yeteneklerin cinsel seçilim tarafından şekillendirildiği hipotezi, insanların sanat, dil ve müzik gibi karmaşık kültürel davranışlarının evrimine de ışık tutmaktadır. Bu davranışlar, potansiyel eşlere yüksek bilişsel kapasiteyi gösterme aracı olarak evrimleşmiş olabilir (Mithen 1996). Erkeklerdeki gösterişli tüyler, şarkılar veya danslar gibi özellikler, dişilerin bu özellikleri tercih etmesi sonucu evrimleşmiştir. Bu tür cinsel seçilim mekanizmaları, 'eş tercihinin dayalı cinsel seçilim' olarak adlandırılır ve birçok türde yaygındır (Fisher 1930). Cinsel seçilim, sadece erkeklerin değil, dişilerin de çiftleşme başarısını etkileyen özelliklere sahip olmasına yol açabilir. Dişi-dişi rekabeti veya erkeğin dişi seçiminde aktif rol oynaması gibi durumlar, cinsel seçilimin daha karmaşık bir yapıya sahip olduğunu gösterir (Clutton-Brock 2007).

Cinsel seçilim, zekâ ve diğer bilişsel özelliklerin evriminde kilit bir rol oynayabilir. Özellikle dişiler, potansiyel eşlerinin yüksek bilişsel kapasitelerini değerlendirirken, bu bireylerin sanat, dil ve müzik gibi karmaşık yeteneklerini dikkate alabilirler. Bu durum, beynin evriminin hızlanmasına ve bilişsel yeteneklerin gelişimine katkıda bulunmuş olabilir (Miller 2000). Beynin bilişsel

kapasitelerinin gelişimi, cinsel seçim baskılarıyla yakından ilişkilidir. Özellikle insanda, karmaşık sosyal etkileşimlerde üstün olma kapasitesi, zekânın evriminde belirleyici bir faktör olarak ortaya çıkmıştır. Bu süreçte, bireylerin sosyal zekâlarını ve yaratıcı yeteneklerini sergileme becerileri, eş seçiminde önemli bir avantaj sağlamıştır (Dunbar 1998). Primatların sosyal beyin hipotezi, büyük beyinlerin evriminde cinsel seçimin rolünü vurgular. Sosyal yapıların karmaşıklığı, bireylerin sosyal manevralarda başarılı olabilmeleri için daha büyük ve karmaşık beyinlere ihtiyaç duymasına neden olmuştur. Bu da cinsel seçim yoluyla desteklenen bilişsel evrimin bir parçası olarak görülebilir (Gavrilets, Vose 2006).

3.2. Dilin Evrimi

Fosil kayıtlar dilin evrimine dair izlerin anlaşılmasında kilit bir rol oynar. Beyin kalıpları ve kafatası yapıları, dil yeteneği ile ilişkilendirilen anatomik değişikliklerin izlenmesine olanak tanır. Özellikle Broca alanı ve larenks yapısındaki değişiklikler, bu konuda önemli veriler sunmaktadır. Ancak, dilin soyut doğası gereği, fosil kayıtlarından tam bir resim çıkarmak her zaman mümkün olmayabilir (Lewin 2015).

Dil Homo sapiensin eşsiz özelliğidir. Dilin evrimsel kanıtları dolaylı kanıtlarda aranır; taş aletlerde, ekonomik ve sosyal düzenlerde, resimlerin içerik ve bağlamlarında ve diğer sanatsal anlatımlarda, fosil kalıntıların kendilerinde aranmalıdır.

Beynin anatomik ve bilişsel gelişimleri paleonörolojinin konusudur. Dilin ortaya çıkışı aklın ürünü olarak gelişmesi günümüzdeki konuşma iletişim faktörü olarak kullandığımız dilin nasıl ve neden doğduğu beynin büyümesiyle ilişkili olup olmaması beyin ve dil gelişiminin paleonörologlar için önemli bir araştırma konusudur.

Dil kullanımı ve bilince erişim de dahil olmak üzere pek çok anatomik ve davranışsal özellik, maymunları insanlardan ayıran başlıca farklılıklardır. Genomik çağda türe özgü bu tür farklılıkların DNA tarafından kodlanan mekanizmalara bağlı olduğu görülmüş, bu tür genetik mekanizmalar, beynin doğum öncesi ve aynı zamanda doğum sonrası gelişimi ve bilişsel yatkınlıkları için sınırlar

oluşturacak “bir kılıf” yaratacağı düşünülmüştür. Dehaene bu görüş için ; “biyolojik düşüncede dramatik bir dönüm noktasındayız” demiştir. İnsan doğamızın "imzasını" DNA dizileri açısından tanımlayabilmeli ve hangi DNA öğelerinin insan beyni ile maymun beyni arasında fark yarattığını belirleyebilmeliyiz” kanısını sunmuştur (Dehaene vd. 2005).

3.2.1. Sesli İletişimin İlk Adımları

Dil, insan olmanın en temel özelliklerinden biridir ve diğer tüm özelliklerden daha belirleyici bir role sahiptir. İnsanın iletişim kurma yeteneği, kelimeler ve telaffuz aracılığıyla sınırlar çizer, bu da toplumlar arasında farklar yaratır. Dil, sadece bir iletişim aracı olmaktan öte, yalan söyleme ve aldatma yeteneğini de beraberinde getirir. Bu, dilin hem insan ilişkilerini karmaşıklaştıran hem de medeniyeti inşa eden çift yönlü bir özellik olduğunu gösterir. Dil aynı zamanda beynin işlevselliğiyle yakından ilişkilidir. Konuşma, beynin özel bir fonksiyonu olmasına rağmen, günlük hayatta çoğunlukla göz ardı edilen bir yetenektir. Dilin gelişimi, insan beyninin evrimsel sürecinin bir sonucu olarak ortaya çıkmıştır. İnsan, diğer primatlarla ortak bazı yeteneklere sahip olmakla birlikte, dil ve karmaşık düşünce süreçleri gibi becerilerde benzersizdir. İnsan evrimi sürecinde dilin gelişimi, yaklaşık 150,000 yıl önce Homo sapiens türünün ortaya çıkışıyla başlamıştır. İnsan ataları, bu dönemde anatomik olarak modern insana benzemeye başlamış ve beyin kapasiteleri artmıştır. Neandertal insanları gibi diğer insan türleri, bazı sınırlı sesler çıkarabilseler de, modern insanın sahip olduğu dilsel kapasiteye erişememiştir. Bu durum, Neandertallerin dil ve karmaşık düşünce süreçlerine sahip olamadığına işaret eder. Modern insan, dil sayesinde diğer insan topluluklarıyla daha karmaşık sosyal bağlar kurabilmiş ve bu sayede hayatta kalma ve çevresini şekillendirme becerilerini geliştirmiştir. Bu süreç, insan evriminin en önemli adımlarından biri olarak değerlendirilebilir (Reichholf 2014).

Beynimiz sadece boyut olarak büyümekle kalmayıp, özel şekillerde gelişim ve değişim göstermiştir. Dilde uzmanlaşmış beyin, kapasite olarak gelişmiş, dil geliştikçe uzmanlaşma artışı görülmüştür (Hickerson vd. 1980). Dilin filogenetik çalışmaları, davranışların yapısını analiz ederek, belirleyicilerini

biyeylerin biyolojisinde ve öğrenme yeteneklerinde aramıştır. Dil söz konusu olduğunda araştırma, dili mümkün kılan nöronal devrelerin yapılarının yanı sıra fonolojik, sözdizimsel ve anlamsal yapıların analizine odaklanmaktadır. Dil yetisi, tüm fonolojik, biçimsel-sözdizimsel ve anlamsal bileşenleriyle birlikte, doğal seçim tarafından yerel olarak optimize edilmiştir, Sesbilgisel sistemimiz tarafından desteklenen sözcük dağarcığının büyüklüğü, ifade bağlamının zenginliği veya zihinsel görüntüleri birleştirme kapasitemizin tümü, dil kullanımında konuşma yetisinin kazanımları olarak görülmektedir (Dessalles 2007).

Mithen, "Dil, insan zihninin evriminde hem bilişsel hem de sosyal bir araç olarak kritik bir rol oynamıştır" der. Ona göre, dil, yalnızca bilgi aktarımını kolaylaştırmakla kalmayıp, aynı zamanda insanın sosyal yapılar içinde daha etkili bir şekilde organize olmasına olanak tanır. "Dil, insan zihninin evriminde bilişsel kapasitenin genişlemesini ve sosyal organizasyonların karmaşıklığını artırmıştır" (Mithen 2006).

Dil evrimini anlayabilmemiz biyolojik olarak ortak atayı paylaştığımız diğer türler ile her ne kadar bizlerin dil kullanımı gibi bir dil kullanımına sahip olamasalarda, dilin kökeni çalışmalarında insan dilinin oluşumuna katkıda bulunan, insan dilinin ön temeli olduğu ve bugünkü kullandığımız dilin oluşumu için köprü görevi göstermiş olduğu düşünülen ön-dilin (proto-language) varlığının tartışılması adına hayvan iletişimi önemlidir. "Biricik" olarak nitelendirilen insan türüne ait olan dil kullanımının biyolojik ortak ataya sahip olduğumuz diğer türlerin iletişim kapasiteleri, dilimizin gelişmesindeki çalışmalarda bir ipucu olarak görülmüştür (Kerimoğlu 2018).

İnsanlar, dilin kazanılması için gerekli olan kapasiteye sahip olarak doğmaktadır. Sosyal yaşam içinde hayatta kalabilmek ve neslimizi sürdürebilmek için çeşitli davranışlar öğrenmekteyiz. İnsan davranışını karakterize eden özellikler ise şunlardır;

- Popülasyon içinde işbirliğine katılma,
- Popülasyon içinde olumsuz davranışlardan kaçınmak, işbirliğini tehlikeye sokabilecek tutumlar sergilememek,

- Yetişkin bireylerde duygusal bağlar kurma ve yeni doğan çocuk yetiştirmenin uzun şekilde devam ettirebilme yeteneği,
- Alet yapımı ve kullanım yeteneği,
- Dil kullanım (semboller ve şekiller) yetisi

Evrimin son türü olan Homo sapiens'in türetilmiş özellikleriyle sosyal yaşamındaki yaşanan farklılıklar evrimsel süreçte hominidlerin geliştirdikleri davranış özelliklerinin bütünlük içinde ele alarak devamlılık sağlaması sonucunda olduğu gerçeği yadsınmamaktadır (Güleç 1980).

Dil/eylem ilişkisi hakkındaki tartışmanın çözümlenmesine ilişkin çalışmalarda yakın evrimsel akrabalarımız değerlendirilmiştir. Şempanzeler ve makaklar gibi antropoid primatların, insanlarda olduğu gibi, eyleme işlevsel olarak yanıt veren, sitoarkitektonik olarak benzer bir Broca alanı homoloğuna sahip oldukları görülmüştür. Büyük maymunların jestler veya görsel grafik semboller gibi artırıcı veya alternatif iletişim sistemlerini kullanarak dilin bazı yönlerinde ustalaşabildiklerine dair kanıtlar sunulmuştur. Bununla birlikte, sözdizimsel bir hiyerarşiyi takip eden karmaşık çok kelimeli ifadeler oluşturma becerisine yalnızca insanlar sahiptir. Bu nedenle, insanın dilsel beyni ile yaşayan yakın akrabalarımızdan biri olan şempanzelerin beyni ile türler arası bir karşılaştırma, eylem ve dilin sinirsel temeline ışık tutabileceğine değinilmiştir (Gallardo vd. 2023).

Engels “emeğin” evrimsel olarak etkisi üzerinde durmuştur. Dilin kaynağının, emek sürecinden ve emek süreci ile birlikte doğduğu açıklamasının, tek doğru açıklama olduğunu öne sürmüştür. Buna dayanarak; karşılıklı dayanışma, ortaklaşa faaliyetleri çoğaltma ve bu ortaklaşa faaliyetin her birey için sağladığı yararın bilincine varma yoluyla toplum üyelerinin birbirine gittikçe yaklaşmasına zorunlu olarak yardım ettiğini, oluşum geçiren toplumun, birbirlerine söyleyecek bir şeylerinin bulunduğu noktaya eriştiklerine değinmiştir. Engels “gereksinme kendine bir organ yarattı: maymunun gelişmemiş gırtlak, durmadan daha gelişmiş modülasyon elde etmek için yavaş ama sağlam biçimde değişti ve ağız organları, yavaş yavaş birbiri ardından düşünce ifade eden sesler çıkarmayı öğrendi” kanısını sunmuştur (Engels 1977). Dilin evrimleşmesiyle

birlikte, insanlar iletişim için seslendirmeye, yani konuşmaya geçiş yapmıştır. Bu geçiş, jest ve işaretlerle yapılan iletişimde ellerin rolünü azalttığı için ellerin başka işler için serbest kalmasını sağlamıştır. Yani, insanlar dil aracılığıyla konuşarak iletişim kurduklarında, ellerini bu işten kurtararak, üretim, alet yapımı ve kullanımı gibi diğer önemli faaliyetlerde daha etkin bir şekilde kullanabilmişlerdir. Bu durum, insanın alet yapma, karmaşık işlerde ellerini kullanma ve genel olarak daha gelişmiş bir teknoloji üretme kapasitesine büyük bir katkıda bulunmuştur. Bu bağlamda, dilin evrimi, sadece iletişim değil, aynı zamanda insanın fiziksel dünyayı manipüle etme becerisinin (kendi amaçlarına uygun şekilde kontrol etmek) evriminde kritik bir adım olmuştur. Ve aslında vokal dil, insanların aynı anda hem konuşmasına ve hem de araç yapıp kullanmasına olanak tanımıştır. Bu da belki nesilden nesile bilgi aktarımına “pedagojiye” (çocuklarda eğitim bilim ve teorisi) yol açmış olabileceği fikri sunulmuştur (Masataka 2008).

Dilin kökeni hakkında başta antropoloji olmak üzere, evrimsel biyoloji, paleontoloji, etnoloji, nörodilbilim, bilişsel bilimler ve başka birçok alanın sağladığı bilgi birikiminin ışığında değişik hipotezler geliştirilmiştir. Bunlar (Altınörs 2018);

- 1) Derek Bickerton tarafından Adam toplama hipotezi
- 2) Robin Dunbar tarafından Tımar hipotezi
- 3) Geoffrey Miller tarafından Kur hipotezi
- 4) Bernard Victorri tarafından Öyküleme hipotezidir.

3.2.1.1. Adam Toplama Hipotezi

Erken hominidlerde beslenme kültürü olarak bilinen az miktarda çok enerji elde edilmesini sağlayan hayvansal gıdaların tüketilmesi (leş yiyicilik ya da avcılık) doğadaki diğer canlılarla besin elde etme konusunda yaşadıkları rekabet ortamı, avladıkları hayvanın hızlıca derisini kesip eti çıkarmak ve bu işi yapanları korumak ya almak üzere çok sayıda bireye ihtiyaç duyulmuştur. Bu da adam toplama ihtiyacını doğurmuştur. Bu süreçteki iletişim; birbirlerine bilgi verebilmek, uzaktaki bireye seslenmek, koşarak yanına gittiğinde değişik sesler

ıkarıp elleriyle birşeyler anlatmak, sağı sola sallanmak, büyük bir besin kaynağını bulduğunu haber vermek ya da hangi hayvanı avladıklarını belli etmek için taklit yaparak hayvan sesleri çıkarmaktır. Adam toplama safhasında, henüz ne kavramlar vardı ne de kelimeler. Adam toplama sinyalleri henüz kelime değildi, yansımalı ve/veya göstergesel sinyallerdi, bu itibarla da hayvanlar arası iletişim sinyallerinden pek farkları yoktu. Kök-dil denebilecek şeyin doğuşu için, sinyallerin kelimelere dönüşmesi ve kelimelerin de kavramları doğurması gerekiyordu (Altınörs 2018).

3.2.1.2. Tımar Hipotezi

Evrimsel psikoloji alanında uzman olan Robin Dunbar Grooming, “Gossip and the Evolution of Language” başlıklı eserinde, dedikodunun Homo sapiens’in atalarına, sosyal ilişkiler hakkında, doğrudan tecrübe ederek ve etkileşime girerek elde edebileceklerinden çok daha fazla enformasyon sağlamış olması gerektiğı yönünde bir hipotez teklif etmiştir. Dunbar’a göre konuşmak, sosyal ilişkileri güçlendirmek bakımından, tıardan çok daha etkili bir yoldur. Tımar primat grup üyelerinin birbirlerinin kürklerine yerleşmiş parazitleri temizleme faaliyeti olarak bilinmektedir. Bu aktivite sadece bir temizlik faaliyeti olmakla kalmayıp grup üyeleri arasında hiyerarşiyi ve üyeler arasındaki bağları diri tutma işlevi görmektedir. Fakat tımar fazla zaman alan bir faaliyettir ve büyük gruplarda bir üyenin tımar çemberinde yer alanların hepsine yeterince zaman ayırması imkansızdır. Dunbar, dilin insanın atalarında tımarın bir ikamesi olarak evrimleşmiş olduğunu söyler. Yani, bir seferde yalnızca tek bireyi tımar etmek mümkünken dil sayesinde aynı anda sözlü olarak birçok bireyi tımarlamak olanaklıdır. Böylece dedikodu, primatlardaki tımarın daha işlevsel bir formu olarak dilin türeyişinde etkili olmuştur (Altınörs 2018).

3.2.1.3. Kur Hipotezi

Evrimsel psikoloji alanında çalışan Geoffrey Miller “The Mating Mind” (Sevişen Beyin) isimli eserinde dilin türeyişine dair bir hipotez geliştirmiştir Bu dilin, seksüel seçimde bireye avantaj sağlayan bir kur yapma yolu olarak evrimleştiğı fikridir. Miller dilin iletişimsel işlevinde asıl avantajlı tarafın konuşan değil dinleyen olduğunu, konuşanın birşeyler paylaşarak yeni bir şey öğrenmediğini ancak dinleyenin yeni bir bilgi edindiğini belirtmiştir. Miller

konuşmanın sadece haber ve bilgi aktarmakla evrimleşmiş olamayacağını söyleyerek, birbirlerine etkili bir kur yapma yolu olarak bu beceriye sahip bireylerin doğal seçimde daha fazla çoğalma avantajı yakalaması itibariyle evrimleşmiş olduğu hipotezini geliştirmiştir (Altınörs 2018).

3.2.1.4. Öyküleme Hipotezi

Hominidlerin bilişsel kapasitelerinde yaşanan artış, içgüdüsel davranışların yerini daha düşünceye dayalı davranışların almasına yol açmıştır. Victorri, arkaik Homo sapiens gruplarında meydana gelmesi muhtemel grup içi katliamlardan, dilin türeyişi senaryosunu türetmesi üzerine sosyal hayvanlar olan şempanzelerle bir kıyaslama yapmıştır. Şempanze gruplarının sosyal yaşamlarında liderlik kavgalarına dikkat çekerek: Dominant erkek şempanzelerin grupta üstünlük için birbirleriyle karşılaşmaları ve kendilerine grubun kalan kısmından en fazla sayıda müttefik kazanmaya çalışmaları, kurulan ittifakların boyutu ve niteliği, hasmı karşısında sağladığı kişi sayısı ve fiziksel gücün etkisine değinmiştir. Ancak içgüdüsel kontrolün daha az etkili olduğu arkaik Homo sapiens gruplarında olayların farklı şekilde yol aldığını, bu tip bir çatışmalarda zekalarını kullanarak iki tarafında hasmını şaşırtarak ve en etkili silahlarıyla öldürmeyi tasarlayabileceğini belirtmiştir. Victorri “grubun bütünü açınsındansa büyük risk şudur; grubun üyelerinin çoğu, ittifak ilişkileriyle rakip taraflardan birine bağlıdır ki bu da, kavgada bir tarafın öldürülmesi hâlinde müttefikler arasında da ölümcül bir kavganın patlak vermesi riskine gebedir. Böylece, bu tip durumlar, kontrol edilemeyen ve grubun hayatta kalması bakımından yıkıcı bir şiddeti tetikleyerek büyük bir kriz doğurabilmektedir” kanısını öne sürmüştür. İşte Victorri’ye göre dil, bu gibi grup içi büyük kavgaları ve grubun sürekliliğine mal olabilecek katliamları önleme işlevi üstlenmiş olabilir. Dilin bu işlevini de “öyküleme” yoluyla icra etmiş olabileceğini; Arkaik Homo sapiens’lerin, benzerlerinin tekrar ortaya çıkmasını engellemek için geçmişte cereyan etmiş krizleri sözle anlatarak başarmış olabileceklerini ve böylece dilin kullanımı sağlandığını öne sürmüştür (Altınörs 2018).

3.2.2. Bilişsel Gelişim ve Dil

Steven Mithen, beyin evrimi ve özellikle insan bilişsel gelişimi üzerine yaptığı çalışmalarla tanınmaktadır. Mithen'in çalışmalarında, insan beyni ve zihninin evrimsel süreç içinde nasıl şekillendiği, farklı bilişsel modüllerin nasıl geliştiği ve bu modüllerin bir araya gelerek modern insan zihnini nasıl oluşturduğu konularına odaklanmıştır. Mithen, insan beyninin evrimi konusunda özellikle "Modüler Zihin Teorisi"ni savunmaktadır. Bu teoriye göre, insan beyni farklı bilişsel modüllerden oluşur ve bu modüller, evrimsel süreçte birbirinden bağımsız olarak gelişmiştir. bu konuda şunları belirtir: "İnsan zihni, farklı bilişsel modüllerin entegrasyonu, karmaşık ve çok yönlü bir düşünme kapasitesi kazanmıştır" (Bilim ve Ütopya 2001).

Dilin başlangıcı olarak ses üretimi ve konuşma işleviyle ilgili olarak frontal ve temporal kortikal bölgelere odaklanan pekçok çalışma yapılmıştır. Dilin oluşumunda biçimsel düzeyde tanımlanan morfolojik ve işlevselliktir veya özerk birleşenlere bölünmüş bir süreçtir. İnsan dilinin temelinde bilişsel mekanizmanın altında yatan sinirsel substratların incelenmesi Nörodilbilim çalışmalarında önemli veriler elde edilmesini sağlamıştır (Friederici vd. 2017). Türlerdeki supralaringeal ses yolunun farklı anatomisi konuşmanın gerçekleşmesindeki anatomik ve fizyolojik yönden farklılıkları önemli kılmaktadır. Dilin evrimsel süreç içerisinde özelleşmiş anatomi ve sinir mekanizması konuşmayı mümkün kılan özelleşmiş bir yapıya sahip olmasını sağlamıştır (Lieberman 2007). Nörodilbilim çalışmalarında serebellar yarımkürelerinin; motor işlevleri, dil, çalışma belleği, sosyal yetenekler ve düşünce olmak üzere yüksek biliş için oldukça önemli olduğu görülmektedir. Serebellumun farklı kısımları anatomik ve fonksiyonel olarak serebrumun farklı bölgelerine bağlı olması, serebellar yarımkürelerin işlevlerinin konumuna göre farklılık göstermektedir. Serebellar yarımkürenin yan kısımları asosiasyon kortekslerinin karşı tarafına bağlıdır. Sol prefrontal bölgeler dil işlemede oldukça önemli bir role sahiptir. İnsan davranışlarında bilişsel esneklik, dikkat, dil işleme, olaysal ve çalışma hafızası kapasitesi gibi yetenekler, serebellar hacim boyutuna göre farklılık göstermektedir. Günümüz modern insan yaşantısında kullanılan beyin yapısında çalışılan davranışsal ve yapısal değerlendirmeler sonucunda; bilişsel esneklik,

dikkat odaklanma, dil işleme, olaysal ve çalışma hafıza kapasitesi gibi kullanılan yetenekler beyin boyutuna göre gelişen serebellar hacimin bir sonucu olarak değerlendirilmektedir (Kochiyama vd. 2018). Paleonörolojideki ilk çalışmalardan bu yana, parietal lobların hominoidler arasında şaşırtıcı derecede değişken olduğu ve geleneksel veya geometrik yaklaşımlarla analiz edildiğinde insan türleri arasında da belirgin farklılıklar gösterdiği kabul edilmiştir. Her ne kadar supramarjinal ve açısallı girus gibi alt parietal alanların türümüzde (konuşmayı anlamada olduğu gibi) ilgili bir bilişsel rolü olsa da, bugüne kadar paleonörolojik kayıtların, bunların ham morfolojileri açısından modern insanlarla diğer insanlar arasında hiçbir belirgin farklılık göstermediği belirtilmiştir. Bunun yerine, hominoidler arasında parietal bölgelerdeki morfolojik değişiklikler; muhtemelen görsel-uzaysal entegrasyonda büyük ölçüde rol oynayan precuneus veya intraparietal sulkus gibi derin ve üst parietal hacimlerle ilişkili olduğu görülmüştür (Bruner vd. 2014).

3.2.2.1. Konuşma Merkezleri

Beyin dört lobdan oluşur; Frontal lob, Parietal lob, Temporal lob ve Oksipital lob. Beyin yapısında dil konusunda etkili olan frontal lob nöroanatomik olarak beynin en büyük lobudur. Sol frontal lobun alt kısmında bulunan Broca alanı konuşma üretimi ve dil anlama ile ilgili motor fonksiyonları kontrol etmeden sorumludur (Broca alanı, Brodmann alanları 44 ve 45). Frontal lob anatomi ve işlevlerine göre 3 bölgeye ayrılmaktadır; bunlar birincil motor korteks, tamamlayıcı ve premotor korteks ve prefrontal kortekstir (Pirau, Lui 2023). Dil üzerine yapılan, nörogörüntüleme, nöropsikolojik ve nörofizyolojik çalışmaların sonucu, prefrontal korteksin (PFC) spontan konuşmayı, anlatı ifadesini ve sözel akıcılığı düzenlemedeki rolünü kanıtlamaktadır (Siddiqui vd. 2008). Büyüyen beyin yapısının etkisi ile frontal lobda da gerçekleşen büyüme, prefrontal korteksin bölgelerinde de etkili olduğu, dil, planlama, karar verme, çalışma belleği ve diğer üst düzey bilişsel işlevlerin olduğu prefrontal korteksin bölgelerinde, önemli derecede genişleme sağladığı görülmüştür (Verendeev, Sherwood 2017). Nörojik bakış açısıyla yapılan araştırmaların verileri ışığında, beynin sol yarıküresindeki üç kortikal alanın ve bu alanlar arasındaki bağlantıların dilin gerçekleşmesinde önemli rol oynadığı ortaya konmuştur: Broca alanı, Wernicke

alanı ve angüler girüs. Broca ve Wernicke alanları arasındaki bağlantı sayesinde insanlar, karşılıklı duyma ve konuşma biçiminde kesintisiz bir iletişim sağlarlar. Wernicke alanıyla angüler girüs arasındaki bağlantı, anlama işlevinin tamamlanmasını sağlar. Angüler girüs ile Broca alanı arasındaki bağlantının en önemli işlevi, sesli okumanın gerçekleşmesidir (Ergenç, ders notları).

Konuşma yetisi ile ilgili asal bölgeler alın lobunun alt arka tarafındaki Broca alanı ile şakak lobunun üst arka tarafındaki Wernicke alanıdır. Broca alanı cümle kurulması, Wernicke alanı ise dili anlama ile ilgilidir. Broca alanının zedelenmesi, konuşma bozukluğu yaratır ama dili anlamada herhangi bir özre neden olmaz. Wernicke alanının zedelenmesi sonucu konuşma akıcıdır ama pek az anlam içerir. Yay demeti adı verilen bir sinir demeti (arcuate fasciculus) iki alanı birleştirir. Bu sinir demeti zarar gördüğü zaman, anlama yetisi zarar görmez, konuşma akıcıdır ama anlaşılan şey düzgün cümlelerle anlatılamaz (Penrose 2001).

3.2.2.1a. Wernicke Bölgesi

Temporal lobda yer alan beyin konuşma ve kavramada etkili olan motor nöronlarının bulunduğu beyin sol yarımküresinde üst temporal kıvrımının arka tarafında bulunan bu bölge, 1874 yılında Alman nörolog Carl Wernicke tarafından tanımlanmıştır. Konuşma seslerinin anlaşılması veya dil anlama bölgesi olarak kabul edilmektedir (<https://www.britannica.com>). Superior temporal girüsün arka yarısında ve üst yüzeyde yer alan Wernicke alanının özel görevi, duyulanların söylenenler biçimine dönüştürülmesinde kodlama ve duyulanların çözümlenmesini sağlamada yardımcı olmaktır (Ergenç, ders notları).

Wernicke bölgesi, beyin temporal lobunun posterior kısmında, superior temporal gyrus'un üst kısmında bulunur ve Brodmann alanı 22 olarak bilinir. Bu bölge, işitsel korteksten gelen dilsel bilgilerin işlenmesi ve bu bilgilerin anlamlı sözcüklere ve cümlelere dönüştürülmesi sürecinde önemli bir rol oynar (Pulvermüller 1999). Genellikle Broca bölgesi ile birlikte dil işleme sürecinde yer alır. Bu iki bölge arasındaki bağlantı arcuate fasciculus olarak bilinir ve dilin hem anlama hem de üretim süreçlerinde kritik bir role sahiptir (Friederici 2011). Wernicke bölgesinde meydana gelen hasarlar veya disfonksiyonlar, dilin

anlamlandırılmasında ciddi bozukluklara yol açar ve bu durum genellikle Wernicke afazisi olarak adlandırılan bir klinik tabloya neden olmaktadır. Erken çocukluk döneminde hızla gelişir ve dil edinimi sürecinde önemli bir role sahiptir. Beynin bu bölgesi, duyuşal dil girdilerini alır ve bu girdileri anlamlandırarak bireyin çevresindeki dili öğrenmesine yardımcı olur. Bu süreç, kritik dönem hipotezi olarak bilinen bir teoriyi destekler; bu teoriye göre, dil öğrenimi için en uygun dönem, doğumdan yaklaşık yedi yaşına kadar olan zaman dilimidir. Bu dönemde dil girdisine maruz kalmayan bireylerde, Wernicke bölgesinin ve diğer dil işleme merkezlerinin tam olarak gelişmediği gözlemlenmiştir (Geschwind 1970). Beynin plastisitesi, özellikle dil gelişimi sırasında büyük önem taşır. Erken dönemde çevresel dil girdileri, Wernicke bölgesinde sinaptik bağlantıların güçlenmesine ve stabilize olmasına katkı sağlar. Sinaptik pruning adı verilen bu süreçte, kullanılmayan sinaptik bağlantılar elenirken, dil işleme için gerekli olanlar korunur ve optimize edilir (Friederici 2011) .

Wernicke bölgesindeki hasarlar, genellikle anlamlı konuşma üretimi ve dil anlama yeteneğinde ciddi bozukluklara neden olur. Wernicke afazisi olarak bilinen bu durum, hastaların akıcı ancak anlamsız bir şekilde konuşmalarına yol açar. Bu hastalar, genellikle kendi söylediklerini anlamakta zorlanırlar ve başkalarının söylediklerini de anlama konusunda büyük sıkıntılar yaşarlar. Kertesz ve Benson (1970) tarafından yapılan bir çalışma, Wernicke afazisinin nöropsikolojik özelliklerini ve bu durumun hastaların günlük yaşamları üzerindeki etkilerini ayrıntılı bir şekilde incelemiştir.

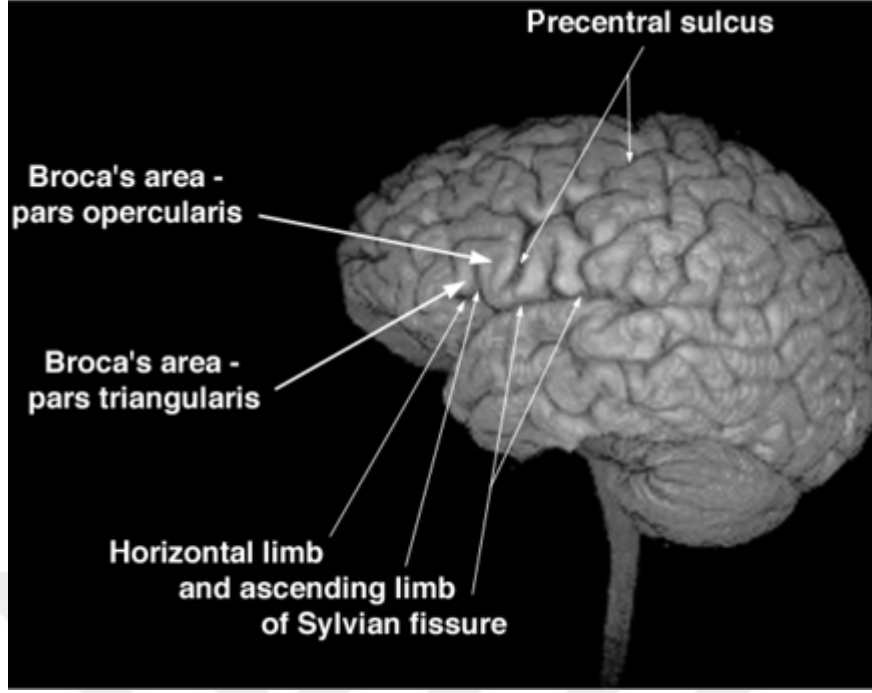
Modern nörogörüntüleme teknikleri, Wernicke bölgesinin dil işleme sırasında nasıl aktif hale geldiğini incelememize olanak tanır. Fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme (fMRI) ve pozitron emisyon tomografisi (PET) gibi yöntemler, Wernicke bölgesinin özellikle konuşma seslerinin algılanması ve bu seslerin anlamlandırılması sırasında yoğun olarak aktif hale geldiğini göstermiştir (Hickok, Poeppel 2007) .

3.2.2.1b. Broca Bölgesi ve Broca Afazisi

Beynin sol yarıküresinin ön kısmında yer alan konuşma işleviyle görevli olan bu bölge, 1861 yılında Fransız cerrah Paul Broca tarafından keşfedilmiş ve

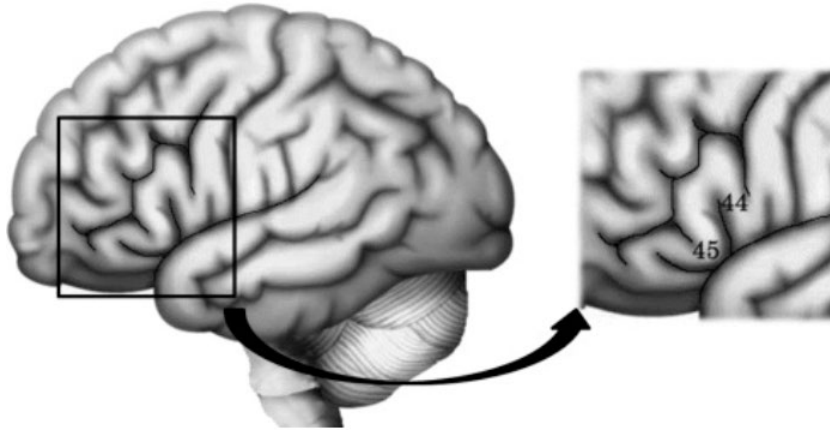
bu alanın anlaşılır konuşmanın oluşmasında hayati bir rol oynadığını belirtmiştir. Broca bölgesi özellikle üçüncü frontal kıvrımda, motor korteksin yüz alanının hemen önünde ve Sylvian fissürün hemen üstünde yer almaktadır. İki alandan oluşmaktadır; pars triangularis (Brodmann alanı 45) ve pars opercularis (Brodmann alanı 44) (Şekil 46). Broca alanı, Wernicke bölgesi de dahil olmak üzere beynin diğer bölgelerine, kavisli fasikül olarak bilinen bir nöronal yol ile bağlanmaktadır. Broca bölgesi; konuşma üretimin yanı sıra beynin, dilin anlaşılması, el hareketleri, motorla ilgili faaliyetler ve duyu-motor öğrenme ve entegrasyonu da ilgilenen bölgesidir (Britannica 2024). Broca'nın zamanından bu yana, belirlediği yaklaşık bölge "Broca bölgesi", dil üretimindeki eksiklik ise "Broca afazisi" olarak bilinmektedir. Broca alanı artık tipik olarak, Brodmann'ın (1909) sitoarkitektonik haritasında 44 ve 45. alanlar olarak gösterilen (Şekil 44, 45). alt frontal girusun pars opercularis ve pars triangularis'i cinsinden tanımlanmıştır (Dronkers vd. 2007).

Friederici'nin en çarpıcı sonuçları, Broca alanının belirli bölgeleri (BA 44 ve BA 45) ve BA 44'ü arka temporal kortekse bağlayan beyaz cevher dorsal lif yolu ile ilgilidir. Friederici, "bu lif yolu, tam dil kapasitesini mümkün kılmak için gelişmesi gereken eksik halka olarak görülebilir" şeklinde kanısını öne sürmüştür. Bu sonuç, bu sırt yolunun makaklarda ve şempanzelerde çok zayıf, yeni doğanlarda zayıf ve zayıf miyelinli, ancak dil hakimiyeti olan yetişkin insanlarda güçlü olduğuna dair kanıtlarla desteklenmektedir. Burada bildirilen deneyler ayrıca "Miyelinizasyon (sinir sisteminin düzgün çalışması) derecesinin sözdizimsel olarak karmaşık, genel olarak kabul olmayan cümleleri işlemedeki davranışı öngördüğünü" ve bu yolun artan gücünün "karmaşık sözdizimsel yapıları işleme yeteneğinin artmasıyla doğrudan ilişkili olduğunu" göstermektedir. Çeşitli deneysel sonuçlar, bu lif yolunun, dil öncesi bebek ve maymunla karşılaştırıldığında yetişkin insandaki dil yeteneğindeki farklılığın nedenlerinden biri olabileceğini düşündürmüştür. Friederici'ye göre bu yapılar "insanın dil yetisinin temelinde yer alan söz dizimini işleme kapasitesine hizmet edecek şekilde evrimleşmiştir" kanısını sunmuştur (Friederici, Chomsky 2017).



Şekil 44. Normal bir in vivo beynin lateral sol yarıküresinin üç boyutlu MRI rekonstrüksiyonu (Dronkers vd. 2007)

Broca alanının (bölge 44/45) ve ön adacık korteksinin evrimsel süreç içerisinde altı kat artış sağlaması dil kullanımının gelişmesini sağlamaktadır (Verendeev, Sherwood 2017) (Şekil 45).

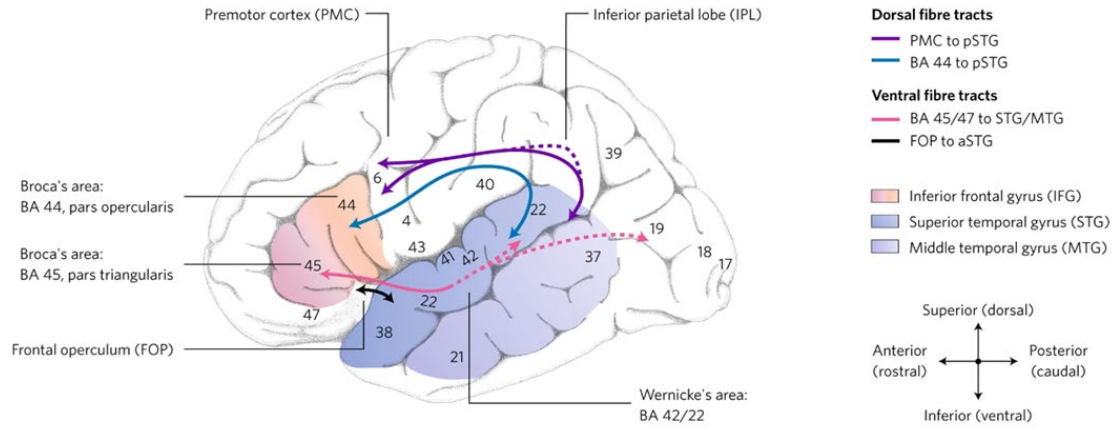


Şekil 45. Broca alanı (Brodman alanları 44,45) (Poza-Rey vd. 2017)

Broca alanı Brodmann alanı 44 (BA44) veya pars opercularis (PO) ve Brodmann alanı 45 (BA45) veya pars triangularis (PT) tarafından oluşturulur ve üçüncü alt frontal konvolüsyonda yer almaktadır (Şekil 46). Paul Broca bu bölgenin dil işleviyle ilişkili olduğunu, dil için özel olarak tasarlandığını ve özellikle bu kortikal bölgelerin konuşma üretimi için çok önemli olduğuna değinmiştir (Poza-Rey vd. 2017).

Diğer araştırmacılar dili, iletişimin kullanımında niyetleri paylaşma konusunda insanın kapasitesinin bir yansıması olarak görmüşlerdir. Bu farklı görüşler, bir insan yetisi olarak dilin nasıl geliştiğine dair farklı inançlarla da ilgili olabileceğini ileri sürmüşlerdir. Bu görüşler, insan bilişinin biyolojik evrimi konusunda hemfikir olsalar da, bir taraf dilin sosyal etkileşim ve iletişimin kullanımıyla geliştiğine inanırken, diğer taraf dili genetik olarak belirlenmiş nörobiyolojik evrimsel bir adımın sonucu olarak görmüştür. İnsan dilinin kullanımı, tüm doğal dillerin hiyerarşik olarak yapılandırılmış cümleler oluşturması için gerekli olan kapasite dışında, diğer hayvanlarda kısmen mevcut olan bilişsel kapasitelere dayanmaktadır. İnsanlara özgü olmayan ve insan dışı primatlar, köpekler veya kuşlar gibi diğer hayvanlarda da bulunan bilişsel kapasiteler arasında hafıza ve dikkatin yanı sıra çağrışımsal öğrenme yeteneği ve zaman içindeki dizileri tanıma ve ezberleme kapasitesi de bulunmaktadır. Bu bilişsel yetenekler, insana özgü, doğuştan gelen dil yeteneğiyle birlikte, herhangi bir doğal dilin edinilmesine ve kullanılmasına olanak sağlamaktadır (Friederici, Chomsky 2017).

Konuşma modern insana özgü dilin türetilmiş özelliği olan sözdizimi olarak bilgilerimizin ses yoluyla hızlı şekilde aktarmamızı sağlamaktadır, bu özellik modern insan atalarında ve diğer canlı türlerinde görülmemektedir. Beyin kortikal-striatal-kortikal sinir devrelerinin konuşma belleğinin kelimeleri aktif şekilde tutarak cümlelerin anlamlarının ayırt edilebildiği söz dizimsel işlemlerin yapıldığı, konuşma üretiminin düzenlendiği ve bilişsel süreçlerin rol oynadığı yer merkezi sistemde bulunan serebral korteksteki Broca ve Wernicke alanlarıdır (Lieberman 2007). Dil işlemede önemli merkez olan Broca alanı, dil üretiminde olduğu kadar anlamada da önemli bir rolü bulunmaktadır (Skipper vd. 2007).



Şekil 46. Dil bölgeleri arasındaki yapısal bağlantı görseli (Friederici vd. 2017)

Şekil 46’da dille ilgili beyin bölgelerinin ve sol yarıküredeki lif yollarının şematik, yoğunlaştırılmış görünümü verilmektedir. Posterior temporal korteksi (pSTG) frontal kortekse bağlayan dorsal lif yolları, üstün uzunlamasına fasikül ve kavisli fasikül içerir. Farklı sonlanma noktalarına sahip iki akış vardır: biri dorsal premotor kortekste (PMC) (mor alan) ve diğeri BA 44’te (mavi alan). Frontal korteksi temporal kortekse bağlayan ventral lif yolları da iki akıştan oluşur: biri BA 45’ten temporal, parietal ve oksipital kortekse gider, alt fronto-oksipital fasikülü (pembe yol), diğeri de frontal kapakçıktan (FOP) anterior superior temporal girusa (aSTG) giderek unsinat fasikülü (koyu gri yol) içerir (Friederici vd. 2017).

3.2.3. Genetik Faktörler

3.2.3.1. FOXP2 Geni

İnsan ve diğer türlerde de bulunan FOXP2, goril ve şempanze dizisinden yalnızca iki kalıntıyla ve fare dizisinden dört kalıntıyla farklılık göstermiştir. FOXP2 bir transkripsiyon faktörüdür ve gen etkileşimlerinin karmaşık düzenleyici ağlarına katkıda bulunduğu tahmin edilmektedir (Dehaene vd. 2005).

FOXP2 geninin kritik mutasyonunun 100.000 yıldan daha kısa bir süre önce meydana gelmiş olduğu düşüncesi, Afrika “click” dillerinden elde edilen son kanıtlarla dolaylı olarak desteklenmiştir. Tıklama (click) seslerini yoğun şekilde kullanan pek çok gruptan ikisi, coğrafi olarak birbirlerinden yaklaşık 2000 kilometre uzakta bulunan Hadzabe ve San’dır. Bu grupların en son ortak atalarının

günümüzün köklerine kadar uzandığını göstermiş ve mitokondriyal DNA soyları, belki de 100.000 yıl kadar erken bir zamanda, FOXP2 mutasyonundan önce tıklamaların yüz hareketlerine ses eklemenin öncü bir yolu olarak düşünülmüştür. Şüphesiz birkaç aşamadan geçen ve diğer genleri de içeren konuşmaya geçişteki tek olayın FOXP2 mutasyonu olması pek olası değildir. Üstelik FOXP2 geni beyin dışındaki bağırsak, kalp ve akciğer gibi yapıların embriyonik gelişiminde de eksprese (bir genin, uygun şartların olması halinde veya zamanın gelmesi durumunda okunarak içeriğindeki bilginin aminoasit ve protein sentezinde kullanılması durumu) edilmektedir. Konuşmaya yönelik nefes kontrolünün değiştirilmesinde bile rol oynamış olabilir. Yine de FOXP2 genindeki bir mutasyon, seslendirmenin ayna sistemine dahil edilmesinde ve dolayısıyla ses kontrolünün, dilin birincil yükünü taşıyabilecek noktaya kadar geliştirilmesinde en son olay olarak değerlendirilmiştir. Belki de, Avrupa'da yaklaşık 40.000 yıl öncesine dayanan daha karmaşık aletlerin, bedensel süslemelerin, sanatın ve belki de müziğin dramatik görünümünde ortaya çıkan "insan devrimi"nin açıklanabileceği ve hatta daha önceleri Afrika'da FOXP2 mutasyonunun mümkün kıldığı otonom ses diline geçiş ile "insan devrimi"nin ortaya çıkmış olabileceği görüşü sunulmuştur (Masataka 2008).

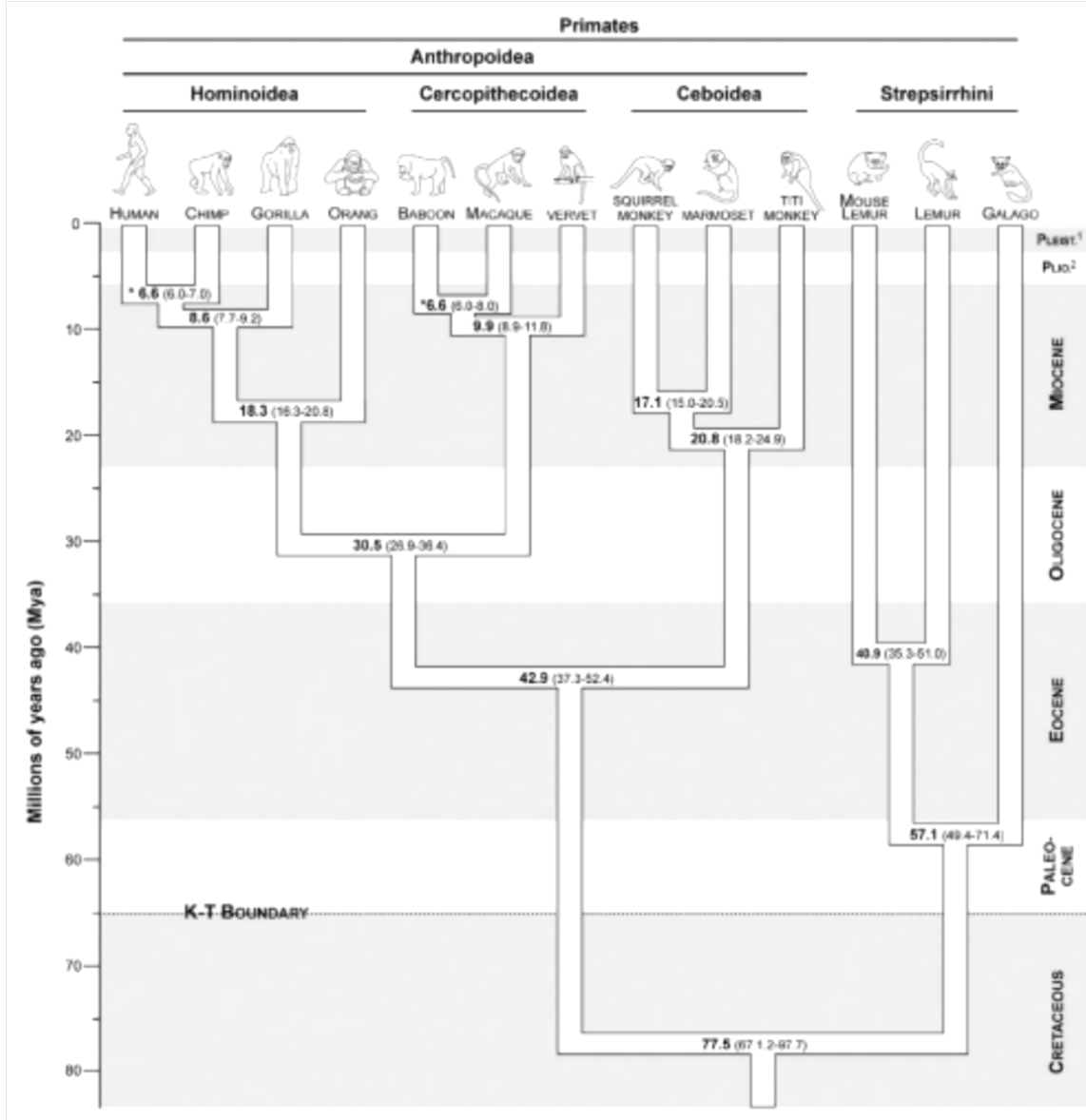
Dil karmaşık bir özelliktir ve zorunlu olarak birçok genin etkileşimini içermektedir; bazı genler birlikte evrimleşmiş olabileceği, evrimsel değerlendirmede FOXP2 transkripsiyon faktörü olduğu için beyindeki transkripsiyon hedeflerin tanımlanması, etkili moleküler yolların adaptasyonu evrimde ilerlemenin sağlanmasında etkili bir faktör oluşturmaktadır (Spiteri vd. 2007). Transkripsiyonel faktörler, yani diğer genlerin proteinlere dönüştürülerek kasları, kemikleri, beyinleri ve benzerlerini oluşturma biçimini kontrol eden düzenleyici genler, evrimsel değişimin güçlü etkenleri olarak görülmüştür. FOXP2, transkripsiyonel bir gendir. Şempanzeler ve fareler arasında 300 milyon yıl boyunca bir amino asit değişimi yaşanmasına kıyasla, insanın 6 veya 7 milyon yıllık evriminde DNA'da iki amino asit değişimi yaşanmış. Başlangıçta iki amino asit değişiminin işaretlendiği düşünülmüştür. Ancak FOXP2'nin, türe özgü bir insan özelliği olduğu ve tamamen insan formunda 260.000 yıl önce yayıldığı "seçici tarama" ile açıklanmıştır (Lieberman 2012).

Dil, insan aklının evrimleşmesinde üçüncü bilişsel alan olarak tanımlanır. "Dil, sadece seslendirmenin zenginleşmesine değil, aynı zamanda beynin yeni bilişsel alanlar kazanmasına da neden olmuştur". Bu, dilin yalnızca iletişim aracı olarak değil, aynı zamanda bilişsel kapasitenin genişlemesi ve karmaşık düşünce yapılarına olanak sağlaması açısından kritik bir rol oynadığını vurgular. Ayrıca, dilin gelişimiyle birlikte, sosyal organizasyonun ve işbirliğinin de geliştiği belirtilir. Metinde, "Grup büyüklükleri arttıkça, dilin karmaşık sosyal ilişkileri yönetmedeki rolü de önem kazanmıştır" ifadesi yer alıyor (Bilim ve Ütopya 2001). Bu, dilin, sosyal yapıları güçlendirdiğini ve insanın grup içinde daha etkili bir şekilde iletişim kurmasını sağladığını göstermektedir.

3.2.3.2. Primatlarda İletişim

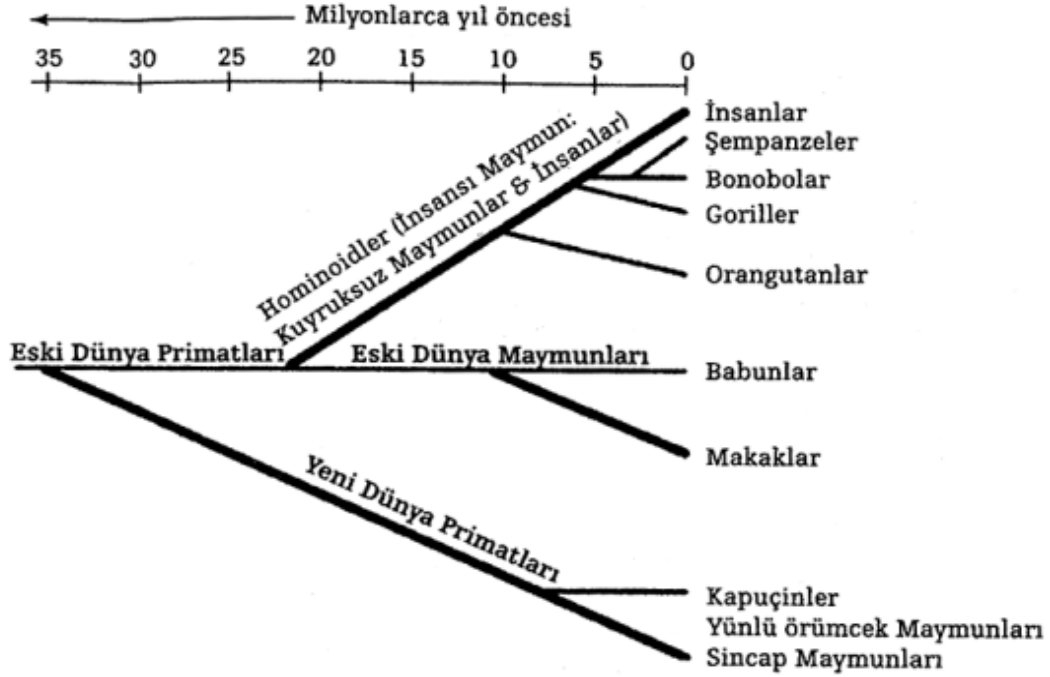
Primat evrimi çalışmalarında moleküler biyoloji ve genetik alanlarında yapılan araştırmalar oldukça etkili olmuştur. Zuckerkandl and Pauling (1965) tarafından öne sürülen "molecular clock" (moleküler saat) çalışmaları, alanda çalışan uzman kişilere moleküler verileri kullanarak bir soyun eksikliği ve farklılaşma tarihlerini tahmin etmelerine olanak sağlamıştır. Biyolojik antropolojide, moleküler saatin uygulanması temel bir değişime yol açmıştır. Evrimleşerek gelişen nesli tükenmeyen son tür olan modern insanın diğer primatlarla moleküler açıdan yakınlığı ve uzaklığı belirlenebilmiştir. Gorilin insan ve şempanzeden 7,7 ile 9,2 milyon yıl arasında ayrıldığı tahmin edilmekte; (tercih edilen tahmin ise 8,6 milyon yıl önce), Pongo'nun ise 16,3 ila 20,8 milyon yıl arasında ayrıldığı tahmin edilmektedir; (tercih edilen tahmin ise 18,3 milyon yıl). Sonuçlar, mevcut primatların Kretase dönemindeki son ortak atasını (»77 milyon yıl), platirin ve catarrhine primatları arasındaki Eosen farklılığını (»43 milyon yıl), maymunlar ve Eski Dünya maymunlarının Oligosen kökeni (»31 mya), ve Asyalı ve Afrikalı büyük maymunların erken Miyosen (>18 milyon yıl) olarak değerlendirilmektedir (Steiper, Young 2006) (Şekil 47). İnsan olmayan büyük maymunların, diğer bireylerle olan deneyimlerinden elde edilen ses sinyallerini değiştirme becerisine sahip olup olmadığı günümüzde halen netlik kazanmamıştır. Bu tür kapasitelerin kanıtı, konuşma dili için hayati önem taşıyan insanın taklit yeteneklerinin ilk ne zaman ortaya çıktığına dair fikir vereceği düşünülmektedir. Ekström'ün varsayımı; şempanzeler ve modern insanlar arasındaki genetik

akrabalık nedeniyle, şempanzelerin çıkardığı konuşmaya benzer seslere, insan yaklaşımı yapılabilmesi için artikülatör organ ve mekanizmaların çoğunu kullanması gerektiğidir (Ekström 2023)



Şekil 47. Analiz edilen taksonların filogenisi (Steiper, Young 2006)

Afrika kuyruksuz maymunları (goriller, bonobolar, şempanzeler) ile insanı önceden sanılandan çok daha yakın konumlandıran DNA analizlerindeki ilerlemeler Şekil 48’de gösterilmektedir (Kerimoğlu 2018).



Şekil 48. Yeni Dünya maymunları, Eski Dünya maymunları ve bizim türümüzü meydana getirmiş olan insansı maymun soyu. Primat takımının ana dallarını gösteren evrimsel ağaç (Kerimoğlu 2018)

Dil araştırmalarında evrimsel yakınlıklar sebebiyle, primatların davranışları üzerine yapılan araştırmalarda yoğunlaşmıştır. Dil iletişim ve bilişin gelişimini anlamamız konusundaki çalışmalarda primatların önemli yeri bulunmaktadır. Bu kanı doğrultusunda hayvanlardaki biliş ve iletişim alanındaki ilk çalışmalar primatlar üzerinde gerçekleştirilmiştir (Kerimoğlu 2018). Anlaşılır şekilde konuşma, seslendirmenin sinirsel kontrolünde radikal bir değişiklik gerektirmiştir. Primatların türe özgü ve büyük ölçüde istemsiz çağrılar, limbik sistemden kaynaklandığı, ancak insanlarda, piramidal yol boyunca çalışan beyin sapı çekirdekleriyle doğrudan sinaps yapan ayrı bir neokortikal sistem tarafından

ses telleri ve dil artışı gözlemlenmiş, eldeki kanıtlar ile şempanzelerde ses çıkarmanın son derece sınırlı olduğu sonucuna varılmıştır (Masataka 2008).

3.2.3.3. Primatlarda Dil ve Biliş Alanında Çalışılan Örnekler

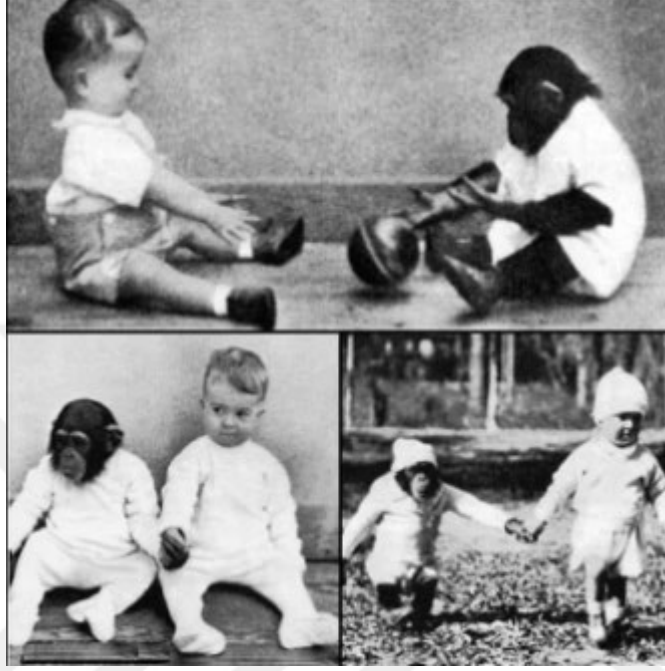
Günümüzde dil konusunu çalışan bir çok çağdaş uzman, konuşmanın temelini tüm insan dillerinde ortak olan bir kalıba değil, filozof Ludwig Wittgenstein'in "yaşam biçimi" olarak adlandırmış olduğu; ortak bir kültür üretmek için örtüşen seslendirmeler ve ritüellerin birleşimine dayandırmaktadır (Stern 2020). 18. yüzyılda La Mettrie, bir maymuna konuşmanın öğretilmesi durumunda mükemmel bir beyefendi olacağını öne sürmüştür. Maymunlara konuşulması öğretilmesine yönelik birçok kez denemeler yapılmış ancak bu çalışmalar istenildiği gibi sonuç vermemiştir. Hayes ve Hayes (1951), bir şempanze yavrusunun doğumundan itibaren dilin verimli bir şekilde kullanıldığı bir insan evine yetiştirilmesi durumunda konuşmayı öğrenebileceğini düşünmüşlerdir. Fakat bu amaçla yetiştirilen şempanzelerin temel işaret dili edinilmesi dışında konuşma gerçekleşmemiştir (Lieberman 2012).

Bu alanda yapılan 3 çalışmadan örnek verecek olursak;

3.2.3.3a. Gua

Araştırmacılar esaret altında doğan 7,5 aylık genç bir şempanzeyi annesinden almış ve onu deneyin başlangıcında 10 aylık olan oğulları ile birlikte 9 ay boyunca büyütmüşlerdir (Resim 22). Maymuna hiçbir zaman bir evcil hayvan muamelesi yapılmamış, bir çocuk gibi davranılmış, çocuk gibi giydirilmiş, yıkanmış, beslenmiş, onunla oynanmış ve onunla konuşulmuştur. Araştırmada, insanın sosyal ve psikolojik ortamının şempanzenin geliştirdiği belirli davranış kalıpları üzerindeki etkisi gözlemlenmek istenmiştir. Deneklere okul öncesi çocuklar için Gesell testleri verilmiştir. Aydan aya yapılan testlerde erkek çocuk deney maymunundan üstün çıkmıştır. Maymun dik yürümeyi ve ayrıca mesane ve bağırsak ihtiyaçlarını belirgin bir dereceye kadar kontrol etmeyi öğrenmiştir. Bu ihtiyaçları ortaya çıktığında duyurmuştur. 18½ aylıkken erkek çocuk 68 kelimeyi veya ifadeyi anlamıştır. 16 aylık olan deney maymunu ise 58 kelimeyi söyleyebilmiştir. Araştırmacı bir bütün olarak deneye ilişkin sonuçları; temel benzerlikler ve farklılıklar, sağlık, yemek yeme ve uyku, el becerisi, kol

hareketleri ve yürüme, hisler; oynamak, sosyal ve şefkatli davranış, duygusal davranış, öğrenme, hafıza ve tanıma, akıllı davranış, iletişim ve dil kullanımı şeklinde kategorize ederek açıklamıştır (Kellogg, Kellogg 1933).



Resim 22. Gua ve Donald (<https://www.reddit.com>)

3.2.3.3b. Viki

Henüz birkaç günlük olan şempanze Viki, Yerkes Primat Biyolojisi Laboratuvarı'ndan Keith ve Catherine Hayes tarafından evlat edinilmiştir. Hayes'lerin gözetimindeyken Viki, bilim adamlarının insan olmayan büyük maymunlara insan dilini öğretmeye yönelik bir dizi girişiminin ilk vakası olmuştur. Sonuçta Viki tutarlı bir şekilde dört kelime üretmeyi öğrenmiştir. Bunlar: "anne", "baba", "bardak" ve "yukarı". Viki'nin bir insan çocuğu gibi konuşabildiği idda edilmiştir. Bu deney, şempanzelerin vokal öğrenme yeteneğine sahip olduğunu göstermiştir. Ekström'ün çalıştığı seslendirme kayıtlarına ilişkin analiz sonuçları, Viki'nin insan benzeri ünsüz konuşma seslerinin küçük bir örneğini başarıyla üretebildiği sonucuna varılmıştır (Ekström 2023).

3.2.3.3c. Kanzi

Bir hayvanın insan diline benzer bir iletişim sistemini öğrenmesinin en dikkat çekici örneği, hiç şüphesiz Sue Savage Rumbaugh'un yetiştirdiği bonobo (pigme şempanze olarak da bilinir) Kanzi'dir (Resim 23). Genetik olarak diğer şempanzelere daha yakın olmasına rağmen insanlardan daha uzak olan ve dolayısıyla bize eşit derecede uzak olan bonobolar, görünüşleri, sosyal ve cinsel davranışları açısından daha çok insana benzemektedirler. Georgia'daki Dil Araştırma Merkezi'nde çalışan Savage-Rumbaugh, bu insan kuzeninin dilsel yeteneklerini araştırmak istemiştir. Çalışmalarına kendisine öğretmenlik görevinin verildiği Atlanta'daki Yerkes Bölgesel Primat Araştırma Merkezi'nde başlamıştır. Araştırma ekibi, ilk önceleri Kanzi'nin üvey annesi Matata üzerinde çalışmalar yapmışlardır. Matata'nın dil öğrenme üzerine çalışmaları başarısızlıkla sonuçlanınca, dil öğrenimini Kanzi'ye öğretmeyi deneyebileceklerini düşünmüşlerdir. Ancak kendisi, tuşlara rastgele basmak dışında Matata'nın klavyesine hiç ilgi göstermemiştir. Kendi başına kaldığı anda, rastgele veya bir uyarıya yanıt olarak değil, kendiliğinden klavyedeki tuşlara dokunmaya başlamış ve kendi eylemlerini açıklamıştır. Örneğin, elmanın sözlüğüne dokunmuş, sonra gidip bir elma getirmiştir. Bu, Matata'nın aksine klavyedeki simgelerin anlamlarını bilmekle kalmayıp, bunları kendiliğinden öğrendiğini de kanıtlıyordu. Savage-Rumbaugh Kanzi'nin sembol ile şey arasında doğru bir bağlantı kurduğunu, kelime dağarcığını oluşturan sembolleri doğru anladığını vurgulamıştır. Bu başarıyı açıklamak için öne sürülen nedenler arasında erken yaşı, dille tanışma koşulları ve farklı bir türe ait olması yer almaktadır (Dessalles 2007). Kanzi 7000 sözcüğü kusursuz şekilde anlayabilmektedir. Klavyesinde 450 sözcük bulunmaktadır ve günlük konuşma dilinde ortalama en fazla 30-40 sözcük kullanmıştır. Lexigram klavyesi (her sözcük için sembol içeren) sayesinde Kanzi hem sözcükleri öğrenmiş, hem de insanlarla iletişim kurmak için bu klavyeyi kullanmıştır. Kanzi, klavyede bir sembole parmağı ile bastığında, hoparlörden sözcüğün okunuşunu işitilmiş, bu sayede Kanzi kendisine sesli şekilde sorulan sorulara yanıt verebilmiştir (Okçuoğlu 2023). Kanzi'nin öncesinde doğrudan bir eğitim almadan iletişim kurmak için sözlükleri kullanmaya başlaması, kendisini inceleyen araştırmacılarla birlikte yeni bir "yaşam biçimi" inşa ettiğini

düşündürmüş, zamanla daha da karmaşık hale gelen etkileşimleri, birçok araştırmacıya dilin biyolojik bir yetenek değil, insan olmayan beyinler tarafından erişilebilen dinamik bir sosyal araç olduğu kanısına vardırılmışdır (Stern 2020).



Resim 23. 2019'da 300'den fazla sembolden oluşan bir klavyeye işaret eden Kanzi (Stern 2020)

Bazı bilim adamlarına göre Kanzi'nin entelektüel becerileri, dilin sadece insanlara özgü olmadığını açıkça ortaya koymaktadır. Ancak bir çok alanda uzman kişiler tarafından bu görüş kabul görmemiştir.

- Harvard'lı psikolog Steven Pinker; "bence bu tür araştırmalar, Moskova sirkindeki tek tekerlekli bisiklete binmek üzere eğitilen ayılara benziyor" demiştir. Ona göre Kanzi'nin insan iletişiminin unsurlarını üretmeyi öğrenmiş olması onun dil kapasitesine sahip olduğu anlamına gelmediğini belirtmiştir.
- Dilbilimci Thomas Sebeok da benzer bir yaklaşıma sahipti. Savage-Rumbaugh'un çalışması hakkında yorum yapması istendiğinde,

"bunun dille ve kelimelerle hiçbir ilgisi yok" demiş ve "bunun iletişimle alakası olduğu" kanısını sunmuştur.

Dil ile iletişim arasındaki farkın gerçekte ne olduğu konusunda kimse hemfikir olmamıştır;

- Aristoteles hayvanların hissettikleri hakkında bilgi alışverişinde bulunabildiğini, ancak yalnızca insanların neyin adil neyin adaletsiz olduğunu ifade edebildiğini ve bunun da onların seslendirmelerinin "konuşmasını" sağladığını yazmıştır.
- Filozof René Descartes 1600'lü yıllarda bu fikri yinelemiş, hayvanların anlamsız konuşmalar yapmasının onların konuşuyor olduklarını göstermediğini, Tanrı'nın insanlara ruh, ruh dili ve bilinç bahsettiğini ve bunlardan insan olmayan primatların yoksun olduğunu ifade etmiştir.
- Modern çağda etkili dilbilimci Noam Chomsky, insanın beyinde benzersiz bir "dil organına" sahip olduğu teorisini ortaya atmış, Chomsky 1960'larda insan dillerinin sesleri ve sesleri birbirinden farklı görünse de, hepsinin başka hiçbir hayvan iletişim sisteminin paylaşmadığı evrensel kurallarla birleştiğini yazmıştır. Chomsky'nin ilk çalışmalarına göre, bu kurallar dizisi, konuşurken yaptığımız sesleri ve jestleri arıların danslarından, kuşların cıvıltılarından ve balinaların hayalet gibi havlamalarından ayırmış olup bunun, dillerimizi benzersiz bir şekilde gerçekliği yansıtma yeteneğine sahip kılan sihirli bileşenler olarak ifade etmiştir (Stern 2020).

İnsan konuşmasının, yakın akraba olan canlı türlerinde bulunmayan sinirsel yeteneklere sahip olmayı gerektirdiği öne sürülmüş, bir şempanzenin SVT'si ses dilini oluşturmak için yeterli olsa da konuşması için yeterli olmadığı görüşü sunulmuştur. "Formant frekans modelleri," bir sesin tınısını (tonlamasını) belirleyen frekans bileşenleridir ve bu modeller, insanların farklı kelimeleri üretirken kullandıkları frekans desenleriyle ilişkilidir. Şempanzelerin seslerinde, bu formant frekanslarının sınırlı bir şekilde ortaya çıktığını belirtmektedir.

Ancak bu sınırlı formant frekans modelleri, insan konuşmasında kelimeleri ayırt eden ve anlam kazandıran frekans desenlerine benzer özellikler göstermektedir. Yani, şempanzelerin seslerinde bu tür frekans modelleri görülebiliyor olsa da, bu ses yapılarının çeşitliliği ve kullanımı insan konuşmasındaki kadar gelişmiş ve esnek değildir. Şempanzeler bu frekansları sınırlı bir şekilde üretirken, insan konuşması bu frekansları çok daha karmaşık ve çeşitli şekillerde kullanır. Bu, insan dilinin neden şempanzelerin seslendirmelerine göre daha gelişmiş ve kompleks olduğunu açıklamaya yardımcı olur. Eğer şempanzeler bunları oluşturmak için kullanılan motor komutlarını gönüllü olarak yeniden sıralayabilecek olsalar, bu sesleri kelimeleri ayırt etmek için kullanabilir ve serbestçe tekrarlayabilselerdi, yani konuşmanın temelini oluşturan motor komutları gönüllü olarak yeniden düzenleyip yeniden birleştirebilselerdi, kuantal sesler dışında her şeyi üreterek "protokonusma"yı kurabilirlerdi. Ancak şempanzelerin doğal yaşamlarındaki çağrıları kalıplaşmış ve sabittir. Bu veriler doğrultusunda, insan konuşması için gerekli olan tekrarlama yeteneklerini sağlayan sinir devrelerinin şempanzelerde ve diğer insan olmayan primatlarda bulunmadığı kanısı desteklenmiştir (Lieberman 2007).

İnsanları en yakın primat akrabalarından ayıran en önemli özelliklerden biri dil kullanımıdır. Dil ediniminin kazanılmasında bilişsel olarak meydana gelen değişiklikler, insanın kültürel yaşantısına uyum sağlamasının bir sonucu olarak görülmüştür. İnsanların bir konuşma topluluğunda nesiller boyunca belirli bir dilin kurallarını nasıl koruduğu, yani çocukların bir dili nasıl edindiği, dilsel simgeler aracılığıyla bilişsel temsilin üç önemli özelliği olarak; öznelararası doğası, perspektifsel doğası ve karmaşık olayların temsili olarak sunulmuştur (Tomasello 2000);

- Birincisi, dilsel semboller, bir sembolün kullanıcısının aynı anda sembolü anlaması ve dinleyicinin de onu anladığını bilmesi anlamında öznelararası olarak paylaşılacağını, böylece dilsel semboller, kullanıcılara en önemli deneyimlerinin çoğu için sosyal olarak paylaşılan ve kolaylıkla manipüle edilebilir gösterenler (gerçek

fiziksel semboller) sağlayarak insanın bilişsel temsilinin doğasını dönüştürdüğünü belirtmiştir.

- İkincisi, dilsel sembollerin yalnızca bireysel epizodik (anısal) deneyimleri temsil etmediğini, daha ziyade deneyimin tüm kategorilerini, yani belirli bir amaç için benzer sayılabilecek varlıkları temsil edebileceğini, dilsel semboller, kişiler tarafından, belirli bir olguyu kavramsallaştırmanın belirli bir yoluna yönlendirmek için kullanıldığını belirtmiştir. Örneğin, iletişimsel bağlama bağlı olarak belirli bir gayrimenkul parçasını sahil, sahil veya kumsal olarak adlandırmak.

Çocukların anladığı ve ilk dillerinde ifade ettiği prototip olayların tümünün bir insan davranışının kasıtlı sonucu olduğu belirtilmiştir. İnsanların ve nesnelerin durumlarının hareketleri ve değişiklikleri sosyal etkileşimin temel süreçleri olarak görülmüştür. Olayların kavramsallaştırılması ve sınıflandırılmasının erken dil gelişiminin temel organizasyonel ilkesi olduğu belirtilmiştir.

- Sonuç olarak, yaşamlarının ikinci yılından itibaren, olaylara ve olaylara ilişkin çevresindeki kişilerin belirli bakış açılarını ve paylaştıkları deneyimlerini sembolik olarak temsil etmişlerdir. Dolayısıyla 2 ila 3 yaşındaki insan çocuğunun bilişi diğer primatlardan çok farklı olduğu, özellikle de kasıtlı eylem anlayışını içermesi nedeniyle, semboller, perspektifler ve olay kategorileri açısından organize edildiği görülmüştür (Tomasello 2000).

3.2.4. Gelişmiş Ses Üretim Yeteneği

Antropolojinin alanlarından olan biri olan “Linguistik Antropoloji” ile dil çalışmalarına oldukça önem verilmiştir (Hickerson 1980). Dil gelişimi çalışmaları için antropologlara dilin evrimsel süreçteki yeri sorulsa, her alanda olduğunu belirtmektedirler (Lieberman vd. 1971). Dil Homo cinsinde ilk kullanımından günümüz modern insan hayatında kullanımına kadar gelişip değişmiştir. Nasıl doğduğu ve bu gelişim sürecinin nasıl ilerlediği hakkında çeşitli görüşler sunulmuştur ancak net bir şekilde açıklanamamıştır. Ses ile iletişimden

kelimelerle cümle oluşturarak gelişen bir iletişimin zekanın evrimsel süreçteki gelişimiyle kendini gösteren dil kullanımı Homo'ların sosyal hayatta yerini nasıl aldığı gerçeği tahmin edilse bile gizemini halen korumaktadır (Hickerson 1980).

Paleoantropoloji beyin evriminde bilişsel kapasitenin artışı, serebral morfoloji ve organizasyon çeşitliliği ile ilgili konulardaki çalışmaları önem taşımaktadır. Beyin evrimi çalışmalarına verilen önem kapsamında bakılırsa çalışmaların ve ilerlemenin azlığı söz konusudur.

Darwin'den günümüze kadar dilin evrimini çözmek için kullanılan ve standartlaştırılan karşılaştırmalı analiz yöntemi mevcuttur. Bir çok dil kullanımını anlamlandırma çalışmalarında semboller ya da kelimeleri birleştirme yetenekleri bakımından karşılaştırılan türler değerlendirilmiştir (Friederici vd 2017). Darwin'in de çalışma konularından olan, "insanların bilişsel özelliklerinin hangileri hayvanlarda var, paylaştığımız bilişsel özellikler nelerdir", hayvan bilişi (animal cognition), bugün biyologlar ve antropologlar için önem teşkil etmektedir, konuyla ilgili de pek çok eser yayımlanmıştır (Kerimoğlu 2018). Chomskyci dil evrimi modelinde dilin iletişim için değil, düşünmek için ortaya çıktığı belirtilmektedir. Buna göre iletişim esasında düşüncenin bir yan ürünü olarak değerlendirilmektedir (exaptation; belli bir işleve sahip bir genetik karakteristiğin, zaman içerisinde yeni işlevler kazanması). Kuş tüylerinin ısınma adaptasyonu için ortaya çıkıp daha sonra uçuş avantajını sağlamasına benzer olduğunu ifade etmektedir. Darwinci doğal seçim kanısının ise dilin iletişim adaptasyonu için ortaya çıkmış olduğu ileri sürülmektedir (Kerimoğlu 2021). Yaşanılan popülasyon boyutunu arttırma ihtiyacının sonucu olarak evrimleşmiş ve popülasyona bağlanma bütünlük mekanizması olarak işlenilip, kullanılmış olabileceği düşünülmüştür. Dil çoğunlukla bilgi alışverişleri (örneğin avın konumu, av sırasındaki davranışın koordinasyonu) olarak yorumlanmıştır. Bununla birlikte, primatlarda büyük beyin boyutunun evrimine ilişkin dilin sosyal bakımla aynı rolü üstlendiği şeklinde yorumlanmıştır. Popülasyon içinde sosyal partneriyle olan sosyal bakım zamanı (tımarlama) dil gelişimine imkan sağlamış olabileceği, hatta üçüncü kişilerin sosyal ilişkilerine ilişkin dedikodu amaçlı aktarımın dil kullanımına katkı sağlamış olabileceği düşünülmüştür (Dunbar 1993).

Dil, evrimsel süreçte türümüzün tanımlanmasında oldukça önemli bir özelliktir (Oldham, Geschwind 2006). Dilin kökeni konusunda çeşitli görüşler öne sürülmüştür. Dilin ilk ortaya çıkışı hakkında somut bilgiler olmaması sosyal yaşam içinde farklı kullanımlarıyla değişim göstermesi ve bu geçicilik durumu oldukça belirsiz olmasına sebep olmuştur. Modern insan dilde uzmanlaşmış bir beyin yapısına sahip olduğundan evrimsel süreç içerisindeki atalarımızdan oldukça büyük bir kafatası kapasitesine sahiptir (Hickerson 1980).

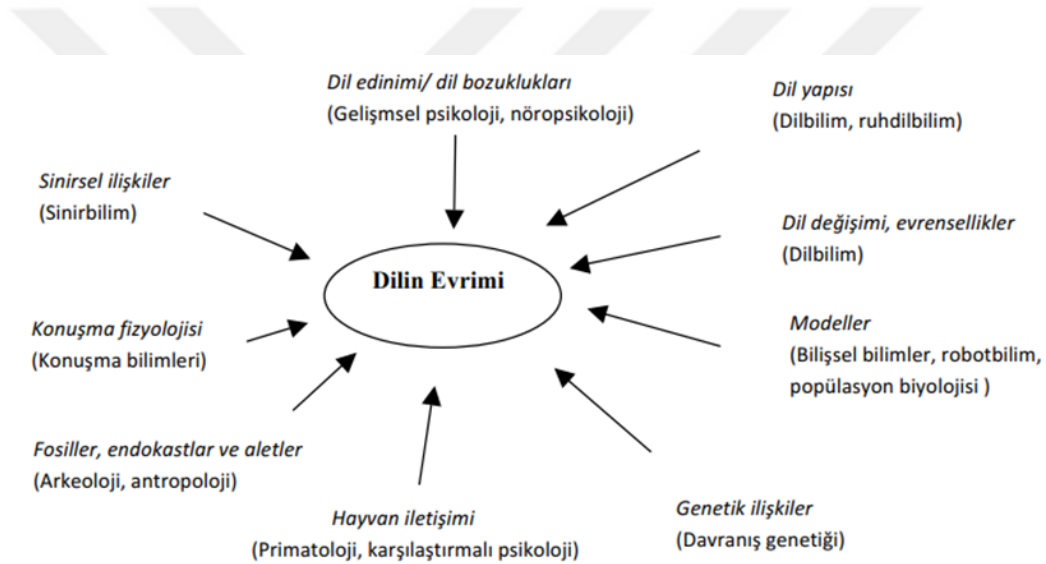
"Dean Falk, Homo soyunun başlangıcında bir dereceye kadar gelişmiş dil yeteneğinin olduğunu iddia eder. Bu durum, özellikle beyin yapısındaki artışla desteklenmektedir. Australopithecus türleri arasında, daha büyük bir beyin hacmine sahip Homo türleri, dil yeteneklerinin başlangıcına dair en erken izleri barındırır. Beyin hacmindeki bu artış, homininlerin sosyal ve kültürel evrimi ile yakından ilişkilidir. Dil yeteneği, bu süreçte bir avantaj olarak öne çıkmış ve Homo türlerinin hayatta kalma ve çevrelerine uyum sağlama becerilerini artırmıştır. Ayrıca, fosil kayıtlarındaki beyin kalıpları, dil yeteneklerinin gelişimi hakkında önemli ipuçları sunmaktadır." (Lewin 2015).

Dil kullanımı diğer canlı türlerinden modern insanı ayıran en önemli unsurdur. Beyin gelişimi ile yeteneklerini geliştiren modern insanın dil gelişimi soyut mantık sistemi içinde gelişmektedir. Modern insanın dil kullanımını belirleyen en önemli etken konuşma biçimidir. Bu evrimsel gelişimin ne zaman ve nasıl evrimleştiğini öğrenmek her zaman büyük ilgi konusu olmuştur (Lieberman vd. 1971).

İnsanların konuşması anatomik ve nörolojik olarak özel fiziksel özellikler gerektirir. Dilin kullanımında adaptasyon türümüzün evrimsel donanımının sonucudur. Avcılık, çiftçilik veya sporda işbirliği yapmak; akraba saymak veya evlilik ayarlamak; dini törenlerin yapılması veya askeri seferlerin düzenlenmesi gibi sosyal davranışlar dilin kullanımına bağlıdır. Diğer türlerin ihtiyaç duymadığı oldukça kapsamlı bilgiyi iletebilen, özel ve kültürel iletişim sistemidir. Evrensel olarak ihtiyaçlarımızı karşılayan bir kültür olarak adlandırabiliriz (Hickerson 1980). Sosyal çevreyle iletişim, orofasiyal bölge gibi periferik somatik alanların aktivitesi, ilgili duyuşal-motor kortikal alanların gelişimi ile etkileşime girerek

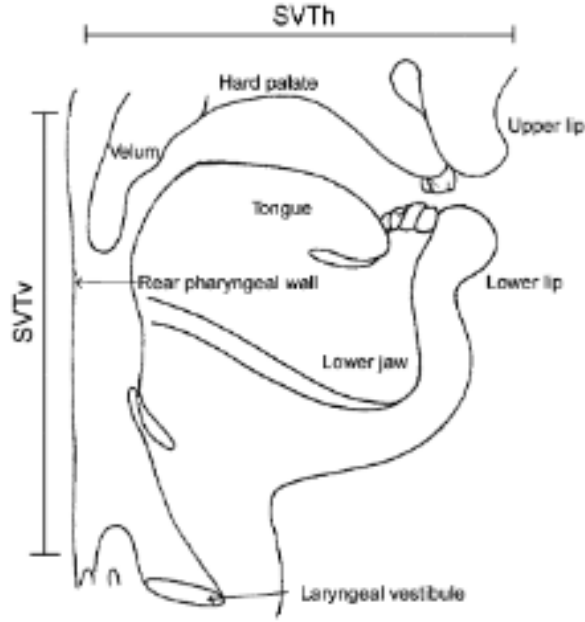
eklemlili dile hakim olma yeteneğimiz oluşmuştur. Bazı zihinsel becerilerin gelişiminde de sosya çevrenin önemi büyüktür (Dehaene vd. 2005).

Dilin kökeni konusunu hangi disiplinlerin hangi yönden incelediği Şekil 49’da verilmektedir. Dilin ortaya çıkışı iletişimden çok bilişin artmasından evrimleşmiştir. Var olan bilişsel sistem çerçevesinde iletişimin oluşumu ve gelişimi sağlanmıştır. “Dilsel dönüş” bilimsel kültür içinde geniş bir temele sahiptir. Chomsky’nin kanısı, bilişin doğuştan var olduğu ve dilin bu biliş doğrultusunda öğrenilip, geliştiği ve iletişim aracı olarak kullanıldığıdır (İb Ulbaek 1998).



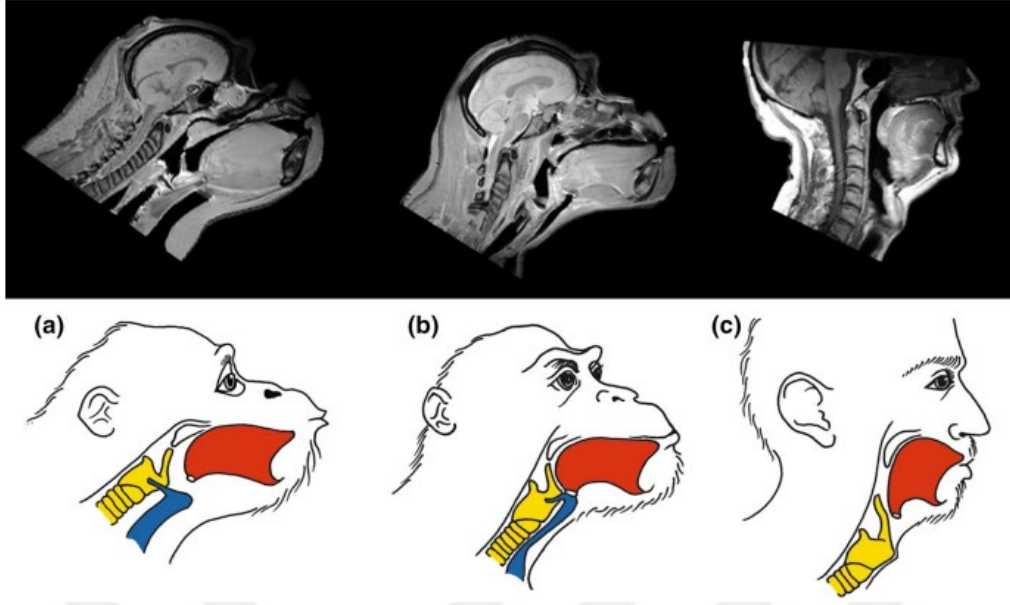
Şekil 49. Dilin kökeni konusunu hangi disiplinler hangi yönden incelemekte
(Kerimoğlu 2016)

Konuşma üretimini sağlayan faringeal kas sisteminin çalışması supralaringeal faringeal bölgenin evrimsel süreçte şeklinin değişmesi, ontolojik gelişimi ve insandaki ses aygıtının filogenesinin bir sonucu olarak dil kullanımımız sağlanmaktadır (Lieberman vd. 1971) (Şekil 50).



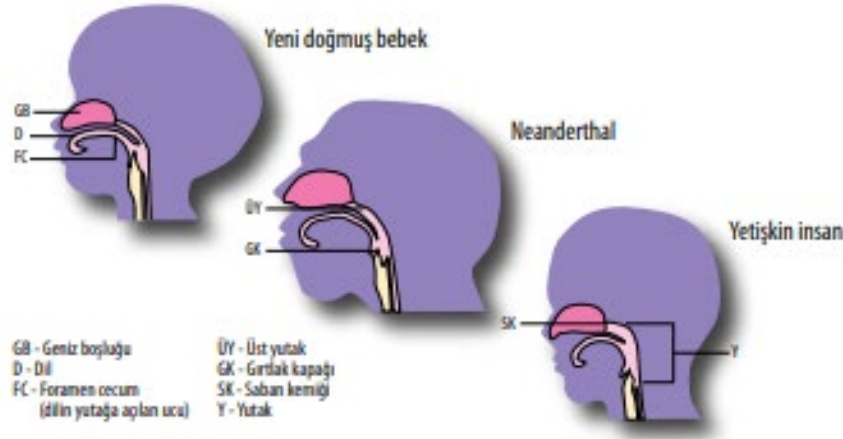
Şekil 50. Dilin dairesel arka hatlarını gösteren yetişkin insan supralaringeal ses yolu (Lieberman 2007)

MacLarnon'un vertebral kolon analizi ve PET tarama çalışmaları beyin fonksiyonlarında erken Homo'da dil kullanımında konuşabilme yetisinin zayıflığını göstermiştir ve bu yetinin insan olma özelliği olarak son derece önemli olduğu kanısına varılmıştır. Dil iletişim aracı ve algısal bir mekanizmadır, bu da yaşadığımız çevreyi düzenlememizi ve anlamamımızı sağlayan araç olarak değerlendirilmektedir (Walker, Shipman 1996). Chomsky'ye göre dil; türlerin biyolojik donanımlarının bir parçası olan, insan zihninin bileşeni olup doğal bir nesne olarak fiziksel yönden beyinde temsil edilmektedir (Barman 2012). İnsan bilişinin temel taşı olarak hizmet ettiği düşünülen dil, son zamanlardaki çalışmalarda, temporal kortekslerin işlevsel ve yapısal olarak alt ön ve üst beyinleri birbirlerine bağlayan sinir ağlarının dinamik etkileşiminin sonucu konuşma ve iletişimin yanı sıra otonom bir bilişsel mekanizma olduğundan bahsedilmektedir. Konuşma, işaret ve yazma dili dışsallaştırma yöntemleridir. Dilin oluşumu ve kullanımı türe ve alana özgü bir insan bilişsel kapasite olarak değerlendirilmektedir (Friederici vd. 2017).



Şekil 51. Orangutan, şempanze ve insan vokal anatomisinin karşılaştırılması (sırasıyla a-c) (Fitch 2000)

"Laitman ve meslektaşları, larenksin konumunun kafatasının tabanının yanından ses tellerinin yukarıya doğru hareket ettiği bir yapıya evrildiğini keşfetmişlerdir. Yetişkin insanlarda, larenksin boğazın yukarısına kayması, dilin kompleks seslerini üretebilecek bir yapıyı oluşturmuştur. Bu durum, modern insanın larenksinin daha karmaşık ve çeşitlendirilmiş bir ses repertuarı üretmesine olanak tanır. Ses yolu anatomisindeki bu değişiklikler, dilin evrimsel süreçte nasıl geliştiğine dair önemli bilgiler sunar. Larenksin bu yeni pozisyonu, daha geniş bir vokal aralığı ve daha karmaşık iletişim yeteneklerinin ortaya çıkmasını sağlamıştır." (Lewin 2015).



Şekil 52. Yeni doğmuş bebeklerde, neanderthal ve yetişkin insanlarda gırtlak üstü ses üretim yolunun karşılaştırması (Peterson 2009)

Dil, kökenini bakımından kesin bir tespit yapılmamış, karmaşık bir olgudur. Ancak dilin bazı alanlarının deneysel çalışmalara daha uygun olduğu düşünülmüştür. Konuşma yetisi bu alanlardan biridir. Bulunan fosil kalıntılarında morfolojik değerlendirmeler sonucu bilgi sahibi olduğumuz özellikler, konuşmaya sahip olup olunmadığı hakkında bilgiler vermektedir. Lieberman, gırtlak boğaz içinde daha aşağı pozisyon almasıyla insanlarda yaklaşık 150.000 yıl önce konuşmanın geliştiği kanısını sunmuştur. Lieberman ve çalışma arkadaşlarının araştırmalarında, erken hominidlerde de gırtlak aşağıda konumlanması bazı temel sesli harfleri çıkarma yetilerini arttırmış olabileceğini savunmuşlardır (Peterson 2009). Homininlerin kullanımıyla başlayıp gelişen dilin modern insanın yaşamını önemli kılan iki özelliği vardır. Bunlar; sosyal yaşam içindeki olaylara ve nesnelere karşı kullanımı ve dilsel ifadenin farklı davranışlar, tutumlar içinde düzeni sağlayan kurallardır. İlki; sosyal yaşamdaki nesneler ve olayları farklı isimler ile ifade ederek kullanımı; ikincisi ise farklı dillerdeki dilbilgisi kuralları ve sözdizimi olarak yaşantımızda kullanımıdır (Aboitiz, García 1997).

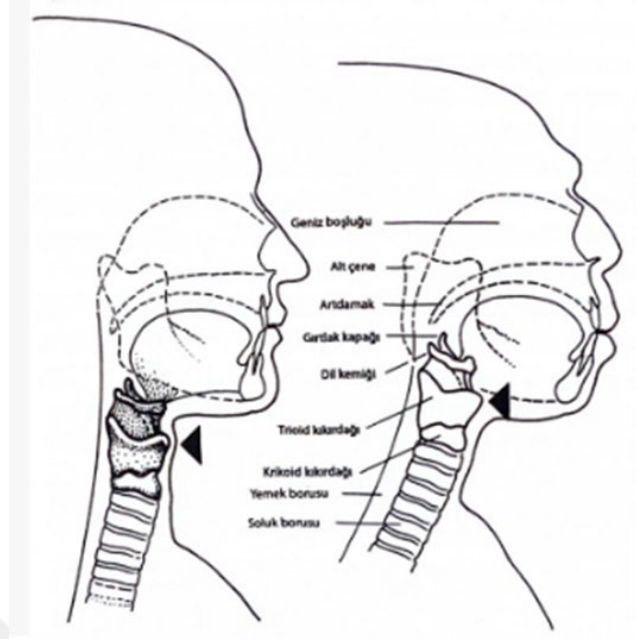
Homo sapiens ses organları ve beyin gelişimi olarak belirgin şekilde atalarından farklı gelişmiştir. Beynin büyüklüğü ve gelişmişliği türümüzdeki dil, sosyal yaşantı, düşünce, kültürel öğrenme, benlik kavramı, alet kullanımı gibi benzersiz derecede zengin ve karmaşık yapıya sahip olmamızı sağlamıştır (Gilbert

vd. 2005). Dil becerisine yatkınlık sağlayan genler taşıyan bireylerin evrim sürecindeki avantajı Homo loquens olarak, Homo sapiens'in bütün yeryüzüne yayılması sağlamıştır (Altınörs 2018).

Homo erectusun, beyin boyutu büyük bebekler doğurmaları sonucu beyin gelişimlerinin, olgunlaşmalarının hızlı olduğu, dil ve bilişsel becerilerinin gelişmesinin kısıtlı kalması ise ikincil altricialitenin bulunmadığından dolayı olabileceğini Coqueugniot ve ark. tarafında öne sürülmüştür (Leigh 2006).

Homo erectus (Turkana çocuğunun) omurlarındaki omuriliğin geçtiği deliğin modern insanlardakinden daha küçük olması, göğüs kafesindeki konuşmamızı kontrol eden ince motor kontrolünün olmaması modern insan kadar konuşma yeteneğine sahip olmadığını düşündürmüştür (Walker, Shipman 1996).

Neanderthaller'de görülen sağ serebellar yarımkürenin küçük olması, dil işlemede önemli olan sol prefrontal bölgelere minimal bağlantısı, dil yeteneklerinin az gelişmesine sebep olmuştur. Erken Homo sapiens'in Neanderthal'lere göre daha büyük serebellar yarımkürelere sahip olması ancak daha küçük oksipital bölgelerinin bulunması iki tür arasında dil işlevinde, bilişsel ve sosyal yeteneklerindeki farklılıkların oluşmasına neden olduğu ve Neanderthal'lerin yok oluşunu onların yerini erken Homo sapiens'lerin almasına katkı sağladığı düşünülmüştür (Kochiyama vd. 2018). Neanderthal'lerin ses üretim yolu, birçok açıdan yeni doğmuş bir bebeğinkine benzetilmiştir. Yetişmiş insanlardaki diğer hominidlere kıyasla daha uzun bir yutağa sahip olduğu ve bunun da daha anlaşılır ses ve sözcük dağarcığı üretimini mümkün kıldığı düşünülmüştür. Lieberman; "Neanderthaller de bir çeşit dile sahipti ancak daha karmaşık sesleri çıkaracak fiziksel donanımları olmadığı için dillerini geliştiremediler" kanısını belirtmiştir (Şekil 53) (Peterson 2009).

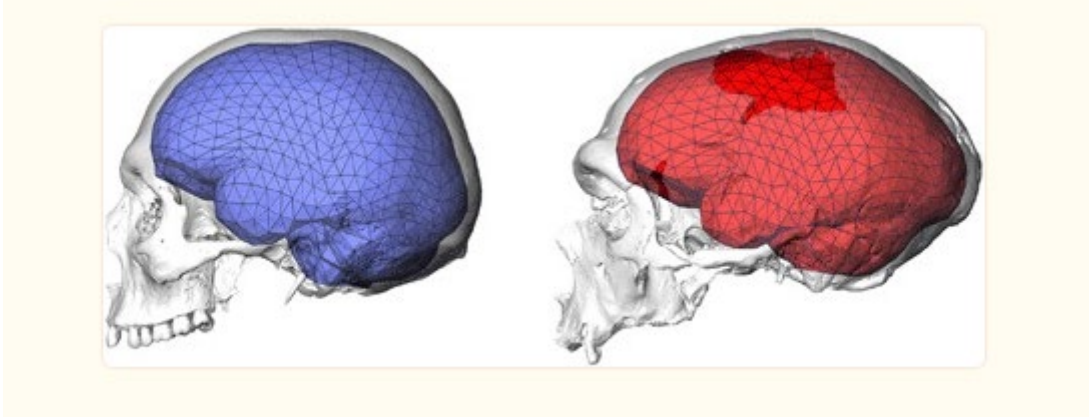


Şekil 53. Modern insan ve neandertal (sağ) gırtlak yapısı (Reichholf 2014)

2000'li yılların başına kadar Neanderthal'lerin konuşma gibi karmaşık iletişim kapasitesinden yoksun olduğu düşünülüyordu. Neanderthal'lerin düzleşmiş kafatası tabanının (iki yaşından önceki modern bebeklerinkine benzer şekilde) modern insanların tüm konuşma dillerinde kullanılan sesli harflerin üretimi için yeterli alan sağlamaması bu hipotezi desteklemiştir. Bununla birlikte, Kebara'daki paleoantropolojik bölgeden hipoglossal kanal (kafatasının alt kısmındaki iki küçük açıklıktan biri) ve bir hyoid (dil tabanı ile gırtlak arasında yer alan kemik) üzerinde 1980'lerin sonlarında başlayan çalışmalar, İsrail Neanderthal'lerinin ses sisteminin modern insanlarda bulunanlara benzer olabileceğini öne sürmüştür.

Üstelik 2000'li yılların başında Neanderthal'leri kapsayan genetik çalışmalar FOXP2 geni (konuşma ve dil kapasitesine izin verdiği düşünülen bir gen), Neanderthallerin dili muhtemelen modern insanlarla aynı şekilde kullandığını düşündürmüştür. Böyle bir çıkarım, Neanderthal'lerin karmaşık davranışlarına ilişkin yorumlardan da çıkarılmıştı. Taş alet teknolojisi, ölümlerin gömülmesi ve yaralı sosyal grup üyelerinin bakımı gibi, ancak Neanderthallerin, modern insanların dillerini karakterize eden tüm fonemleri veya ses tonlarını

kullanıp kullanamadığı bilinmemektedir (Williams vd. 2024). Şekil 54’de modern insan ile La Chapelle-aux-Saints’ten bir Neanderthal’in beyin şekli karşılaştırılmaktadır. Homo sapiens'lere özgü adaptasyonlar vardır. Kafatası kubbesinin sagittal, koronal ve transvers düzlemlerdeki yuvarlaklığı olarak tanımlanan nörokranial küresellik, beynin diğer bölümleri muhtemelen temporal ve frontal lobların göreceli boyutunu arttırmış ve bu değişiklikler, artikülasyonun daha hassas kontrolünü ve artikülasyonlu seslerin daha doğru algısal ayrımını yansıtabilir duruma gelmiştir. Konuşma aynı zamanda ses yolunda da anatomik değişiklikler gerektirmiştir. Lieberman, konuşma seslerinin aralığını artıran uyarılama olarak gırtlığın alçakta konumlanmasının kademeli şekilde gerçekleştiğini ileri sürmüştür (Masataka 2008).



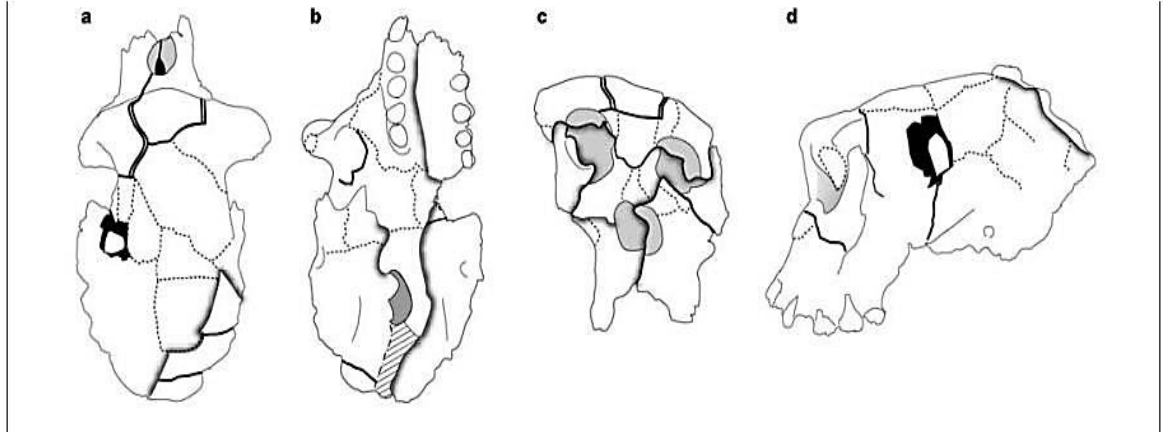
Şekil 54. Günümüz insanı (solda, mavi) ile La Chapelle-aux-Saints'ten bir Neanderthal (sağda, kırmızı) arasındaki beyin şekli farklılıkları (Neubauer vd. 2018)

3.3. Homo Cinsi Öncesi Hominidlere Ait Tip Örnekler

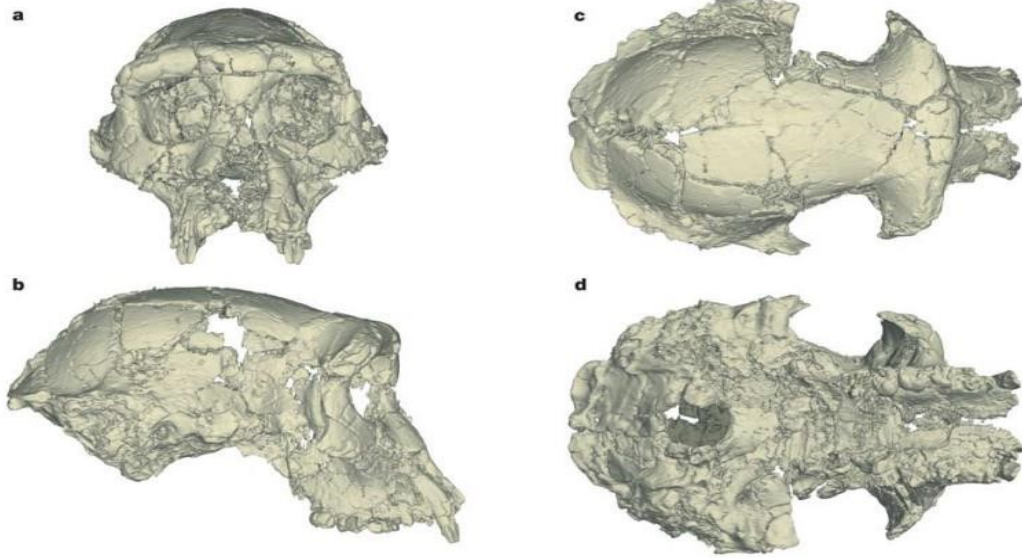
Antropoloji, insan türünün biyolojik yapısını ve sosyal davranışlarını kapsamlı bir şekilde çalışan bilim dalıdır (Hickerson 1980). Evrimsel çalışmalarda karşılaşılan zorluklardan biri de hominin taksonunu tanımlamaktır (Mounier vd. 2011).

3.3.1. Sahelanthropus tchadensis

Yaklaşık 7 milyon yıl ile yaşlandırılan Çad Toros-Menalla bölgesinde yapılan çalışmalar sonucunda ele geçen neredeyse tam bir kafatası (TM 26601-60-1) (Şekil 55, Resim 24) yeni bir hominid cinsine ve türüne “Sahelanthropus tchadensis’e” atfedilmiştir (Zollikofer vd. 2005). Bu hominid Toumai olarak adlandırılmış ve hominid ailesinin en eski üyesi olduğu varsayılarak soy-ata ilişkilerinin yalnızca güney veya doğu Afrika kökenli olamayacağını düşündürmüştür (Brunet 2010). Kısmen bozulmuş, deformasyona uğramış olsa da mevcut kafatası bu türün davranışsal özelliklerini ve hayatta kalabilme sistemini öğrenebilmek için oldukça önemlidir. Ayrıca basicranium analizi Sahelanthropus tchadensisin bipedal lokomasyona sahip olabileceğini ve evrimsel süreçte hominidlerin büyük maymunlardan farklılaşmasından hemen sonra ortaya çıktığını bizlere sunmaktadır (Zollikofer vd. 2005). Tahmini endokraniyal kapasitesinin yaklaşık 320 - 380 cc, boyutunun ise modern şempanzelere benzer olduğu belirtilmektedir (Dorey 2019).



Şekil 55. TM 266 kafatasının korunma durumu. a: Üstten görünüm, b: Alttan görünüm, c: Önden görünüm, d: Sol yandan görünüm (Zollikofer vd. 2005)



Resim 24. TM 266 kafatasının sanal rekonstrüksiyonu. a: Önden görünüm b: Sağ yandan görünüm, c: Üstten görünüm, d: Altan görünüm (Zollikofer vd. 2005)

3.3.2. *Orrorin tugenensis*

Sahelanthropus tchadensis'den sonraki en eski hominin kalıntıları 2000 yılında Senut, Pickford ve meslektaşları tarafından Kenya'da Luekino Formasyonunda keşfedilip 5,7 - 6,0 milyon yıl ile tarihlendirilen *Orrorin tugenensis*'dir (Resim 25). Hominin soyunun adaptasyon sağladığını gösteren insansı özelliklerden olan bipedal lokomasyon *Orrorin tugenensis*'e ait olduğu belirlenen üç parça femur fosillerinden (BAR 1002'00, 1003'00 ve 1215'00) tanımlanmıştır. Bu üç femur parçasının türetilmiş özellikleriyle iki ayaklılığı destekler nitelikte olduğu düşünülmüştür (Richmond vd. 2008). *Orrorin tugenensis*'e atfedilen femur örnekleri, erken hominid iki ayaklılığına ilişkin en eski postkraniyal kanıtı oluşturmaktadır (Haile-Selassie 2004).

Femur kalıntılarının ikisi Kapsomin'de ve diğer bir parçası ise Aragai'de keşfedilmiştir. Şempanzeyle karşılaştırıldığında, en eksiksiz femurun uzun bir diyafizi, uzun bir femur boynu, geniş bir küresel kaputu, femur boynundaki kortikal kemik dağılımı (tabanda daha kalın, tepe noktasında daha ince ve posterior ile kret sistemi) mevcuttur (Resim 26) (Senut 2020).



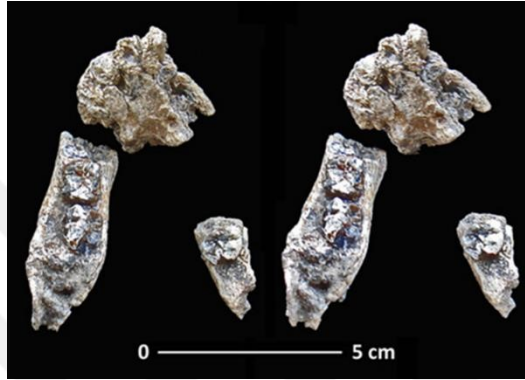
Resim 25. Orrorin tugenensis'e ait fosil kalıntılar (Senut 2020)



Resim 26. Orrorin tugenensis'in (sağda) ve bir şempanzenin (solda) sol femurlarının karşılaştırılması. 1: arkadan görünüm 2: önden görünüm (Senut 2020)

Orrorin tugenensis'e ait femur kalıntılarına uygulanan analiz sonucunda iyi korunmuş genç yetişkin bireyin yaklaşık 35 - 50 kg ağırlığında ve boyunun da yaklaşık 1,2 m olduğu tahmin edilmektedir (Nakatsukasa vd. 2007). Dişlerdeki

karakterleri bakımından azı dişlerin kare şeklinde ve küçük olması, köpek dişlerin küçülmesi (erkekler dahil) ve kesici dişlerin ise morfolojik olarak modern karakterler göstermesi modern şempanzelerden çok Miyosen hominoidlerinkine benzer olduğu görülmüştür (Resim 27) (Senut 2020). Bulunan diğer fosil kalıntıları arasında yer alan humerus ve el falanksı, bu türün ağaçta yaşam tarzına bir tür adaptasyon gösterdiğini düşündürmektedir (Senut vd. 2001).

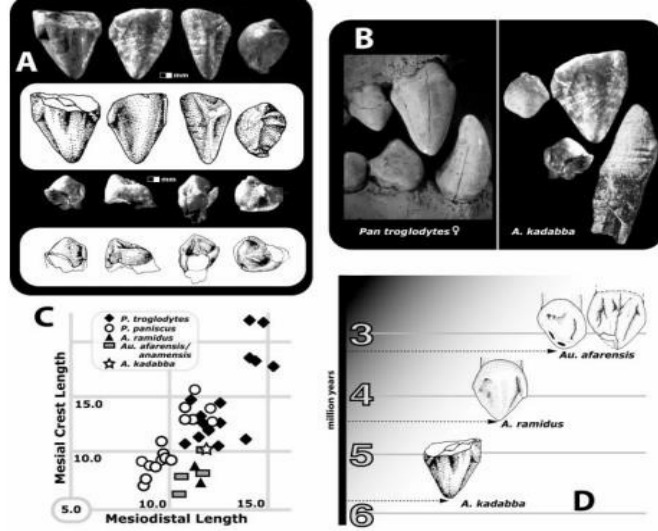


Resim 27. Oklüzal görünümde Orrorin tugenensis'e ait mandibula (Senut 2020)

3.3.3. Ardipithecus kadabba

Ardipithecus kadabba 2001 yılında Etiyopya'nın Orta Awash Vadisi'nde bulunmuş ve 5,8 - 5,2 milyon yıl öncesine tarihlendirilmiş erken bir hominin türüdür. Şu anda bilinen en eski hominin ayak kemiği Ardipithecus kadabba'ya ait olan ve 5.2 milyon yıllı tarihlendirilen sol dördüncü proksimal ayak falanksıdır. Hem maymun hem de Australopithecus afarensis özelliklerine sahip mozaik bir morfoloji göstermektedir (Harcourt-Smith vd. 2004).

2002'de devam eden çalışmalarda Asa Koma Lokalitesi 3'ten (ASK-VP-3) altı adet diş fosiline ulaşılmıştır. Bu yeni fosiller erken hominid diş karakterlerini tanımamıza olanak sağlamış, insanların diş evrimine ışık tutarak maymunlarla insanların birbirinden farklılaşma sürecini göstermiştir (Resim 28) (Haile-Selassie 2004).

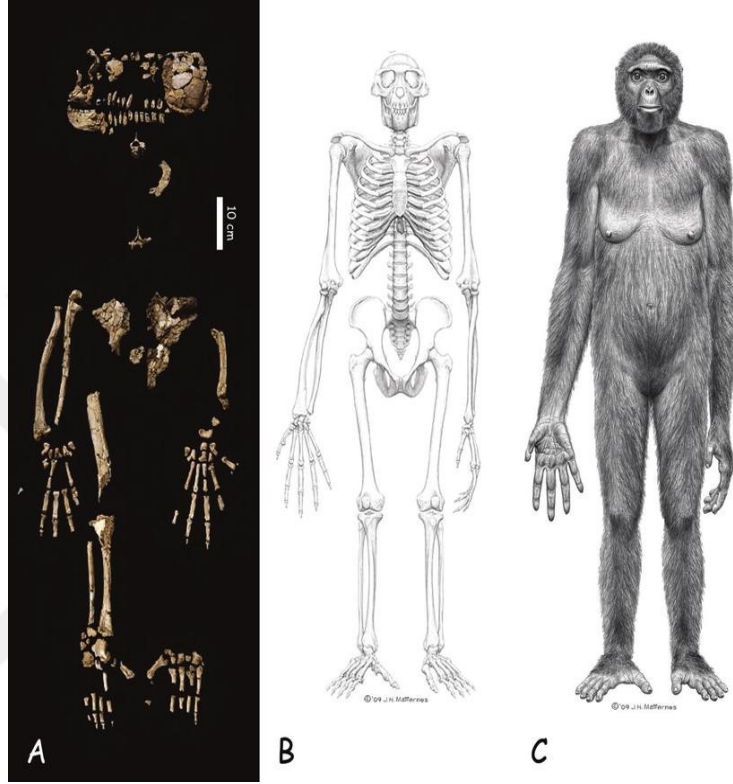


Resim 28. (A) ASK-VP-3/400'ün (üst iki sıra) lingual, labial, mesial ve oklüzal görünüşleri ve ASK-VP-3/403'ün (alt iki sıra) bukkal, distal, lingual ve oklüzal görünüşleri (Haile-Selassie 2004)

3.3.4. *Ardipithecus ramidus*

Ardipithecus ramidus (Resim 29), Etiyopya'da 4,8-4,3 my ile yaşlandırılan fosil lokalitesinden bulunmuştur (Simpson vd. 2019). En önemli hominid fosilleri Afar'ın batı sınırı yakınında, Awash Nehri'nin (haritadaki yıldız) kuzey ve batısında, Etiyopya'nın Hadar bölgesinde ("Lucy" bölgesi) bulunmuştur. Gona (2,6 milyon yıl önceki dünyanın en eski taş aletleriyle tanınır) ve Middle Awash (Aramis dahil) da diğer önemli buluntu yerleridir. Middle Awash'taki fosil kalıntıları bulunduran volkanik kayalar aralıklı olarak yüzeye çıkmaktadır. Bu bölgesel istifin tabanına yakın volkanik kayalar 6 milyon yıl öncesine tarihlenmektedir. En üstteki çökeltiler, 155.000 yıl önce anatomik olarak modern insana yakın ataların ortaya çıkışını belgelemektedir (WoldeGabriel vd. 2009). *Ardipithecus ramidus* ilk olarak 1994 yılında Middle Awash bölgesinde diş ve çene parçalarından tanımlanmış ve 4,4 milyon yıl öncesine tarihlendirilmiştir. Daha sonra yapılan çalışmalarda iki bireye ait olduğu düşünülen çok sayıda postkranial kemik parçaları ele geçirilmiş, toplamda 110 örnekle temsil edilmiştir. Buluntular arasında yer alan bir kadına ait iskelet kalıntıları üzerinde yapılan incelemeler sonucunda, bu bireyin yaklaşık 50 kg ağırlığında ve 120 cm boyunda olduğu görülmüştür. Çalışılan postkranial iskeletlerde avuçları ve ayakları üzerinde desteklenerek ağaçlarda yetenekli bir şekilde hareket edebildiği

ancak dikey tırmanma ve parmak eklemleriyle yürüme özelliğine sahip olmadığı bilgisi elde edilmiştir (White vd. 2009). Kafatası küçük bir endokraniyal kapasiteye sahip olup (300 - 350 santimetreküp), vücut boyutuna göre de küçüktür (Suwa vd. 2009) (Resim 29).

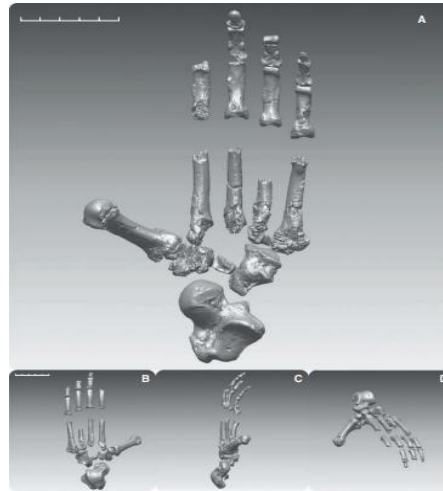


Resim 29. A: ARA-VP 1/500, *Ardipithecus ramidus*'un kısmi iskeleti; B: tüm iskeletin rekonstrüksiyonu C: *Ardipithecus ramidus*'un rekonstrüksiyonu (Boisserie 2010)



Resim 30. Ardipithecus ramidus örneğinin dijital rekonstrüksiyonu (Welker 2017)

Ekolojik yaşam alanları ilk hominidlerin kökenleri, evrim ve adaptasyonlarını anlamamızda çok önemlidir. Fosil kalıntılar üzerinde yapılan çalışmalarda beslenme özellikleri, su kullanımı ve habitat tercihleri yaşam tarzları hakkında bilgi edinmemize yardımcı olmaktadır (WoldeGabriel vd. 2009). Ardipithecus ramidus iki ayaklılık evrimi hakkında çok fazla bilgi sunmaktadır. İyi korunmuş ayak elemanları arasında talus, metatarsaller ve birkaç parmak kemiği yer almaktadır. Bu kalıntıların çalışılması sonucu erken hominidlerin hareket kabiliyeti üzerinde bilgi edinilmektedir (Resim 31) (Lovejoy vd. 2009).



Resim 31. ARA-VP-6/500'ün dijital olarak işlenmiş kompozit ayağı (Lovejoy vd. 2009)

Bu hominid, Australopithecus'unkinden daha ilkel bir karasal bipedalite biçimi ile palmigrade tırmanma ve dikkatli tırmanmayı birleştirmiştir. Ardipithecus ramidus azalmış bir köpek/ön azı dişi kompleksine ve az türemiş bir kafatası morfolojisine sahiptir ve ağırlıklı olarak C3 bitki bazlı bir diyetle sahiptir (C3 fotosentetik yolunu kullanan bitkiler) (Resim 32). Ekolojik habitatının büyük ölçüde ormanlık alan odaklı olduğu görülmektedir. Ardipithecus ramidus askıda durma, dikey tırmanma ya da mafsallı yürüme gibi tipik karakterlerden yoksundur. Bu tür yaşayan insanlar ve şempanzelerin genetik benzerliklerine rağmen, son paylaştığımız atanın muhtemelen mevcut herhangi bir Afrika maymunundan önemli ölçüde farklı olduğunu göstermektedir. Hominidler ve mevcut Afrika maymunlarının her biri çok farklı evrimsel yollarla son derece uzmanlaşmıştır. Bu kanıt aynı zamanda en erken Hominidae'de bipedalite, ekoloji, diyet ve sosyal davranışın kökenlerini aydınlatmaktadır (White vd. 2009).

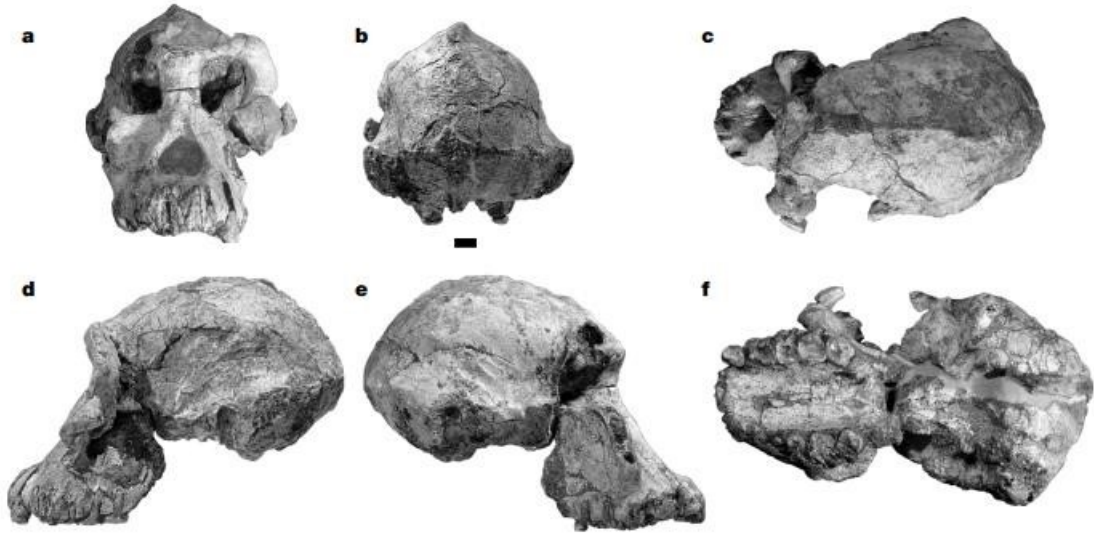


Resim 32. Ardipithecus (solda) ve erken Australopithecus'un (sağda) karşılaştırmaları. Ardipithecus ramidus ARA-VP6/500 ve Au afarensis A.L. 288-1 (“Lucy”) (White vd. 2009)

3.3.5. Australopithecus Anamensis

Australopithecus anamensis ilk olarak 1995 yılında Leakey ve arkadaşları tarafından keşfedilmiştir. Kanapoi, Australopithecus anamensis'e atfedilen fosillerin çoğunluğunun bulunduğu önemli bir merkezdir. Buluntular; mandibula, kısmi temporal kemik, bir maksilla, dişler, kısmi humerus, falanks, kapitate ve tibiadan oluşmaktadır. Bu buluntuların yanı sıra 3800'den fazla mikro ve makrofaunal örnek elde edilmiştir. Kenya'nın Allia Körfezi'nden (3,9 milyon yıl) üst çene parçaları ve izole dişler, neredeyse tama yakın radius bulunurken, daha yakın zamanda Etiyopya'daki Asa Issie (4,12 milyon yıl) bölgesinden, kısmi bir maksilla, iki ilişkili diş, mandibula parçası, izole dişler, ayrıca kısmi bir metatarsal, aşınmış distal ayak falanksı, el falanksı, dört vertebra ve kısmi femur ele geçmiştir (Ward vd. 2013). Australopithecus anamensis'in doğrudan Australopithecus afarensis'in atası olduğu genel olarak kabul görmektedir. Australopithecus anamensis'in bilinen zaman aralığı, Australopithecus afarensis'inkinden tamamen önce olması ve anatomik olarak farklılıklarının olması, Australopithecus anamensis daha plesiomorfik takson olarak tanımlanmasını sağlamıştır (Kimbel vd. 2006).

2005'ten bu zamana kadar Etiyopya'nın Afar bölgesinde bulunan Woranso-Mille çalışma alanından 3,8-3,6 milyon yıllık fosil kalıntıları Pliyosen orta hominin çeşitliliği hakkında bilgiler vermektedir. 2016'daki saha çalışmasında, erken hominin neredeyse tama yakın kafatasının bulunmasıyla Australopithecus anamensis (yaklaşık 370 cc), (4,2 - 3,9 milyon yıl) ve Australopithecus afarensis genel ata-torun ilişkisini destekler niteliktedir (Resim 33) (Haile-Selassie vd. 2019).



Resim 33. MRD-VP-1/1 kafatası (*Australopithecus anamensis*). a, ön görünüm b, arka görünüm c, üstün görünüm d, sol yandan görünüme, sağ yandan görünüm f, alt görünüm (Haile-Selassie vd. 2019)

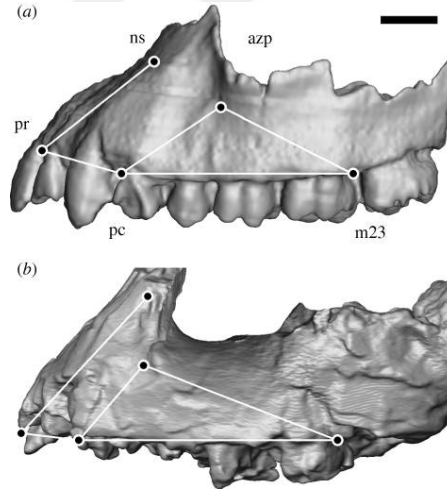
*Australopithecus anamensis*in fosil keşifleri anatomisi hakkında kısıtlı bilgiye sahip olunsu da hominin evriminde taksonomik özellikleri bakımından önemli yere sahiptir. *Australopithecus afarensis* göre yüz, diş yapısında daha ilkel hominin formuna sahip olsa da morfolojik olarak evrimsel geçiş niteliğinde olduğu düşünülmektedir (Ward vd. 2010).

3.3.6. Kenyanthropus platyops

Meave Leakey ve meslektaşları tarafından kuzey Kenya'daki Turkana Gölü'nün batısında yapılan çalışmalarda keşfedilen belirgin bir düz yüze sahip KNM-WT 40000 hominin kafatası 3,5 my öncesine tarihlendirilip *Kenyanthropus platyops*'a atfedilmiştir (Tattersall 2023) (Resim 34, 35).



Resim 34. KNM-WT 40000 (*Kenyanthropus platyops*)
(<http://talkorigins.org>)



Resim 35. (a) AL 200-1 (alçının ters sağ tarafı, *Australopithecus afarensis*) ve (b) KNM-WT 40000'in (orijinalin sol tarafı, *Kenyanthropus platyops*) yanıl görünümünde üst çeneyi karşılaştıran BT tabanlı paralel projeksiyonlu 3 boyutlu rekonstrüksiyonlar (Spoor vd. 2010)

Düz ve nispeten ortognatik bir subnazal bölge, öne doğru zigomatik çıkıntı ve küçük azı dişler ile karakterize edilen maksillar morfolojisi ayırıcı özellikleri olarak Kenyanthropus platyops'un isimlendirilmesini sağlamıştır (Spoor vd. 2010).

3.3.7. Australopithecus afarensis

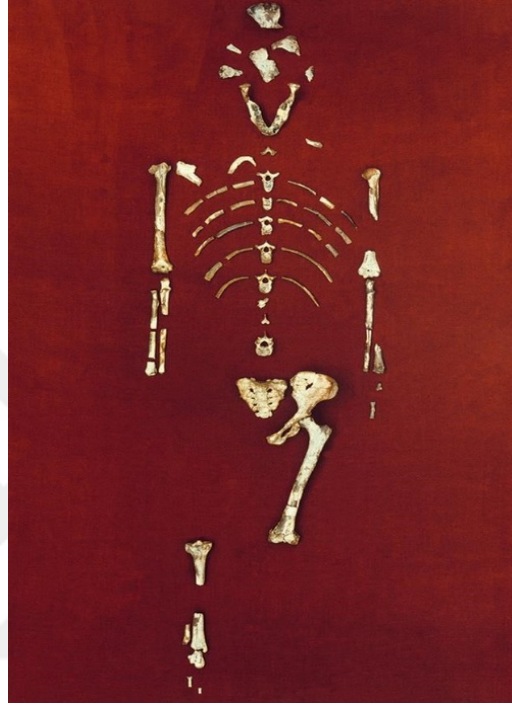
Australopithecus afarensis'e (Resim 36) ait en iyi belgelenen fosil kalıntıları, 3,6 - 3,0 milyon yılları arasında, özellikle Laetoli (Tanzanya) ve Hadar'daki (Etiyopya) fosil yataklardan ele geçmiştir (Haile-Selassie vd. 2010). İnsan soyunun evrimsel süreçteki atasal kanıtlarının Australopithecus'un en iyi bilinen türü olan Australopithecus afarensis'ten geldiği düşünülmektedir (Ward vd. 2010). Hominin filogenisinde homo soyu da dahil olmak üzere tüm homininlerin atası olarak kabul edilmiştir (Gunz vd. 2020). Etiyopya'da suya yakın ormanlık bir ortamda yaşadığı, diyeti bakımından otobur bir yaşantıya sahip olduğu ancak Dikika bölgesinde bulunan kesilmiş kemikler et ile beslenme ve alet kullanımı olabileceği hakkında kanıtlar sunmaktadır (Reed vd. 2013).



Resim 36. Erkek bir bireye ait olan (A.L. 444-2 sol) ve dişi bir bireye ait olan (A.L. 822-1 sağ) A. afarensis'in yeniden yapılandırılmış kafatasları (Alemseged 2013)

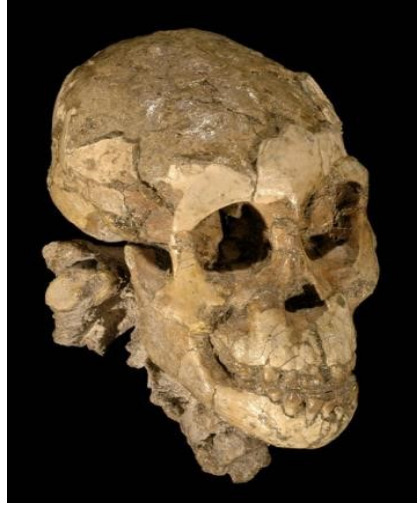
Bu türün önemli keşiflerinden biri, 1974 yılında Etiyopya Hadar'da Amerikalı paleoantropolog Donald Johanson tarafından keşfedilen AL 288-1 numaralı "Lucy" (Resim 37) % 40 oranında sağlam iskelet kalıntısına sahip olup,

3,18 my öncesine tarihlendirilmiştir (Wang vd. 2004; Kappelman vd. 2016). 109 cm boy uzunluğuna 27 kg ağırlığa sahip olduğu tahmin edilmekte, bipedal lokomasyon, küçük beyin yapısı (400-500cc), uzun kollar, kısa bacaklar şeklinde tanımlanmaktadır.

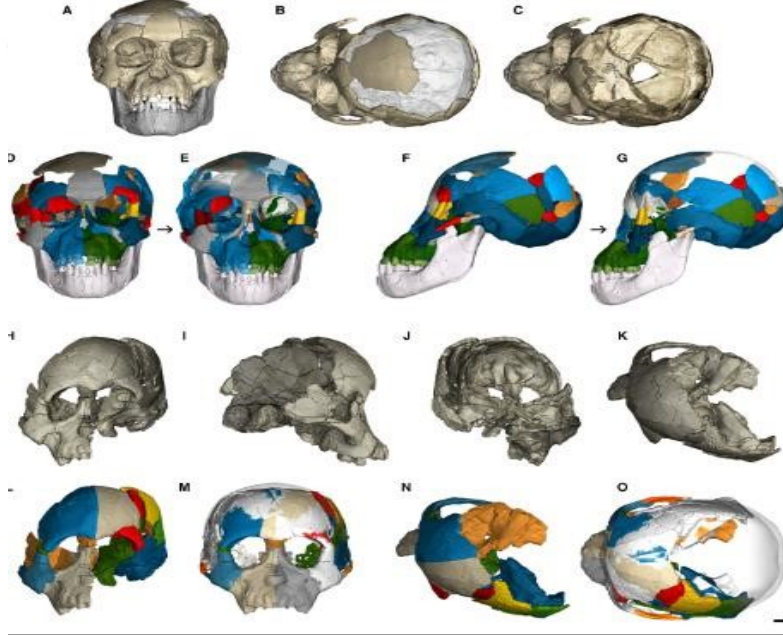


Resim 37. Lucy (*Australopithecus afarensis*) (Schrein 2015)

Australopithecus afarensis'e ait diğer önemli buluntu Etiyopya Dikika'da bulunan ve 3,3 my ile tarihlendirilen yaklaşık 3 yaşlarındaki bir kız çocuğudur (DIK-1-1) (Takma adı: Selam). Bu keşif erken hominin gelişimi ve büyüme araştırmalarında önemli katkı sunar niteliktedir (Resim 38, 39) (Alemseged 2013).



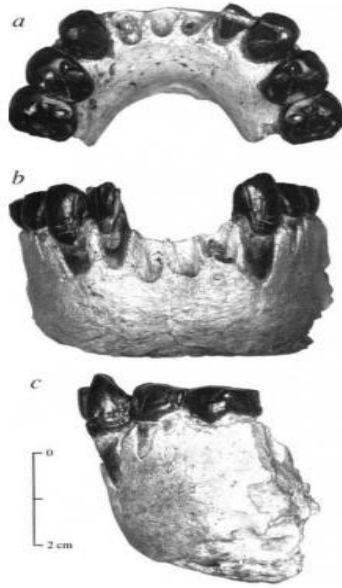
Resim 38. DIK 1-1, "Selam" lakaplı *Australopithecus afarensis* çocuğu, kafatası ve kısmi vertebral kolon ile sağ kürek kemiğinin glenoid boşluğu gösterilmektedir (Alemseged 2013)



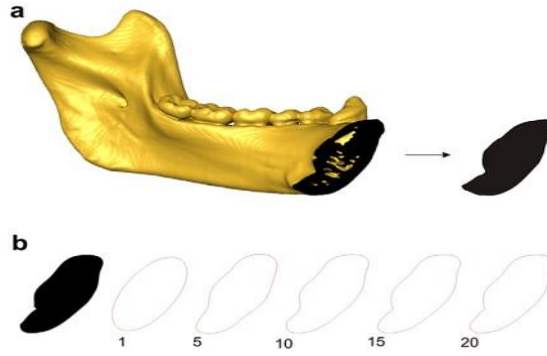
Resim 39. Dikika ve Hadar'daki *Australopithecus afarensis* çocuklarının sanal olarak rekonstrüksiyonu (Gunz vd. 2020)

bir australopithecine ait mandibula vermiştir (Brunet vd. 1995). Kuzey Çad bölgesinde Koro Toro yakınlarında Djurab çölünde Michel Brunet tarafından keşfedilen tip örneği yetişkin bir alt çene olan KT-12/H1 (Resim 41) *Australopithecus bahrelghazali* olarak tanımlanmıştır.

Abel ismi verilen *Australopithecus bahrelghazali* Rift Vadisi'nin batısında bulunan ilk erken hominid fosili olarak bilinir. *Australopithecus bahrelghazali* ile *Australopithecus afarensis* farklılıklarının tanımlanması için simfizyal şeklini tanımlayan niceliksel veriler kullanılmıştır (Resim 42). *Australopithecus bahrelghazali* simfizyallerinin *Australopithecus afarensis* ile karşılaştırıldığında farklılıkları gözlemlenmiştir. Bu ölçümler simfizyal şeklinin hominoidler arasındaki taksonomik yakınlığı, büyük maymunlar, ilk homininler ve modern insanlar arasındaki ayrımları net şekilde göstermektedir (Guy vd. 2008).



Resim 41. *Australopithecus bahrelghazali* alt çenesi (KT-12/H1) (Guy vd. 2008)



Resim 42. CT scan verilerini kullanarak simfizyal konturların elde edilmesi ve rekonstrüksiyonu (Guy vd. 2008)

3.3.10. Australopithecus africanus

1924 yılında arkeolog Raymond Dart tarafından Güney Afrika Cumhuriyeti'ndeki Taung'da üç yaşındaki bir çocuğa ait bu kafatası bulunmuştur. Kafatası, modern *Australopithecus africanus*'a aittir. Adını keşfedildiği yerden alan Taung Çocuğu (Resim 43), 2,8 milyon yıla tarihlendirilir. Keşfedilen ilk *Australopithecus* fosilidir. *Australopithecus africanus*'un tip örneğidir. (<https://anth315taungchild.wordpress.com>). Taung Bebek, bu fosil o kadar ilkeldi ki, birçok bilim adamı yıllarca onun bir maymun olduğuna inandırılmıştı. Aslında bu, orijinal bir hominid olan ilk *Australopithecus africanus*'tur ve fosillerinin çoğu o zamandan bu yana bulunmuştur (Johanson vd. 1981).



Resim 43. Taung Çocuğu (*Australopithecus africanus*) (<https://humanorigins.si.edu>)

1947'de Robert Broom ve John Robinson tarafından Güney Afrika'da Sterkfontein'de keşfedilen Sts 5 (Mrs. Ples) (Resim 44), Australopithecus africanus'a ait bir kafatasıdır (Pliyo-Pleyistosen Dönem). Muhtemelen 2,5 milyon yıl öncesine yakın bir tarihe ait olduğu düşünülmektedir. Broom başlangıçta Sterkfontein'deki bu tür örneklerden Plesianthropus olarak bahsetmiştir ("pleşi" "neredeysen" ve "antropus" da "insan" anlamına gelir). Çeşitli çalışmalar sonucu bu buluntunun yetişkin bir kadına ait olduğu bildirilmiştir (Tawane, Thackeray 2018).



Resim 44. Australopithecus africanus (Sts 5 kafatası, Mrs. Ples)
(<https://www.dlt.ncssm.edu/tiger>)

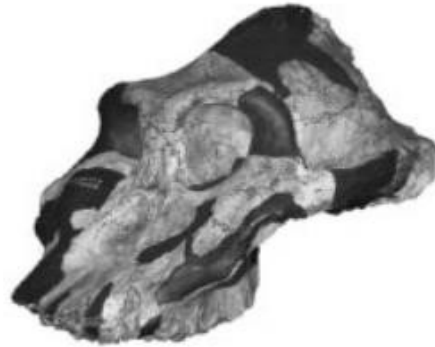
1989 yılında Alun R. Hughes tarafından Güney Afrika'da Sterkfontein'de keşfedilen bir diğer Australopithecus africanus örneği Stw 505 (Mr. Ples)'dir (Resim 45) 2,8 - 2,6 my tarihlendirilen bu erkek bireye ait örnek tama yakın bir yüze ve 515 cm³'ü aşan endokraniyal kapasiteye sahiptir (Conroy 1998).



Resim 45. Stw 505. (Sol) Orijinal örnek; (sağda) BT'den oluşturulan 3 boyutlu rekonstrüksiyon (Conroy 1998)

3.3.11. *Australopithecus (Paranthropus) aethiopicus*

2,4 milyon yıl ile tarihlendirilen 410 cc'lik endokraniyal hacme sahip KNM-WT 17000 morfolojik özellikleri bakımından *Paranthropus aethiopicus* olarak adlandırılmıştır. Kafatası fosilinden sonra Laetoli'de keşfedilen proksimal tibia kemiği de *Paranthropus aethiopicus* ait olarak değerlendirilmiştir (Resim 46) (Wood, Schroer 2013).

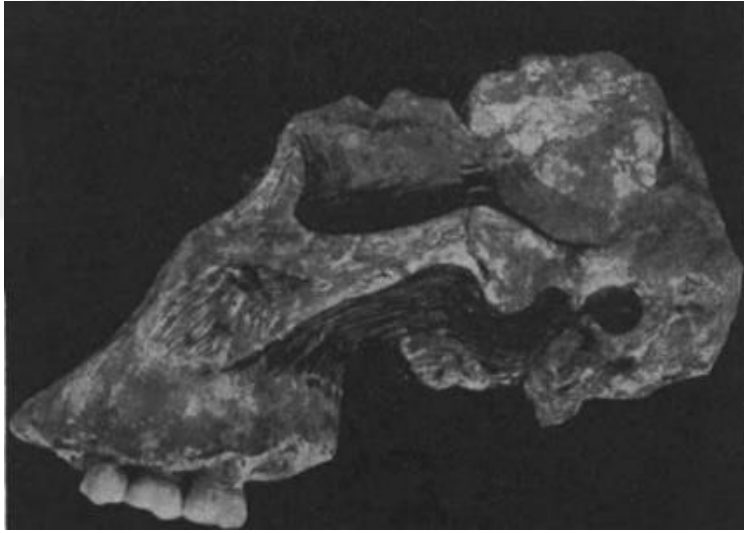


*Paranthropus
aethiopicus*
KNM-WT 17000

Resim 46. *Paranthropus aethiopicus*'un iyi korunmuş kafatası KNM-WT 17000 (Wood, Schroer 2013)

3.3.12. Australopithecus (Paranthropus) robustus

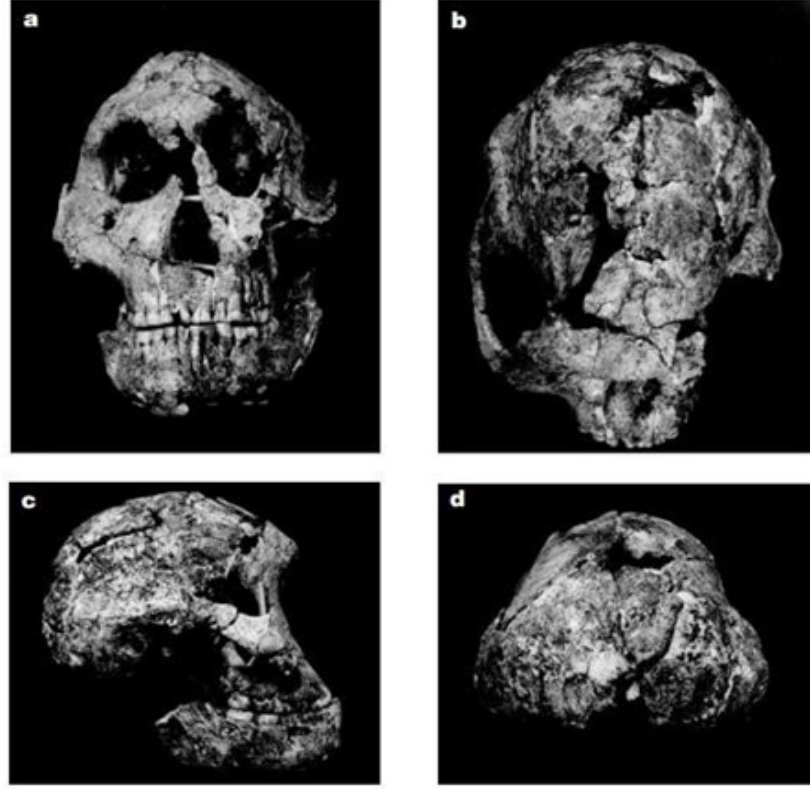
1950 yılında Swartkrans'da (Güney Afrika) keşfedilen ve Paranthropus robustus olarak tanımlanan kafatası en iyi korunmuş örneklerdendir. 2 – 1,5 my ile tarihlendirilen SK 48 olarak numaralandırılan bu kafatasının endokraniyal hacmi 600 cc dir. Yüz yapısı düz ve kısadır (Broom 1938) (Resim 47). SK 48, mağaranın patlatılması sırasında hasar görmüş yarı tam bir kafatasıdır. SK 48'in beyin kutusunun büyük bir kısmı, özellikle de arka bölgesi kayıptır. Sol azı dişleri ve sağ kesici dişlere ait alveoller mevcuttur. Büyük zigomatikler ve yandan bakışta çanak şeklinde olan düz bir yüz mevcuttur. SK 48, nispeten öne yerleştirilmiş bir sagittal tepe, alçak bir frontal yükseliş, postorbital daralma, nörokraniuma göre büyük bir yüz ve belirgin bir frontal trigon sergiler (<https://boneclones.com>).



Resim 47. Paranthropus robustus kafatası'nın yan görünümü (Broom 1938)

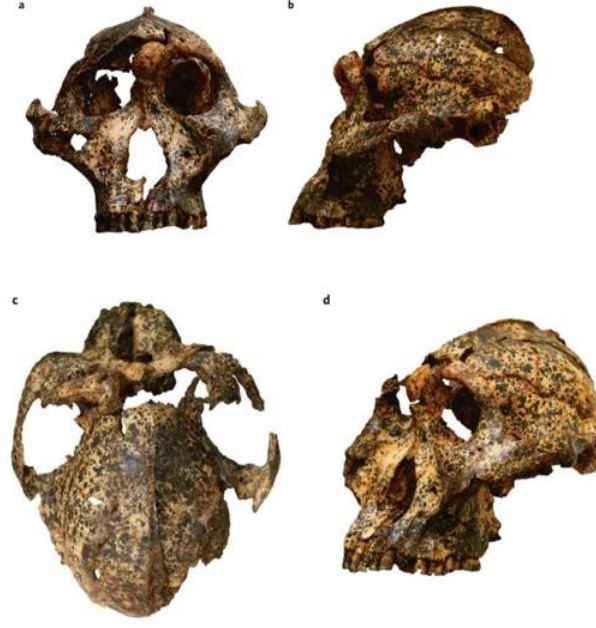
Güney Afrika, Krugersdorp Bölgesi, Drimolen'de dolomitik mağara alanından iyi korunmuş bir Paranthropus robustus kafatası ele geçmiştir. DNH 7 (Resim 48) olarak numaralandırılan bu kafatasının bir dişi bireye ait olduğu varsayılmaktadır. Küçük boyutu nedeniyle sexuel dimorfizm bu türde tartışılmaya başlanmıştır. Bu yeni kafatasının mükemmel korunması sayesinde, Paranthropus robustus'un hem morfoloji hem de boyut açısından daha büyük bir tür içi

değişkenlik gösterdiğini ve bu türün daha önce düşünülenenden daha büyük bir sexual dimorfizme işaret ettiğini göstermektedir (Keyser 2000).



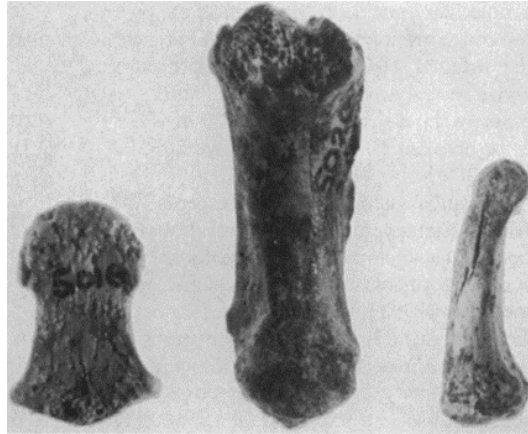
Resim 48. Drimolen kafatası (DNH 7) (Keyser 2000)

Bir diğer örnek DNH 155 (Resim 49) iyi korunmuş bir yetişkin erkek kafatasıdır ve kronolojik olarak daha genç olan diğer yataklardan elde edilen yetişkin *Paranthropus robustus* örneklerinde görülmeyen bir dizi ilkel ve türemiş özelliği DNH 7 ile paylaşmaktadır. Bu durum, bu taksonda sexual dimorfizm, ontogeni ve sosyal davranışları birbirine bağlayan mevcut hipotezleri çürütmekte ve hominin filogenisine ilişkin hipotezleri açıklığa kavuşturmaktadır. Bunların yanı sıra *Paranthropus robustus* SK 48'in masseter kasının, M3'te ısırma kuvveti oluşturmada DNH 155' inkinden % 50 daha verimli olabileceğini düşündürmektedir (Martin vd. 2021).



Resim 49. DNH 155 örneği: a-d, Önden (a), sol yanal (b), üst (c) ve eğik (d) görünümleri (Martin vd. 2021)

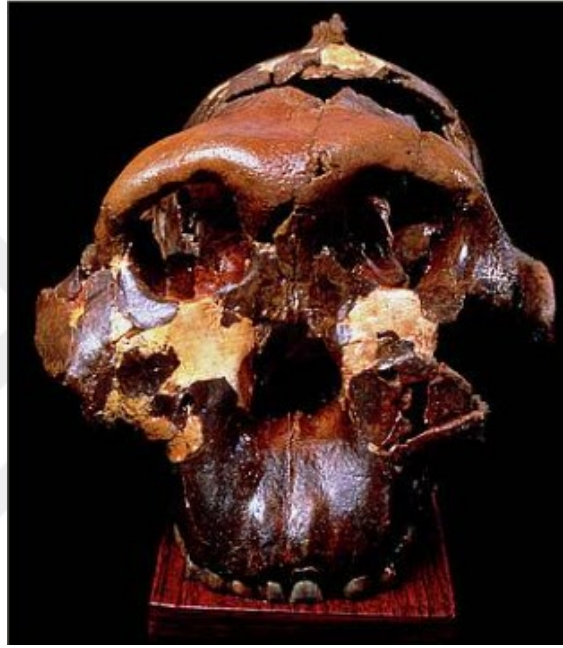
Swartkrans'ta bu türe ait 1,8 milyon yıl öncesine tarihlendirilen falanks kemikleri (Resim 50) ele geçirilmiştir. *Paranthropus robustus*'un elinin hassas kavramaya elverişli olduğu, işlevsel morfolojisinin yaşam alanı oluşturmak için aletler kullanmış olabilecekleri kanısı vardır. *Paranthropus* cinsinin genellikle vejetaryen diyetle beslenen küçük beyinli, büyük dişli ilk hominidlerden oluştuğu varsayılmaktadır (Susman 1988).



Resim 50. *Paranthropus robustus*'a ait falanks kemikleri (Susman 1988)

3.3.13. Australopithecus (Paranthropus) boisei

Kaba yapılı bu türün en iyi bilinen örneği, 1959 yılında Mary Leakey tarafından Olduvai Gorge, Tanzania’da bulunan, 1,8 milyon yıl ile tarihlendirilen ve OH 5 olarak tanımlanan kafatasıdır. "Zinj" (Zinjanthropus) adını verdiği Parantropus boisei kafatası oldukça sağlam olup, büyük azı dişlere ve çene yapısına sahiptir (Resim 51) (Johanson vd. 1981). Kaba yapılı bu türün kafatası kapasitesi 530 cc'lik bir hacime sahiptir (Tobias 1965).



Resim 51. "Zinj" Parantropus boisei (Madison 2014)



Resim 52. "Zinj" Parantropus boisei (Johanson vd.1981)

Ancak *Paranthropus boisei* hakkında en çok bilgi veren kalıntılar Turkana Gölü'nün doğu kıyısındaki Koobi Fora'dan ve gölün batı yakasındaki Nachukui Formasyonu'ndaki bölgelerden gelmektedir. Foramen magnumun konumu gereği iki ayak üzerinde dik yürüyebildiği düşünülmüştür (Wood, Patterson 2020). 1969 yılında Richard Leakey ve H. Mutua tarafından Kenya Koobi Fora'da keşfedilen (1,7 my) KNM-ER 406 neredeyse eksiksiz yetişkin bir erkek *Paranthropus boisei* kafatasıdır. Büyük yanak dişleri, diğer yüz kemikleriyle öne doğru bağlantılı geniş elmacık kemikleri ve güçlü çiğneme kaslarını destekleyen büyük yanak kemikleri gibi türün tipik yüz ve kafatası özelliklerine sahiptir. Bu son iki özellik ona “çanak şeklinde” bir yüz verir. Diğer kaslar çenesinden başının tepesindeki sagittal creste kadar uzanmaktadır. Bu kafatasının kafatası kapasitesinin 510 santimetre küp olduğu tahmin edilmektedir ([https://humanorigins.si.edu.](https://humanorigins.si.edu/)) (Resim 53).



Resim 53. KNM ER 406 (<https://www.wikiwand.com>)

3.3.14. Australopithecus garhi

Etiyopya'nın Middle Awash bölgesindeki Bouri Hata lokalitesinde bulunan kafatası 2,5 my öncesine tarihlendirilmiş ve *Australopithecus garhi* olarak tanımlanmıştır. Çentikli kemiklerin bulunması hominidlerin taş alet kullandıklarına ve et ile beslendiklerine dair kanıtlar sunmuştur. Beslenmedeki bu değişim beyin boyutunun gelişimini hızlandırıp Homo beynine ulaştırmıştır

(Culotta 1999). Y. Haile-Selassie tarafından (BOU-VP-12/130) (Resim 54) bulunan *Australopithecus garhi* Plio Pleistosen dönem hominid taksonlarını ele alan filogenetik hipotezler için önemli bir keşiftir. *A. garhi* afar dilinde “sürpriz” demektir ve Etiyopya'da bulunan cinsin en genç türü olarak değerlendirilmiştir. Evrimsel süreç içerisinde bulunduğu yer ve tarihleştirilmesini göz önüne alarak bu türün erken *Homo*'nun atası olabileceğini öne süren araştırmacılar olmuştur. Kraniyal (450 cc) ve diş morfolojisi açısından *Australopithecus afarensis*in köpek dişlerinden daha büyük ancak morfolojik olarak benzer olduğu görülür. Daha az asimetrik üst p^3 farklılıkları, kraniyal kapasitesi, prognatik subnazal bölgesi, sagittal krest ve frontal trigon varlığı, konveks klivusu ve fossa kaninde farklılıklar bulunmaktadır. Genetik benzerlikleri bakımından *Australopithecus afarensis*'ten türediği düşünülmektedir. Kafatası kalıntılarının yanı sıra insan benzeri bir humerus ve maymun benzeri bir ön kol/üst kol fosil kalıntıları mevcuttur (Asfaw 1999).



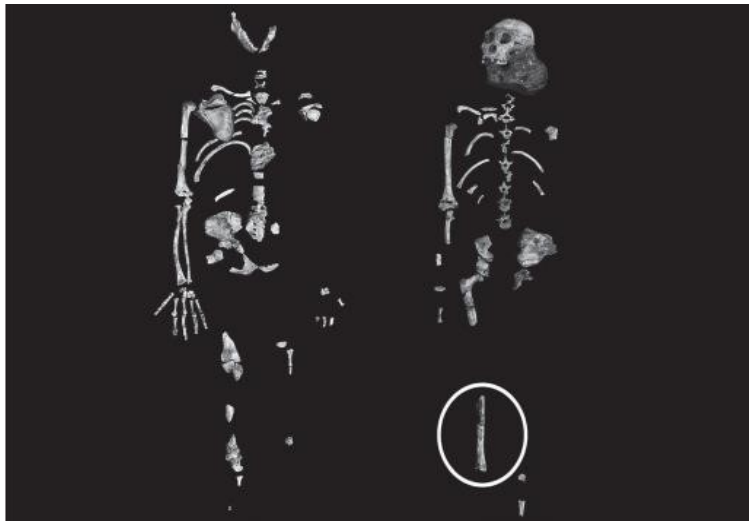
Resim 54. BOU-VP-12/130 (*Australopithecus garhi*) kafatası parçaları
(Asfaw 1999)

3.3.15. Australopithecus sediba

Australopithecus sediba, Güney Afrika'da Malapa Mağarası'nda keşfedilmiş hominin türünün iyi korunmuş örneklerindendir. Homo'nun atası olabileceği tartışılmıştır. UPb tarihlendirme yöntemi ve paleomanyetik veriler doğrultusunda bulunan fosil kalıntıların yaşı 1,95 - 1,78 my ile tarihlendirilmiştir (Pickering vd. 2011). Kafatası parçalanmış ve hafifçe çarpıktır. MH1'in minimum kraniyal kapasitesinin 420 cc (Resim 55) olduğu tahmin edilmiştir (Berger 2010). En iyi bilinen örnekler; MH1: 12-13 yaşlarında bir çocuğa ait kafatası (420 cc) ve postcraniyal kemikler, MH2: erişkin kadın iskelet kalıntıları (Resim 55-56) (Berger 2012).



Resim 55. Australopithecus sediba (A) üst, (B) ön ve (C) sol yan görünümünde UW88-50 (MH1) çocuk kafatası (Berger 2010)



Resim 56. MH1 (sağda) ve MH2 (Berger 2012)

3.4. Homo Cinsine Ait Tip Örnekler

Homo cinsine ait türlerde meydana gelen beyin boyutundaki büyüme ve değişimler modern insana uzanan evrimsel süreci belgeler (Rightmire 2004). Çok çeşitli taksona sahip olan Homo türleri Australopithecinelerle karşılaştırıldığında modern yapılarıyla dikkat çekicidirler (Tattersall, Schwartz 2009). Homo sınıflandırılmasında, zamansal, coğrafi veya ekolojik bağlamların, bulunan yeni fosil kanıtlarla kökenini anlamaya çalışan paleoantropologlar, Afrika Orta Pliyosen Dönemi'ne ait hominin buluntularındaki çeşitlilik ve artışa rağmen Louis Leakey, Phillip'in 1964'te yaptığı çalışmalardan farklı bir sonuca ulaşamamışlardır. Homo'ya ait ilk birkaç örnek parçalı ve yetersiz olması sonucu 2,5-2,0 milyon yıl öncesine tarihlenmiştir. Ancak daha iyi örneklenmiş fosil kayıtlarla 1,7-1,8 milyon yıl olarak tarihlendirilip Homo cinsine ait karakterleri temsil etmektedir. Homo ile benzersiz bağlarının olduğu düşünülen 3 tür: Homo habilis, Homo rudolfensis ve Homo erectus soyun daha erken evrimleştiğini anlamamızı sağlayan belirgin FAD'lara sahiptirler. Homo soyunun evrimsel süreçte diğer formlardan farklılaşması iki ayak üzerinde yürüme, köpek dişlerde küçülme, beyinsel büyüme ve akabinde taş alet teknolojisi evrimsel değişim ve gelişimi desteklemiştir (Kimbel 2009).

3.4.1. Homo habilis

Louis ve Mary Leakey liderliğindeki bir ekip, 1960 ve 1963 yılları arasında Tanzanya'daki Olduvai Gorge'da eşsiz bir erken insana ait fosilleşmiş kalıntıları ortaya çıkarmışlardır. Tip örneği olan OH 7, Jonathan Leakey tarafından bulunduğu "Jonny'nin çocuğu" olarak isimlendirilmiştir. Bu erken insan Australopithecus'ta görülenlerden farklı özelliklere sahip olduğu için Louis Leakey, Güney Afrikalı bilim adamı Philip Tobias ve İngiliz bilim adamı John Napier 1964 yılında bu fosilleri yeni bir tür olarak ilan etmişler ve onlara Homo habilis (becerikli adam) adını vermişlerdir. Çünkü Olduvai Gorge'da bulunan binlerce taş aleti yapanın bu tür olduğunu düşünüyorlardı. (Kimbel 2009; Tattersall vd. 2009; <https://humanorigins.si.edu>).

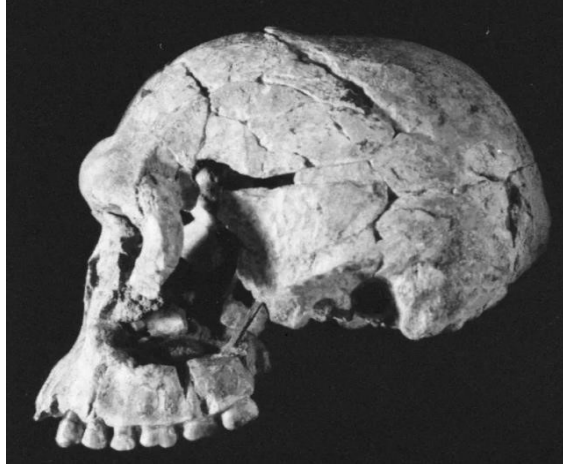
OH 24 (Twiggy) (Resim 57) 1968 yılında Peter Nzube tarafından Olduvai Gorge, Tanzanya'da keşfedilen 1,8 milyon yıllık bir kafatasıdır. Bu

kafatası kötü bir şekilde ezilmiş halde bulunmuş, yüzlerce parçadan yeniden yapılandırılmıştır (Dorey 2020). Yaklaşık 590-600 cc (santimetre küp) olarak tahmin edilen küçük kraniyal kapasitesi, kısmen bu kraniyal distorsiyona atfedilir (Vikipedi 2024)



Resim 57. OH 24 (Twiggy) (<http://www.talkorigins.org>)

Homo habilis olarak değerlendirilen diğer buluntulardan Kobi Fora bölgesindeki KNM-ER 1813 (Resim 58) ve KNM-ER 1805 kafatası fosilleri 1973'te keşfedilmiştir. KNM-ER 1813 1,9 my öncesine, KNM-ER 1805 ise 1,7 my öncesine tarihlendirilmiştir. KNM-ER 1805'in beyin kapasitesi yaklaşık 600 cc (36,6 inç küp) olarak ölçülmüştür (Rightmire 2023). KNM-ER 1813 yetişkin kafatasının beyin büyüklüğü 510 cc'dir ve Australopithecus cinsine dahil türler için ortalamanın biraz üzerindedir. KNM ER 1813 diğer Homo habilis örneklerine kıyasla nispeten küçük bir kafatası kapasitesine (510 cc) sahiptir. Yüzün sağ tarafı oldukça tam olmasına rağmen sol tarafı ezilmiştir. KNM ER 1813'ün yüzü oldukça kısadır, nispeten azalmış subnasal prognatizma ve küçük dişler (özellikle yanak dişleri) sergiler. Frontal dik bir şekilde yükselir, damak uzun ve parabolik şekillidir ve orta derecede postorbital daralma mevcuttur (<https://www.efossils.org>).



Resim 58. KNM-ER 1813 fosili (Rightmire 2023)

Oldowan taş alet endüstrisi yapım, kullanıma uygun güçlü el yapısı, iki ayak üzerinde yaşam, iyi tırmanma yeteneğine sahip Homo habilis, Homo erectus'un atası olarak atfedilmiştir (Groeneveld 2023).

3.4.2. Homo rudolfensis

KNM-ER 1470'in (Resim 59) keşfedildiği Koobi Fora yakınlarında bir çok kafatası ve çene parçaları 2,5 - 1,8 milyon yıl öncesine tarihlendirilmiş ve Homo rudolfensis olarak adlandırılmıştır. Homo habilis ile dönemsel olarak aynı zamanda yaşamışlardır. Kuzey Kenya'nın Koobi Fora bölgesinde 1972'de keşfedilen KNM-ER 1470 önce Homo habilis'e atfedilmiştir. 1,9 my öncesine tarihlendirilen fosil kalıntısı parçalı şekilde bulunmuş, rekonstrüksiyonu yapıldıktan sonra beyin hacmi ölçümleri 750 cm^3 (cc) veya 46 inç küp olarak belirlenmiştir (Rightmire 2023). Beyin kapasitesi, daha düz yüz, daha büyük dişler, dik bir alın ve kubbeli kafatası farklılıkları buluntuların Homo rudolfensis olarak adlandırılmasını sağlamıştır (Groeneveld 2023).



Resim 59. KNM-ER 1470 (*Homo rudolfensis*) (Somma 2023)

3.4.3. Homo ergaster

Homo ergaster'e ait en iyi örneklerden biri Kenya Nariokotome'daki Turkana Gölü'nün yakınında bulunan ve KNM-WT 15000 (Resim 60) olarak numaralandırılan Turkana çocuğudur. 1,5 – 1,8 my ile tarihlendirilen ve % 75 oranında tamamlanmış bir iskelete sahip olan Nariokotome ya da Turkana çocuğunun, boyu 1,45 – 1,6 m, ağırlığı 45 - 50 kg olduğu vücut oranlarının modern gençlerinkine benzediği ve genel olarak "uzun bacaklı" olduğu görülmüştür (Wang vd. 2004). Tahmini 9-10 yaşlarında olan bu erkek çocuğun beyin kapasitesinin 880 cc civarındadır. Turkana çocuğu, iri güçlü, alet yapımcısı, avcı, zorlu şartlarda yaşamaya adapte olmuş sosyal bir hominiddir.



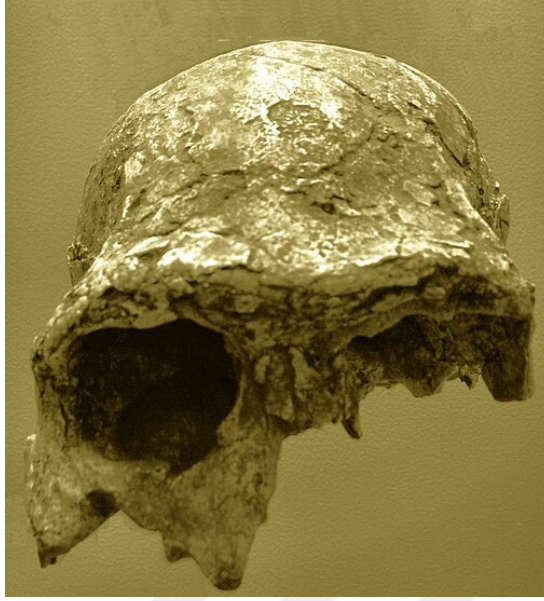
Resim 60. Turkana boy (<https://www.worldhistory.org>)

1975 yılında Kenya'nın Koobi Fora bölgesinden Leakey liderliğinde yapılan bir çalışmada Bernard Mgenio tarafından 1,75 milyon yıl ile yaşlandırılan Homo ergastere atfedilen KNM-ER 3733 (Resim 61) numaralı fosil keşfedilmiştir. Endokraniyal kapasitesi yapılan çalışmalar sonucu 848 cc'dir (Pearson vd. 2020).



Resim 61. KNM-ER 3733 Homo ergaster (Vikipedi 2024)

1976 yılında Kenya'daki Koobi Fora kazılarında Richard Leakey ve M. Muluila tarafından keşfedilen tama yakın bir kafatası yetişkin erkek bireye ait olup Homo ergaster (KNM-ER 3883) (Resim 62) olarak adlandırılmıştır. 1,5 milyon yıl ile tarihlendirilir ve 804cc endokraniyal kapasiteye sahiptir (Pearson vd. 2020).



Resim 62. KNM-ER 3883 (Vikipedi 2008)

3.4.4. Homo erectus

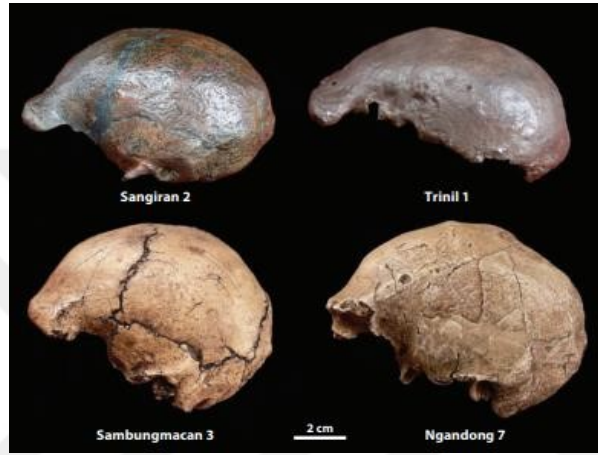
Eugene Dubois 1891 yılında Java Trinil'de önce Pithecanthropus olarak adlandırdığı sonradan Homo erectus tip örneği o dönem için bilinen en eski hominiddir (Tattersall vd. 2009). 1,8 my öncesine tarihlendirilen “Java adamı” (Resim 63) fiziksel özellikleri bakımından modern insana benzer ancak büyük gövdesine rağmen küçük kafatası ve beyin hacmine sahiptir. Uzunluğunun oranları modern insana benzemekte, bu da bipedal yaşam tarzını göstermektedir (O’Connell vd. 1999).



Resim 63. Java adamı (<https://tr.wikipedia.org>)

1960 yılında Tanzanya Olduvai Gorge'de yüz iskeleti bulunmayan OH 9 numaralı kraniyal tabanın endokraniyal yüzeyi iyi korunmuş durumdadır eldeki kalıntılarla yapılan çalışmalarda endokraniyal ölçümler 1067 cc olarak bulunmuştur (Pearson vd. 2020).

Homo erectuslarda ortalama beyin kapasitesinin bulunabilmesi için 30 bireye ait fosil kafatası ölçülmüş, ölçümleri sonucu Homo erectus için beyin kapasitesi 973 cm³ olarak belirlenmiştir (Rightmire 2004).



Resim 64. Dört farklı Homo erectus calvariası (Java) (Tattersall, Schwartz 2009)

Kenya, Koobi Fora'dan 1-6 ± 0-1 milyon yıl öncesine tarihlenen Homo erectus bireyi (KNM-ER 1808) uzun kemik shaftlarında patolojik kemik birikimi sergilemektedir. Bu durum başlangıçta etobur karaciğerlerinin tüketiminden kaynaklanan hipervitaminoz A'ya bağlanmıştır. Doğu Afrika arısı Apis mellifera scutellata'nın ekolojisi, erken Homo erectus'un makul bir yiyecek arama alanı içinde kuluçka içerikleriyle birlikte yuvaların yoğunluğunun, zararlı derecede yüksek A vitamini içeriğine sahip bol ve güvenilir bir enerji kaynağı sağlayacağını göstermek için incelenmiştir. Hominin davranışsal ve fiziksel evriminde bal toplama ve böcek larvası tüketiminin potansiyel rolü tartışılmaktadır (Skinner 1991).

Toronto Üniversitesi'nde Antropolog U. Michael Chazan, yaptıkları çalışmalar sonucunda analizlerin insanların ateş kullanma zamanını 300.000 yıl kadar geriye ittiğini ve bunun da insan atalarının Homo erectus kadar erken bir zamanda ateşi yaşam tarzlarının bir parçası olarak kullanmaya başlamış

olabileceğini öne sürmektedir. Araştırma ekibinin analizi, mağaradaki kül buluntularından yola çıkarak yüksek ısı sağlayacak malzemelerin kullanılmadığını, çimenlerin, çalıların ve yaprakların yakıldığını, ısı seviyesinde 700 santigrat derece olabileceğini ortaya koymuştur (Luke 2012).

3.4.5. Homo gautengensis

Curnoe'nin Swartkrans faunal koleksiyonunda tespit edilen erken Homo'nun Güney Afrika örnekleri üzerinde yaptığı kladistik analiz çalışması sonucu, SK 847 / SK 15'in (Resim 65) Homo habilis + Homo erectus soyunun kardeş taksonu olduğu, diş, çene ve kafatası kalıntılarının morfolojik ve fenetik özellikler karşılaştırmasında ise Homo taksonu içerisinde yeni bir tür olarak H. gautengensis tanımlanmıştır. H. gautengensis fosil kalıntıların yaşları 2,0 - 1,26-0,82 milyon yıl arasında tarihlendirilip, Homo habilisten çok daha uzun süreli bir yaşam sürdürdüğü belirtilmektedir. Homo gautengensis tip örneği Stw 53; Paratipler SE 255, SE 1508, Stw 19b/33, Stw 75-79, Stw 80, Stw 84, Stw 151, SK 15 (Resim 66) , SK 27, SK 45, SK 847 (Resim 67), SKX 257/258, SKX 267/268, SKX 339 , SKX 610, SKW 3114 ve DNH 70 (Curnoe 2010).



Resim 65. SK.847 ve alt çene SK.15'in yandan görünümü (Clarke Howell 1972)



Resim 66. Swartkrans SK 15 alt çene (Curnoe 2010)



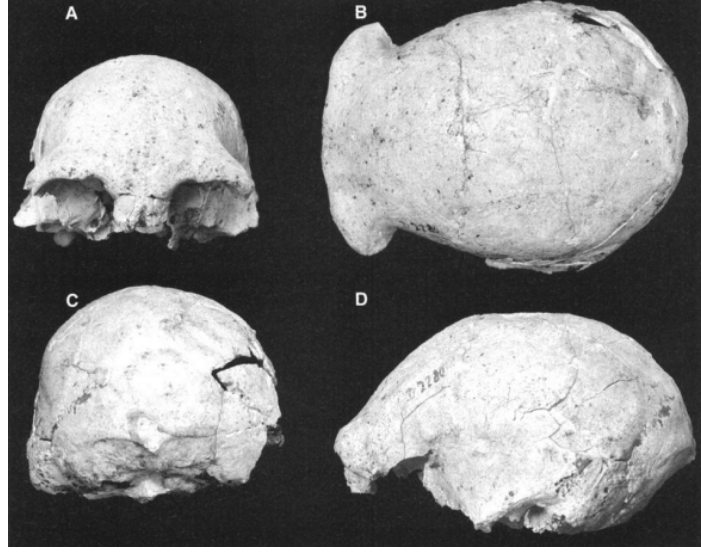
Resim 67. Swartkrans SK 847 kısmi kafatası (Curnoe 2010)

3.4.6. Homo georgicus (Dmanisi)

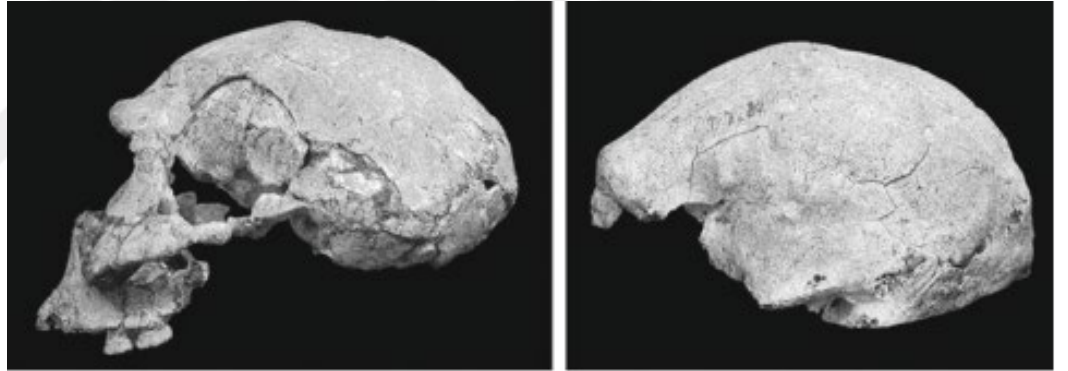
1991 ve 2001 yılları arasında Dmanisi'de keşfedilen fosil kafatasları insan buluntularının temelini oluşturduğu düşünülmüştür (De Lumley vd. 2006). Dmanisi kafatası popülasyonu, Afrika'dan Avrasya'ya ilk göç edip koloni kuran

hominin olarak Homo erectus'un verileriyle elde edilen bilgilerle; Afrika'dan ilk göç ile boy artışı, beyin kütlesi oranlarının büyümesi gibi morfolojik özelliklere sahip modeller, Dmanisi'deki keşiflerle önceden sunulan kanıları değiştirmiştir. Dmanisi popülasyonu beyin kapasitesi 600 - 775 cc olarak hesaplanmıştır. Kullandıkları aletlere bakılırsa iki yüzeyli aletlerin olmadığı Mod 1 teknolojisinin (Resim 68) etkili olduğu görülmüştür (Ferring vd. 2011). Gürcistan'ın Dmanisi kentinde 1991 yılından bu zamana kadar yapılan çalışmalarda bulunan fosil kalıntıları 1 ve 2 numaralı kazı bloklarından elde edilmiştir. Bu fosil kalıntılarını üç kafatası (D2282/D211, D2700/D2735 ve D3444/D3900) ve daha önce tanımlanan bir kafatası (D2280) ve bir alt çene (D2600) temsil etmektedir (Lordkipanidze vd. 2007). Dmanisi'deki Homo kalıntıları, taş aletler ve hayvan fosilleri, Avrasya'daki hominin evrimi ve davranış modellerinin daha iyi anlaşılması adına önemlidir. Dmanisi kafatasları ilkel karakterlere sahip bir topluluk olsa da, anatomik olarak küçük beyin ve narin yapısı Dmanisi homininlerinin en iyi şekilde Homo erectus türünde barındırıldığını, daha türetilmiş morfolojiye sahip Homo erectus'un Afrika ve Uzak Doğu'ya uzanan dallarının atası olabileceği öne sürülmüştür (Lordkipanidze vd. 2006). Beş kafatasından oluşan Dmanisi örnekleri, erken Homo paleodemografisinde geniş ve morfolojik çeşitliliğe sahip olduğunu kanıtlar niteliktedir (Lordkipanidze vd. 2013)

Dmanisi'de 1000'in üzerinde alet keşfedilmiştir. Bu aletler doğrayıcı, kazıcı ve çok sayıda yongadan oluşmaktadır. Aletler Oldowan alet teknolojisi kullanılarak yerel bazalt kaynaklardan yapılmıştır. Aşölyen öncesi topluluklarla uyumlu görülmüştür. İki yüzeyli yada gelişmiş Oldowan aletlerine rastlanmamıştır (Gabunia vd. 2000). Dmanisi alet kültürü farklı arkeolojik seviyelerden keşfedilen homojen bir teknolojiye sahiptir. Genellikle küçük olan tek taraflı kesilmiş çekirdekler, kaba kesilmiş pullar çok sayıdadır (De Lumley vd. 2006).



Resim 69. D2280 calvaria (A) Önden görünüm, (B) üst görünüm, (C) arka görünüm ve (D) yandan görünüm (Gabunia vd. 2000)



Resim 70. Yan görünümde D2280 (sağda) ve D2282 (solda) kafatası (Rightmire vd. 2010)

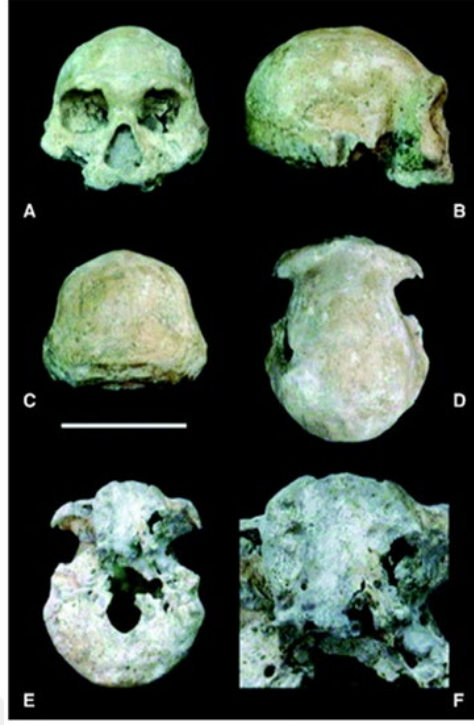
Dmanisi kafataslarından üçüncüsü D 2700 ve alt çene D 2735'dir (Resim 71). Bireyin yaklaşık 13-14 yaşlarında ergen bir kıza ait olduğu düşünülmüştür. Endokraniyal kapasitesi yaklaşık 600 cc olarak hesaplanmıştır (De Lumley vd. 2006).



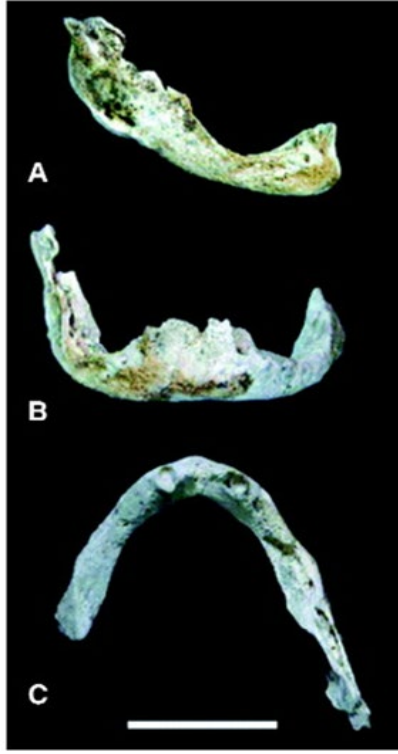
Resim 71. Sol üst kafatası D 2700 ve alt çene D 2735, Üstte sağda kafatası D 2280 (birey 1), alt çene D 2600 (birey 3), altta kafatası D 2282 ve alt çene D 211(birey 2) (De Lumley vd. 2006)

Vücut fosil kalıntıları anatomisi ilkel ve türetilmiş özelliklere sahiptir. İlkel özellikleri; Küçük vücut boyutu, düşük beyin kapasitesi ve humerus torsiyonunun bulunmaması; türetilmiş özellikleri modern insan benzeri vücut oranları ve uzun mesafeli seyahat kabiliyetinin göstergesi olan alt ekstremité morfolojisi yer alır. Dmanisi bireylerinin çeşitli bağımsız uzun kemik ölçümlerinden hesaplanan boyları 145-166 arası ve vücut kütleleri 40-50 kg olarak hesaplanmıştır (Lordkipanidze vd. 2007).

Dmanisi kafatası dört olarak tanımlanan D3444/D3900 (Resim 72,73) fosilin buluntusu 1,77 milyon yıl olarak tarihlendirilmiştir. Dmanisi topluluğunun paleodemik yapısı, beyin boyutu ve kraniyofasiyal anatomideki farklılıkları hakkında bilgi sunmaktadır. Kafatası kapasitesi 650cc'ye yakındır. Erkek bireye ait olan D3444 Homo cinsinin morfolojik özelliklerini taşımaktadır (Resim 72) (Lordkipanidze vd. 2006).



Resim 72. D3444'ün kafatası: C: önden görünüm, B: sağ yandan görünüm, C: arkadan görünüm, D: üstten görünüm, E: alttan görünüm, F: oklüzal görünüm (Lordkipanidze vd. 2006)



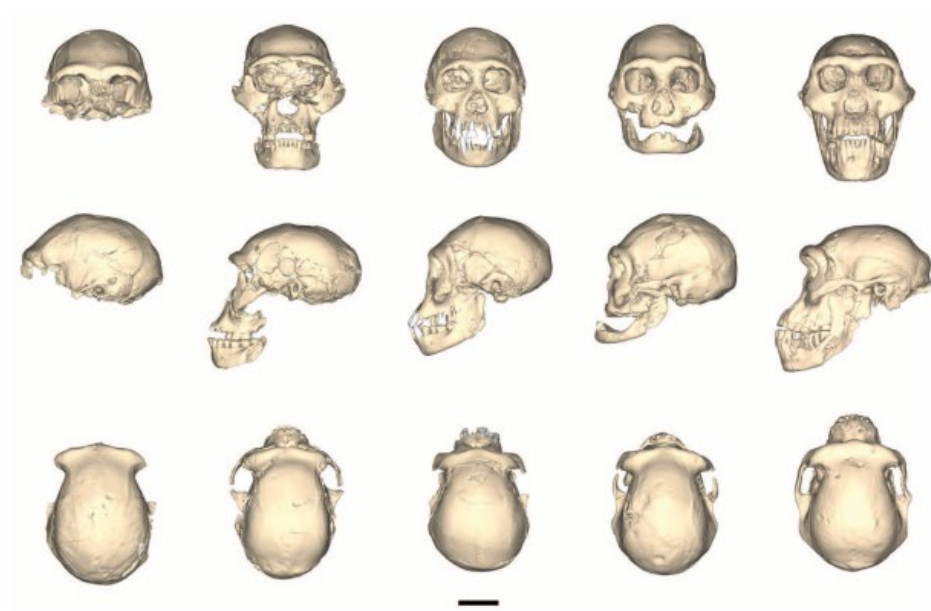
Resim 73. D3900 alt çenesi: A: sağ yandan görünüm, B: önden görünüm, C: Oklüzal görünüm (Lordkipanidze vd. 2006)

Gürcistan'ın Dmanisi bölgesinde bulunan beşinci kafatası ve alt çene D4500/D2600'dür (Resim 74). Pleistosen Dönem'den kalma dünyanın ilk tamamen korunmuş yetişkin insansı kafatası (D4500), alt çene fosil kalıntısıdır (D2600). Dmanisi örneklerinin içerisinde 546 cm^3 kafatası kapasitesiyle en küçük kafatası hacmine ve büyük prognatik bir yüze sahip D4500 Afrika'dan bilinen en arkaik Homo fosillerinin morfolojik özellikleriyle benzerdir. Boy ve vücut kütlesi tahminleri 146-166 cm ve 47-50 kg arasındadır (Lordkipanidze vd. 2013).



Resim 74. Dmanisi kafatası D4500 ve alt çene D2600 (Lordkipanidze vd. 2013)

Resim 75’de Dmanisi kafataslarının CT tabanlı görselleştirmeleri görülmektedir.



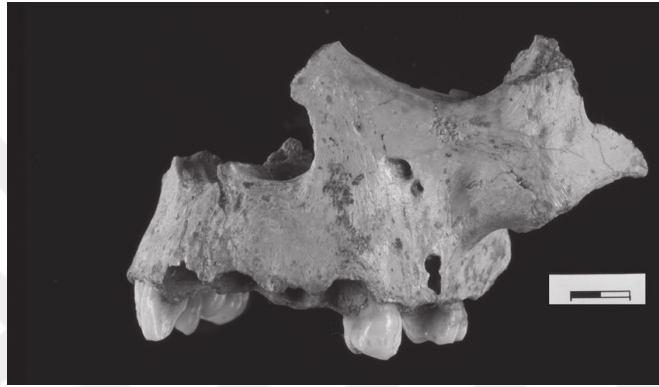
Resim 75. Dmanisi kafataslarının CT tabanlı görselleştirmeleri; soldan sağa: D2280 (Kafatası 1), D2282/D211 (Kafatası 2), D2700/D2735 (Kafatası 3), D3444/D3900 (Kafatası 4), D4500/D2600 (Kafatası 5) (Lordkipanidze vd. 2013)

3.4.7. *Homo antecessor*

1994-1996 yılları arasında İspanya'nın Atapuerca bölgesindeki Gran Dolina'da en az 6 bireyi temsil eden 80'den fazla iskelet ve kafatası kalıntıları bulunmuştur. Bu kalıntılar en az 780.000 yıl öncesine tarihlendirilmiştir. 2007-2008 yılları arasında yine Atapuerca'daki Sima del Elefante'de 1,2 milyon yıl ile yaşlandırılan *Homo antecessor*'e ait kalıntılar ele geçirilmiştir. 1995'te çıkarılan insan fosilleri arasında, genç bir bireye ait ATD6-69 kodlu kısmi bir yüz de bulunmaktadır. Genç bir bireye ait ATD 6-69' bu türe ait tip örneğidir (Hominid 3) (Resim 77), (Dorey 2019). ATD6-69 tamamen modern bir orta yüz modeli göstermektedir. Modern insan orta yüzünde infraorbital kemik yüzeyi aşağıya ve hafifçe geriye doğru eğimlidir. Öte yandan, infraorbital plağın koronal yönelimi ve lateral nasal duvarın daha sagittal yönelimi, enine kesitte görülebilen bir maksiller fleksiyonu belirler. İnfraorbital plağın alt kenarı (zigomatik alveolar krest) genellikle kemerli veya hatta yataydır (De Castro vd. 1997).

Gran Dolina, Sierra de Atapuerca, İspanya'daki alt Pleistosen mağara alanının TD6 seviyesinden (Aurora tabakası) çıkarılan insan fosili kalıntıları,

kafatası, alt çene ve diş özelliklerinin benzersiz bir kombinasyonunu sergilemekte ve yeni bir Homo-H. antecessor sp. nov türü olarak önerilmektedir. Fosillerin tamamen modern orta yüz morfolojisi, bu özelliğin diğer kanıtlarından yaklaşık 650.000 yıl öncesine dayanmaktadır. Modern insanların orta yüz ve burun altı morfolojisi, H. ergaster'de henüz mevcut olmayan bir gençlik modelinin devamı olabilir. Homo antecessor, Neanderthaller ve modern insanlar için son ortak atayı temsil ediyor olabilir (De Castro vd. 1997).



Resim 76. ATD6-69 Homo antecessor, maxilla (De Castro vd. 2011)



Resim 77. Homo antecessor; ATD6-15 (frontal) ve ATD6-69 (maxilla)
(Dorey 2019)

3.4.8. Homo cepranensis (Ceprano)

İtalya Ceprano'da 1994 tarihinde I. Bidittu tarafından 700.000 yıla tarihlenen volkanoklastik kum tabakasının altında yer alan kil tabakasından bir calvarium (Holotip; Ceprano 1) (Resim 78, 79) ele geçirilmiştir. Kafatası kapasitesi 1180–1220 cc olarak hesaplanmıştır. Afrika dışına insan göçünün en eski kanıtı, 1,7 milyon yıla tarihlenen Dmanisi örnekleri ile temsil edilmektedir. Ceprano ve Homo antecessor, 0,9 ila 0,8 my arasında bir zamanda Avrupa'nın insanlarla dolduğuna dair kesin kanıtlar olarak gösterilmektedir. Bu hominid kalvaryumu, özellikle ön kemikte kendine özgü karakterler barındırmaktadır. Bu örnek diğer hominid türlerinden (H. ergaster, H. erectus ve H. heidelbergensis) farklıdır (Mallegni vd. 2003).



Resim 78. Ceprano 1'in önden görünümü (Mallegni vd. 2003)



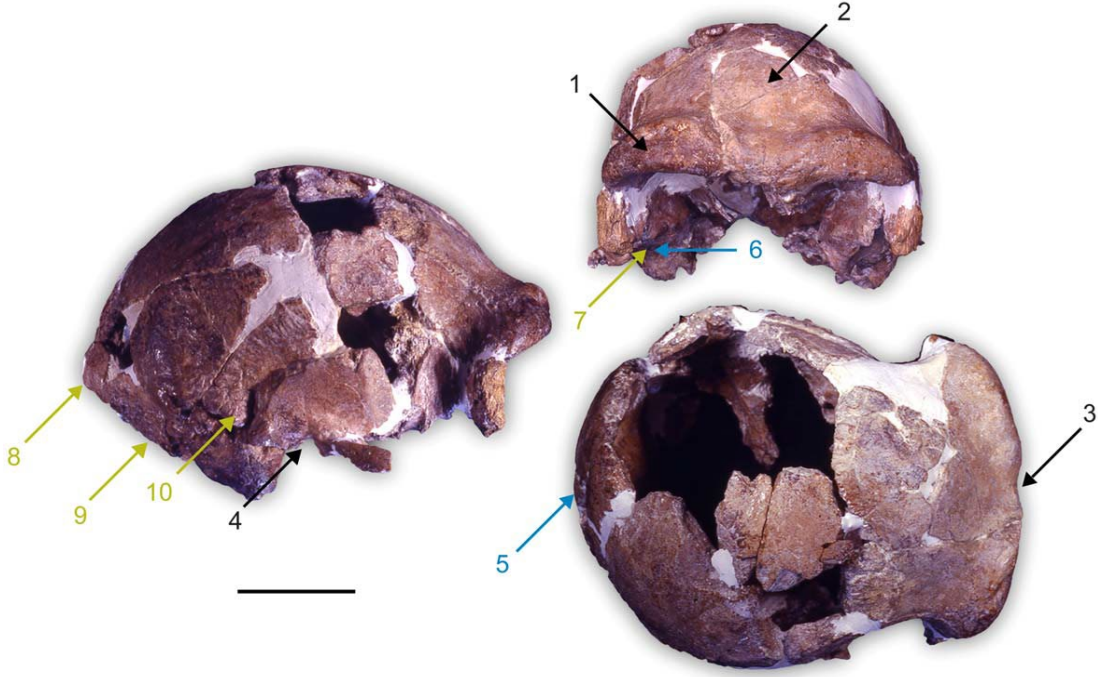
Resim 79. Ceprano 1'in yandan görünümü (Mallegni vd. 2003)

Muttoni vd. tarafından 2009 yılında yapılan yaşlandırma çalışmaları, Ceprano litostratigrafisi ve paleomanyetik yaşı $0,354 \pm 0,007$ My ile $0,583 \pm 0,010$ my arasındaki K-Ar yaşları ile Latina Vadisi'nin Liri gölsel dizisinin stratigrafisi ile büyük ölçüde tutarlı görülmüştür (Muttoni vd. 2009). Ceprano calvarium'u, Avrupa'nın en ünlü hominin kalıntılarından biridir. Burada, calvariumun ele geçtiği çökeltilerden alınan K-feldspatlar üzerinde yapılan yeni $40\text{Ar}/39\text{Ar}$ tarihlendirmesi ile Ceprano kalvaryumunun yaşının 353 ± 4 ka ($\pm 1\sigma$ dış) olduğu düşünülmektedir. Sonuçlar bu homininin Homo heidelbergensis gibi daha gelişmiş türlerle çağdaş olduğunu göstermektedir (Nomade vd. 2011).

Ceprano, Avrupa, Afrika ve Asya örneklerini içeren Orta Pleistosen'e ait insan taksonu Homo heidelbergensis olarak değerlendirilmiştir. Ceprano'da sergilenen arkaik ve türetilmiş özelliklerin kombinasyonu, böyle bir polimorfik insanlığın farklı kutuplarını birbirine bağlayan bir "düğümü" temsil etmektedir. Bu bağlamda (Resim 80) (Mounier vd. 2011);

- 1) Ceprano, güçlü morfolojik özellikleriyle Avrupa dışı Orta Pleistosen örnekleriyle, Avrupa'daki kendi dönemindeki Homo türlerinden daha fazla yakınlık gösterdiği görülmektedir;
- 2) Morfolojik yakınlığın, Afrika ve Avrasya'da yaklaşık olarak Erken/Orta Pleistosen sınırı civarında (0.780 milyon yıl önce) gerçekleşen türetilmiş özellikleriyle tek bir türden oluşan insan popülasyonunun dağılımına işaret ettiği görülmüştür.
- 3) Ceprano, kafatasının önemli özelliği oldukça ilkel morfolojinin yanı sıra türetilmiş özelliklerinde bulunması, iki farklı özelliklerin birleşimi olarak hem Afrika hem de Avrasya'dan dağılan taksonun atasal bir morfotip formunu temsil etmektedir;
- 4) Bu da Ceprano'nun morfolojik açıdan Erken Pleistosen Homo temsilcileri ve ilgili formlar (H. erectus sensu lato) ile H. heidelbergensis türüne atfedilen yeni ve türetilmiş popülasyonlar arasında filogenetik bir "köprü" oluşturur;
- 5) Avrupa'nın Orta Pleistosen'inde büyük değişkenlik olduğu düşünüldüğünde, bazı popülasyonların veya tekil bireylerin daha arkaik bir şekli korunurken diğer formların daha türetilmiş görüldüğü, Ceprano'nun

kronolojik verileriyle (430 ila 385 bin yıl arasında) tutarlı olduğu görülmüştür.



Resim 80. Ceprano (Mounier 2011)

3.4.9. Homo rhodesiensis / Homo heidelbergensis

1921 yılında Kabwe'de (Zambiya) bir kurşun ve çinko madeninde çok iyi korunmuş olarak bulunan ve eskiden "Broken Hill kafatası" olarak bilinen kafatası Homo rhodesiensis'in tip örneğidir (E686). Kabwe 1 (Broken Hill kafatası veya Rodezya insanı olarak da bilinir) (Resim 81), günümüzde çoğunlukla Homo heidelbergensis olarak düşünülmektedir (Hublin 2013). Yaşı 299 ± 25 bin yıl olarak tarihlendirilmiştir. Broken Hill kafatası fosili Afrika'daki insan evriminde biyolojik ve yaşamdaki davranışları bakımından sunduğu veriler konusunda önemli yeri olmuştur. Beyin kapasitesi 1.280 cc modern insaninkine yakın bir beyin boyutunu gösterir (<https://www.britannica>). Başta Homo rhodesiensis'in tip örneği olarak belirlenen (Kabwe 1- Rodezya adamı) kafatası daha sonralardan Homo heidelbergensis'e atanmıştır (Grün vd. 2020).



Resim 81. 1921'de Zambiya'daki Broken Hill madeninde keşfedilen Broken Hill kafatası (E686) (Grün vd. 2020)

Heidelbergensis (Almanya) yakınlarında bulunan ve 600 bin yıl ile yaşlandırılan Mauer alt çenesi (Resim 82) Homo heidelbergensis'in tip örneğidir (Hublin 2013). Otto Schoetensack tarafından tanımlanan ve analizi yapılan Mauer alt çenesi önce en ilkel insan çene fosili olarak değerlendirilmiş, daha sonra Homo heidelbergensis olarak adlandırılmıştır (Mounier vd. 2009). Afrika, Avrupa ve muhtemelen Asya'ya dağılan H. heidelbergensis 600,000 ila 200,000 yıl öncesine tarihlenen fosillerden bilinmektedir (McHenry 2024).



Resim 82. Homo heidelbergensis; Mauer alt çenesi (Wagner vd. 2011)

Yüz iskeleti, tonoz ve kafatası tabanının karakterleri, Fransa'daki Arago Mağarası (Resim 83), İspanya'daki Sima de los Huesos, Etiyopya'daki Bodo, Zambiya'daki Broken Hill ve belki de Çin'deki Dali gibi alanlardan elde edilen fosillerin Homo heidelbergensis taksonuna ait olduğunu göstermektedir. Bu Orta Kuvaterner homininlerinin on tanesinin beyin hacmi ortalama 1206 cm³ olup, birçoğu eşdeğer yaştaki Homo erectus için öngörülen boyut sınırlarının ötesindedir. Yörünge yüksekliği göreceli beyin büyüklüğü indeksi oluşturmak için kullanıldığında, Orta Pleistosen bireyleri için belgelenen hacimdeki (önemli) artışın sadece daha büyük vücut kütesinin bir sonucu olmadığı açıktır (Rightmire 2004).



Resim 83. Arago 21 kafatası (Dorey 2021)

3.4.10. Homo neanderthalensis

Homo neanderthalensis'in ve modern Homo sapiens'lerin Homo heidelbergensis ya da diğer tanımıyla Arkaik Homo sapiens'lerden ortaya çıktığı düşünülmektedir. Bazı araştırmacılar tarafından Homo heidelbergensis olarak görülse de, Neanderthal özellikleri ağır basan ve bu nedenle Neanderthal olabileceği konusunda tartışmalar olan Steinheim (Almanya) (Resim 84), Swanscombe (İngiltere) (Resim 85) gibi kafatasları mevcuttur.



Resim 84. 1933'te Almanya'nın Steinheim kentinde keşfedilen kafatası
(<https://australian.museum/learn>)



Resim 85. İngiltere'nin Swanscombe kentinde keşfedilen kafatasının yüzü
bulunamamıştır. Önden görünümü (sol) ve arkadan görünümü (sağ) (Dorey 2021)

Homo neanderthalensis en az 200.000 yıl önce Pleistosen Dönemi'nde (yaklaşık 2,6 milyon ila 11.700 yıl önce) ortaya çıkan ve 35.000 ila belki de 24.000 yıl önce erken modern insan popülasyonları tarafından yok edilen veya asimile edilen bir gruptur. Neanderthaller Avrasya'da Avrupa'nın Atlantik bölgelerinden doğuya doğru Orta Asya'ya, günümüz Belçikası'nın kuzeyine ve Akdeniz ile güneybatı Asya'nın güneyine kadar yaşamışlardır (Williams vd. 2024). Özellikle karakteristik Neanderthaller; Avrupa, Irak, İsrail ve Özbekistan'da bulunmaktadır.

Shanidar 1 (Irak) yaklaşık 50.000 yıl öncesine ait, çok sayıda yaralanma ve diğer dejenerasyonlardan muzdarip yaşlı bir Neanderthal'dir. 40'lı yaşlarına kadar hayatta kalmak için başkalarının yardımına ihtiyaç duymuştur (Resim 86) (Everding 2017).



Resim 86. Shanidar 1 olarak bilinen bir Neanderthal'in kafatası, kafasına erken yaşta aldığı bir darbenin izlerini gösteriyor (Fotoğraf: Erik Trinkaus'un izniyle) (Everding 2017)

La Ferrassie 1 (Fransa) (50 bin yıl) 40-55 yaşlarında erkek Neanderthal örneğinde cranial kapasite 1600 cc'dir (<https://efossils.org>) (Resim 87).



Resim 87. La Ferrassie (Fransa) (<https://humanorigins.si.edu>)

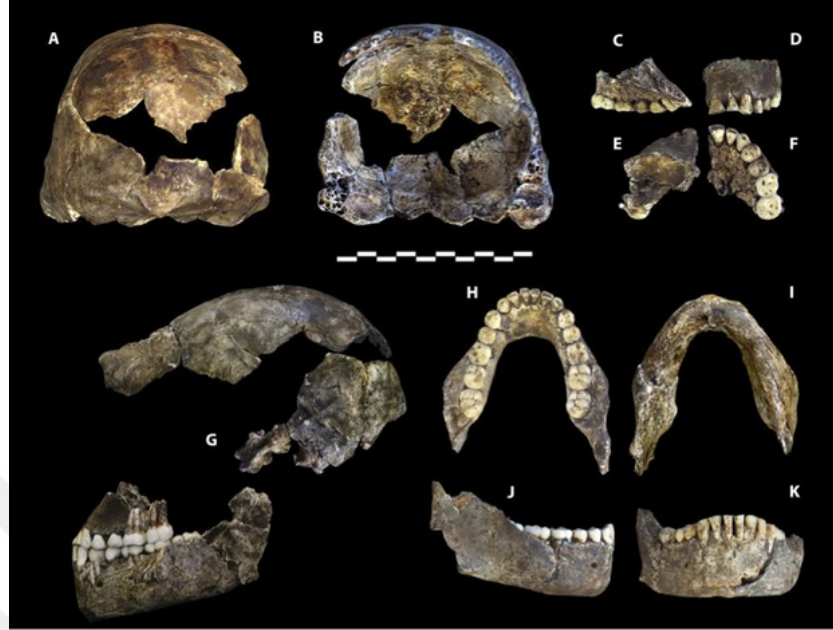
Neanderthallerin modern insanlarla 30.000 yıl öncesinde Avrupa ve Batı Asya'da bir arada yaşadıkları ve en yakın hominid akrabaları olduğu evrimsel süreç içerisinde modern insan türünün nüfus bakımından artması ve teknolojik gelişmeler ile Neanderthalleri yok oluşuna bırakarak dünya geneline yayılmıştır. Modern insan ve Neanderthaller arasındaki akrabalık analizi çalışmalarında mitokondriyal dizilerin karşılaştırılması sonucu popülasyonların arasında karışımın olduğu yada hiç olmadığı gözlemlenmiştir. Moleküler çalışmalar sonucunda son ortak atalarının 500.000 yıl öncesine dayandığı öne sürülmüştür (Noonan vd. 2006).

3.4.11. Homo naledi

2013 yılında Lee Berger ve ekibi tarafından Güney Afrika'nın Johannesburg kentindeki Rising Star mağarasındaki insan fosilleriyle dolu küçük bir yer altı odasından 1500'den fazla fosil insan kemiği ve diş kalıntıları ele geçirilmiştir. İlk bilinçli gömme işlemi uygulandığına dair kanıtlar sunan buluntu yerinde en az 15 birey tanımlanmış ve Homo naledi (Resim 88, 89) olarak adlandırılmıştır. Kalıntılar 235.000-335.000 yıl öncesine tarihlenmiştir (Montgomery 2018). Bu türün endokraniyal hacmi ise tahminen 560 cc ve 465 cc'dir (Lee vd. 2015). Modern insanlara benzetilen iki ayaklı yaşam tarzı, yaklaşık 1,5 metre boyu ve 45-55 kg arasında ağırlığı olan bir hominin türüdür (Berger vd. 2015).



Resim 88. Güney Afrika'daki Rising Star Mağarası'ndaki Dinaledi odasında bulunan örneklerden oluşturulan ve Homo naledi'nin birden fazla bireyini temsil eden kompozit bir iskelet. Örnekler 236.000 ila 335.000 yıl öncesine tarihlendirilmiştir (Lee 2015)



Resim 89. Homo naledi'nin holotip örneği, Dinaledi Hominin 1 (DH1) (Lee vd. 2015)

3.4.12. Homo longi

Homo longi tama yakın kafatasına (HBSM2018-000018(A)) (Resim 90) sahip bir hominindir. Heilongjiang Eyaletinde Harbin şehrindeki Dongjiang Köprüsü yakınında 1933 yılında keşfedilen Homo longi bölgede sıklıkla kullanılan "ejderha nehri" anlamına gelen Long Jiang coğrafi adından türetilmiştir. Homo longi olarak adlandırılan Harbin kafatası (ejderha adam) 138–309 bin yıl tarihlendirilendirilmiştir. Endokraniyal kapasitenin 1.420 ml. olduğu Homo türlerinin içinde maksimum büyüklükte kafatası yapısına sahip Homo sapiens ve Neanderthal arası boyutunda bir hominindir (Ji vd. 2021). Çin'deki harbin eksiksiz kafatası fosilinin keşfi geç orta pleistosen buluntusu olarak Çin'deki diğer buluntular olan Dali ve Xiahe fosilleri, birbirleriyle kardeş ilişkilerinin olabileceği ve Doğu Asya soyunu oluşturduklarını Asya, Avrupa ve Afrika'daki farklı morfolojilere sahip arkaik insan soyunu oluşturdukları bu da

homo cinsinin çeşitliliğindeki zaman çizelgesinin daha kapsamlı olabileceği öne sürülmüş, Homo erectus ile H. sapiens arasında evrimsel ara form olarak tanımlanmış olup Homo cinsinin evriminde biyocoğrafik yorumlamada önemli bir modeldir (Ni vd. 2021).



Resim 90. Harbin kafatası (HBSM2018-000018(A), (A) Ön görünüm (B) Yandan görünüm, sol taraf (Ji vd. 2021)

3.4.13. Homo bodoensis

1976'da Alemayehu Asfaw, Paul Whitehead ve Jon Kalb başkanlığında yürütülen Etiyopya'nın kuzeybatısında, Bodo D'ar, Orta Awash bölgesindeki araştırmalar sonucu erkek bir yetişkine ait olduğu düşünülen kısmi kafatası Bodo1 (Resim 91), 600 bin yıl öncesine tarihlendirilen ve endokraniyal kapasitesi 1200-1325 cc olan H. sapiens benzer özelliklere sahip olması ata olmaya uygun olduğu, H. sapiens'e yol açtığı ve Orta Pleyistosen döneminden (yaklaşık 750.000 ila 130.000 yıl önce) arkaik Homo sapiens özelliklerine sahip tüm Afrika ve Güneydoğu Avrupa fosilleri için, Homo bodoensis tür adı altında birleştirilebileceği düşünülmüştür (Roksandic vd. 2022). Afrika'da türetilmiş morfolojik özellikleriyle iyi korunmuş Bodo kafatası paleontolojik olarak önemli bir buluntudur. Kafatası kubbesi kemiklerinin kalınlığı bregma bölgesinde, orta sagittal çizgi boyunca kemikte hafif ama belirgin bir sallanma olması arkaik homo sapiens özellikleriyle benzerdir (Conroy vd. 1978).



Resim 91. *Homo bodoensis* sp. nov. holotip kısmi kafatası Bodo 1 (Orta Suda, Etiyopya). Ön (a), sol yan (b), üst (c) alt (d) görünümleri (Roksandic vd. 2022)

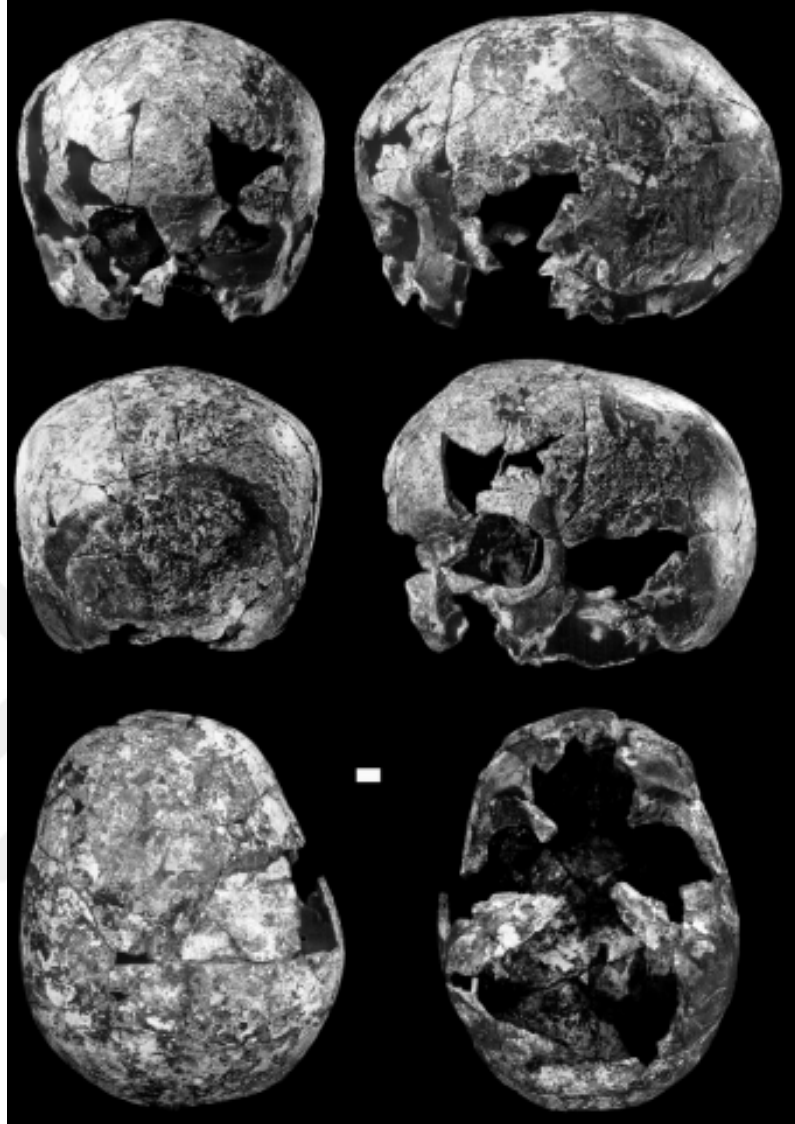
3.4.14. *Homo sapiens idaltu* (Herto)

Herto, Middle Awash, Etiyopya'da Bouri Vertebrate Paleontoloji Mevkii 16'dan bulunan yetişkin erkek kafatası büyük ve sağlamdır, yüzünün sağ tarafı tamamen mevcut olan (BOU-VP-16/1) (Resim 92) kafatasının kapasitesi 1450 cm³ olup 160.000 ila 154.000 yıl öncesine tarihlendirilmiştir. *Homo sapiens idaltu*, büyük kafatası kapasitesi, küçük ve belirgin yüz topografyası ile *Homo rhodesiensis*'in holotipinden ayrılmaktadır. Herto hominidleri morfolojik ve kronolojik olarak, önceki Afrika fosilleri (Bodo ve Kabwe gibi) ya da daha sonraki modern insan arasında yer almaktadır (White vd. 2003).



Resim 92. Herto BOU-VP-16/1 yetişkin kafatasının yan, ön, üç çeyrek, arka, üst ve alt görünümleri (White vd. 2003)

BOU-VP-16/5 numaralı (Resim 93) Herto çocuğunun kafatası, yetişkin fosil kafataslarıyla uyumlu olup ölüm yaşının 6-7 yıl olarak tahmin edilmiştir (White vd. 2003).



Resim 93. Herto BOU-VP-16/5 çocuğun kafatasının ön, yan, arka, dörtte üçü, üst ve alt görünümleri (White vd. 2003)

3.4.15. Homo floresiensis

2003 yılında Endonezya'nın Flores Adası'nda Liang Bua mağarasında LB1 olarak tanımlanan bir iskelet keşfedilmiştir. Hızlandırıcı Kütle Spektrometresi (AMS) radyokarbon yaş tayini ile 18 bin ile tarihlenen ve 34 ± 4 bin ve 14 ± 2 bin lüminesans yaşları ile desteklenen Liang Bua 1 (LB1) (Resim 94), endokraniyal hacmi $380-410 \text{ cm}^3$ ve boyu 1 m (Argue vd. 2006) olarak hesaplanmış ve bu zamana kadar ki en küçük yetişkin hominin olduğu

görülmüştür. *Homo floresiensis*'in *Homo erectus* popülasyonunun yaşadığı izolasyondan sonra oluşan endemik küçeleşme olabileceği ve Flores adasında tespit edilmesinin uzun süreli izolasyonun sonucunda adaya özgü bir form evriminin olduğu öne sürülmüştür. Morfolojik açıdan bakıldığında yaşadığı ortama uyum sağlamadaki yeteneklerinin çeşitli ve esnek olduğunu göstermiştir. Bulunan fosil kalıntılarında kafatası ve alt çene, femur, tibia, fibula ve patella, kısmi pelvis, tam olmayan el ve ayak kemikleri, vertebra, sacrum, kaburga, scapula ve clavícula parçaları bulunmaktadır (Brown vd. 2004). Toplamda en az 9 bireye ait fosil kalıntıları bulunmaktadır.

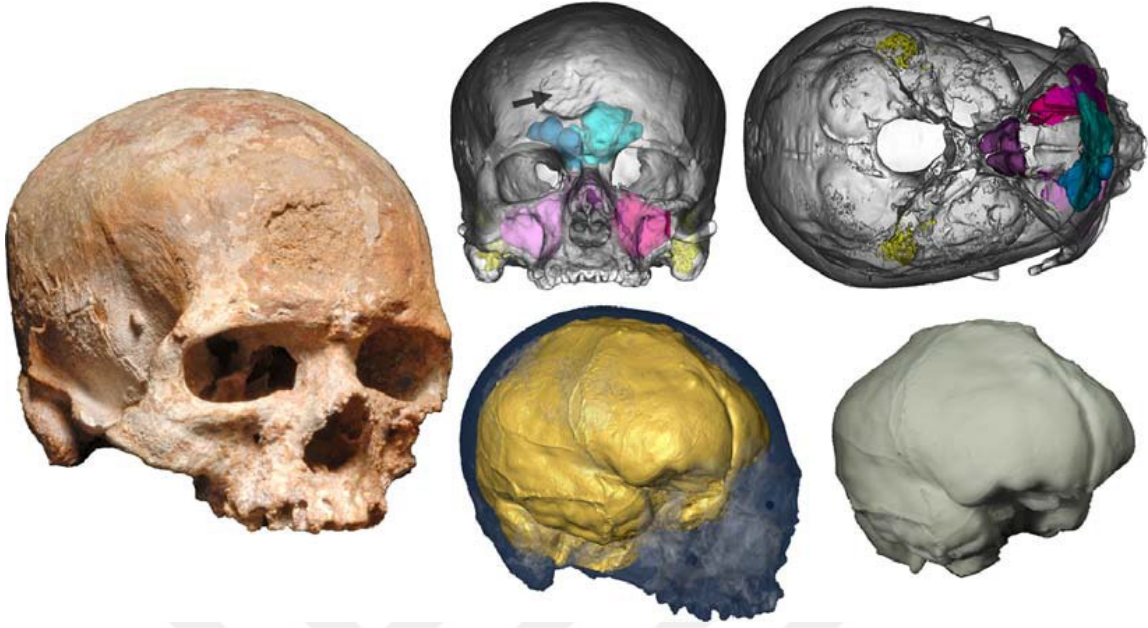


Resim 94. LB1 kafatası ve alt çene (Brown vd. 2004)

3.4.16. Homo sapiens sapiens

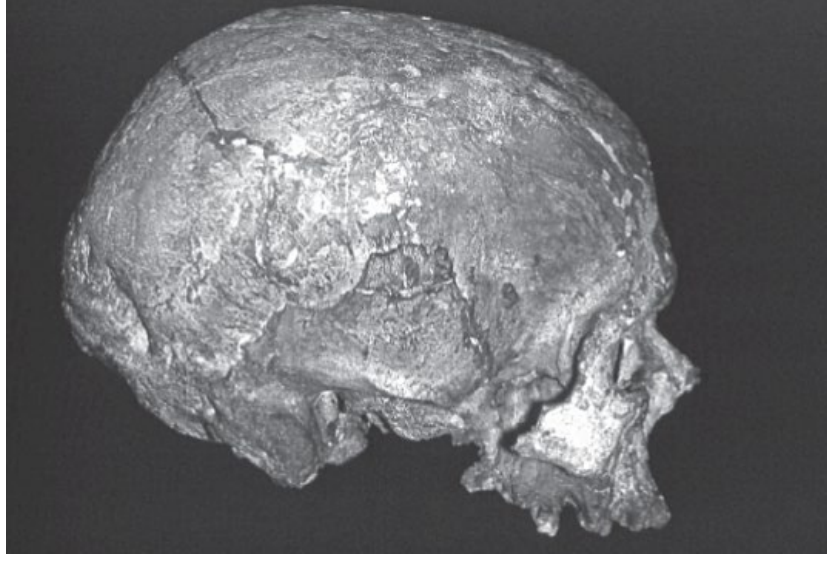
Homo cinsine ait farklı gruplarından biri olan ve nesli tükenmemiş tek tür olarak Homo sapiens, evrimsel süreçteki tüm atasal türlerimizin bağlı olduğu insan türüdür (Tattersall 2024). Paleontolojik ve genetik kanıtlar modern insanların yaklaşık 200 bin yıl önce Afrika'da evrimleşmeye başladığını göstermektedir (Hublin 2013). Ancak 1960'larda Jebel Irhoud'da ele geçen buluntu 2017 yılında tekrar tarihlendirilmiş ve bu süre 315 bin yıla geri çekilmiştir (Tracy 2023). Burada ele geçen kanıtlar, 315 ± 34 bin yıllık bir yaşla (termoluminesans tarihleme ile belirlendiği üzere) birlikte Jebel Irhoud'u, modern morfolojinin temel özelliklerinin olduğu H. sapiens kladının erken evrelerini belgeleyen en eski ve en zengin Afrika Orta Taş Çağı hominin bölgesi haline getirmiştir. Ayrıca, H. sapiens'in ortaya çıkışının ardındaki evrimsel süreçlerin tüm Afrika kıtasını kapsadığını göstermiştir (Hublin vd. 2017).

1868 yılında, Fransa'nın Dordogne bölgesindeki Sarlat kasabası yakınlarındaki Les Eyzies-de-Tayac'ta bulunan Cro-Magnon kaya sığınağından dört yetişkin ve bir çocuğa ait beş insan iskeleti çıkarılmıştır. Başlangıçta "yaşlı adam" olarak anılan ilk birey (Cro-Magnon 1) (Resim 95, 96) aynı zamanda ilgi çekici makroskopik kemik lezyonları nedeniyle birçok paleopatoloji çalışmasının odak noktası olmuştur. Cro-Magnon bölgesinde ortaya çıkarılan kalıntılar başlangıçta Aurignacian dönemine atfedilmiştir ancak yakın zamanda insan kalıntılarıyla birlikte bulunan bir kabuk süslemenin tarihlendirilmesi, 28.000 binden daha erken bir yaşa işaret etmemektedir. Cro-Magnon 1 kafatasının çok iyi korunmuştur, iç yapısı CT ile görüntülenmiş, verilerin ayrıntılı bir şekilde incelenmesi, bu örnek için yüz ve şakak kemiğinin pnömatisasyonu, kafatası tonozu kalınlığı ve yapısal kemik bileşimi gibi bir dizi iç anatomik yapıya erişmemizi sağlamıştır (Balzeau vd. 2012).



Resim 95. Cro-Magnon 1'in orijinal kafatasının ön-yan (anterolateral) görünümü
(Balzeau vd. 2012)

Cro-Magnon evrimsel açıdan başarılı ve kozmopolit türümüz olan Homo sapiens'in üyeleri olmaları bakımından modern olarak değerlendirilmişlerdir. Paleontolog Édouard Lartet'in bu buluntular için görüşü Homonun doğrulanabilir ilk keşfi olduğudur (Holliday 2023). Cro-Magnonlar 1600 cc beyin kapasiteleriyle modern insan ortalamasından biraz daha büyüktür. Boyları 166 ile 171 cm ile erken insan türlerinden uzundur. Vucütları ağır ve sağlam güçlü kas sistemne sahiptirler (<https://www.britannica>). Cro-Magnon 2 kafatası örneği Resim 97'de görülmektedir



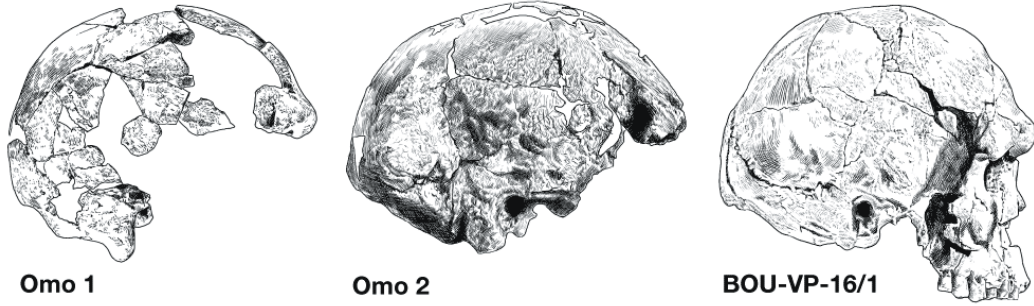
Resim 96. Cro-Magnon 1 kafatasının sağ yandan görünümü (Holliday 2023)



Resim 97. Cro-Magnon 2 kafatasının sol yandan görünümü (Holliday 2023)

İsrail'deki Qafzeh ve Skhul mağaralarında 30'dan fazla hominid kalıntısı keşfi yapılmıştır. 'Proto-Cro-Magnonlar' olarak isimlendirilen buluntular Homo sapiens sapiens'in öncüleri olarak değerlendirilmiştir (Valladas vd. 1988).

Modern insan *Homo sapiens*'e ait kafatası ve iskelet kalıntıları 1967 yılında Kenya Ulusal Müzeleri'nden Richard Leakey başkanlığındaki bir ekip tarafından Kibish Formasyonu'nda keşfedilmiştir. Kamoya's Hominid Site'de (KHS) bulunan Omo I (Resim 98), kafatası tonozunun büyük bir kısmı, yüzün ve alt çenenin bazı kısımları ve birçok postkraniyal kemik kalıntısı da dahil olmak üzere iskeletin büyük bir bölümünden oluşmaktadır. Paul's Hominid Site'den (PHS) Omo II (Resim 98, 99), neredeyse eksiksiz bir kalvaryumdur. Fosil hominidlerle birlikte yalnızca sınırlı bir fauna ve Orta Taş Çağı'na atfedilen birkaç taş alet bulunmuştur. Kibiş Formasyonu'nun ayrıntılı stratigrafik analizi ve Omo I için 196 ± 2 ka ve Omo III için 104 ± 1 yaşı gösteren bir dizi yeni radyometrik tarihleme sunmuştur (Fleagle vd. 2008).

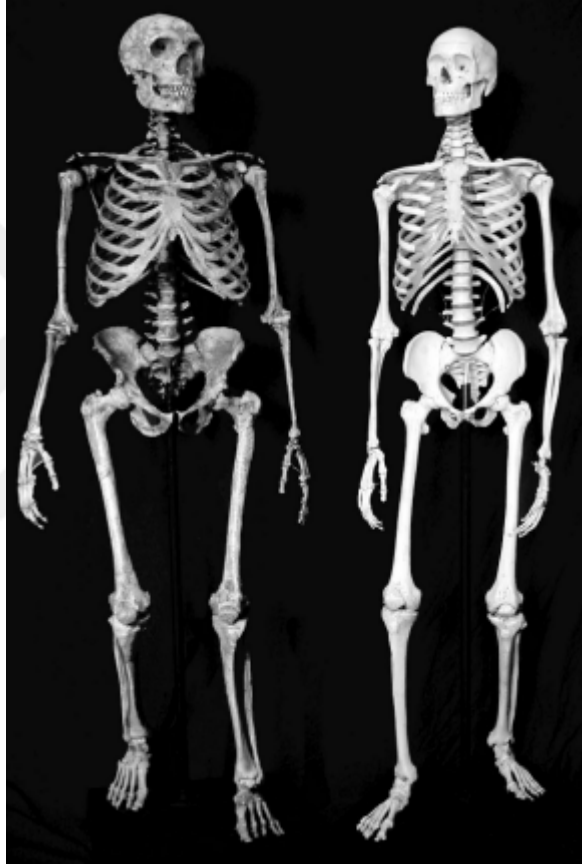


Resim 98. Etiyopya'dan üç Geç Orta Pleistosen örneği (Hawks 2005)



Resim 99. Omo 2 örneği (Hawks 2005)

Modern Homo sapiens fosilleri Afrika'da ve dünyanın pek çok yerinde bulunmuştur. Florisbad, Omo-Kibish, Ngaloba ve Herto 150 binden daha eski yerleşim yerleridir. Yaklaşık 100 bin yıl öncesine tarihlenen yerleşimler arasında Klasies Nehri Ağzı, Border Mağarası, Skhul ve Qafzeh yer almaktadır. 40 binden daha genç yerleşimler arasında Dolni Vestonice, Cro-Magnon, Aurignac ve Mungo Gölü yer almaktadır (Dorey 2020).



Resim 100. Yeniden yapılandırılmış Neanderthal iskeletinin önden görünümü, benzer boydaki modern bir Homo sapiens erkeğinin iskeletiyle karşılaştırılması (Tattersall, Schwartz 2006)

3.4.17. Denisovalılar (Denisovanlar)

Neanderthaller ve Denisovalılar, 390.000 yıldan daha uzun bir süre önce birbirlerinden ayrılan, 40.000 yıl önce yerlerini modern insanlara bırakan soyu tükenmiş hominin gruplarıdır. Neanderthallerin yakın akrabası olan Denisovalılara ait kalıntılar 2008 yılında Sibiryada Altay Dağları'nda yer alan

Denisova Mağarası'nda ele geçmiş, kalıntılardan azı dişlerinin Neanderthallere özgü türetilmiş özelliklerin bulunmadığı görülmüştür. Denisovalıların fosil buluntuları Neanderthal kalıntılarının da bulunduğu Denisova Mağarası'ndan elde edilmiştir. İlk Denisovan bireyi olarak tanımlanan 'Denisova 3'ün genomunda az oranda Neanderthal DNA'sının bulunması iki grubun birbirleriyle bağlantılı olduğunu göstermiştir (Slon vd. 2018).

Denisovalıların morfolojik özellikleri yalnızca distal el falanksından (Resim 101) ve iki azı dişinden (Resim 102) bilinmektedir. Denisovan falanksından yapılan nükleer genom dizisi taslağı sonucu, Denisovalıların Neanderthallerin kardeş grubu olduğunu göstermiştir. Nükleer genom dizisinin verdiği bilgilere göre Denisovalıların, Neanderthal genetik çeşitliliğinin dışında kaldığını ve Neanderthallerinkinden farklı, bağımsız bir popülasyonlarının olduğu kabul görmüştür. Ayrıca modern insan gen havuzuna katkı sağlamaları açısından bakıldığında Neandertallerin Afrika dışındaki tüm popülasyonlara katkı sağladığı ancak Denisovalıların sadece Güneydoğu Asya adasında ve Okyanusya'da bir katkısının olduğu sonucuna varılmıştır (Meyer vd. 2012).

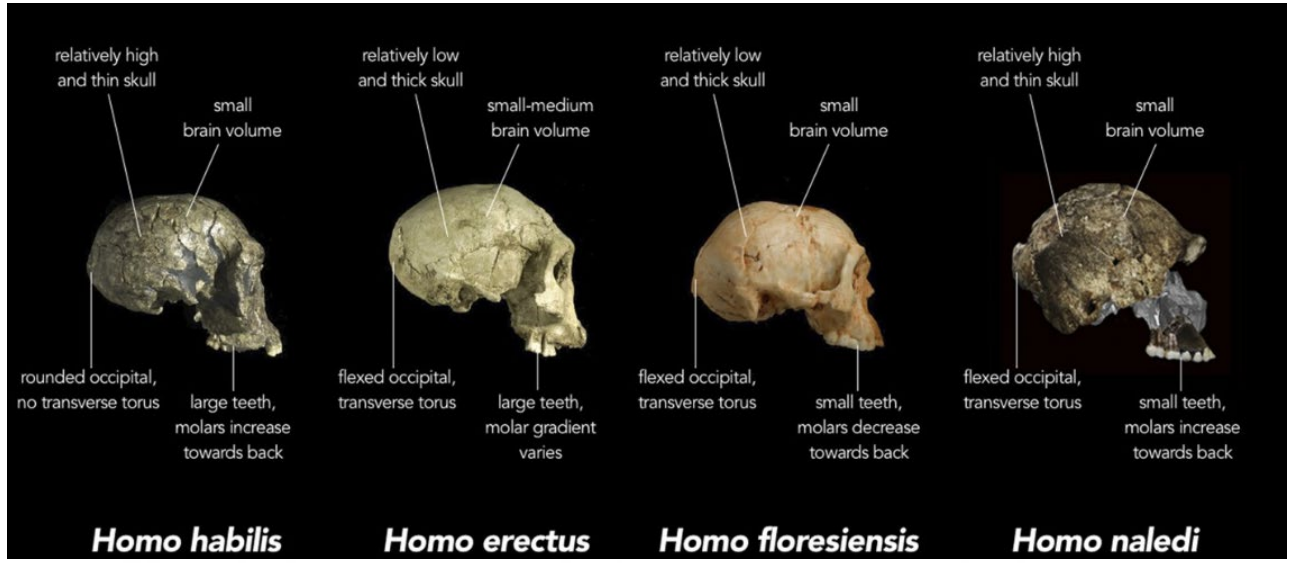


Resim 101. Denisova genç kadın bireye ait parmak kemiği (Groeneveld 2019)



Resim 102. Denisova erkek bireye ait azı diş (Groeneveld 2019)

Resim 103’de bazı hominid türlerinin kafatası yapılarının karşılaştırması görülmektedir. Modern insanların yetişkin beyin hacmi tipik olarak 1000 ila 1500 cc arasındayken, *Homo habilis* yaklaşık 510 ila 700 cc, *Homo erectus* yaklaşık 550 ila 1100 cc, *H. floresiensis* yaklaşık 426 cc, *H. naledi* ise 466 ila 560 cc arasında değişen beyin hacimlerine sahiptiler. Modern insanlarda, oksipital kemiğin profili tipik olarak eşit şekilde yuvarlakken, *Homo erectus* gibi bazı erken insanlarda oksipitalin üst ve alt kısımları birbirine keskin açıdır ve açılı bölge boyunca uzanan güçlü bir kemik çıkıntısı vardır (Stringer 2015).



Resim 103. Homo naledi ve diğer erken insan türlerinin kafatası özelliklerinin karşılaştırılması (Stringer 2015)

İnsanlığın hayatta kalarak üremelerinin çoğalması ve nesillerini devam ettirebilmelerini sağlayan; beyin kapasitesinin büyümesi, ellerin serbest kalması, bipedalizm, dil gelişimi, işbirliği ve sosyal organizasyon, alet yapımı, avlanma, beslenme alışkanlıklarının değişmesi ile dişlerin küçülmesi, ateş kullanımı enerji ihtiyacının az miktardaki hayvansal ürünlerden pişirme yoluyla yüksek enerji elde ederek karşılayabilme gibi evrimdeki gelişen özellikleri türümüzün bugünkü yaşantısının evrimsel boyutlarıdır.

SONUÇ

Hominidlerde dil ve beyin gelişimi, insan evriminin en önemli ve karmaşık süreçlerinden biridir. Dil yeteneğinin ortaya çıkışı ve gelişimi, sadece insanın bilişsel kapasitesini değil, aynı zamanda sosyal organizasyonunu, kültürel aktarımını ve çevreye uyum yeteneğini de derinden etkilemiştir.

Bu süreç, milyonlarca yıllık evrimsel değişikliklerin bir sonucu olarak anlaşılabilir ve bu değişiklikler, fosil kayıtları, arkeolojik bulgular ve modern nörobilimsel araştırmalarla desteklenmektedir. Araştırmalar, Homo habilis ve Homo erectus gibi erken hominid türlerinde beynin belirli bölgelerinde, özellikle Broca ve Wernicke bölgelerinde, hacimsel artışların ve yapısal karmaşıklığın ortaya çıktığını göstermektedir (Holloway 1969; Rightmire 2004).

Hominidlerin evrimsel süreci, insanın bilişsel kapasitesinin gelişiminde dil ve beyin yapısının karşılıklı etkileşiminin kritik bir rol oynadığını göstermektedir. Dilin evrimi, beyin yapısındaki belirli bölgelerin gelişimiyle yakından ilişkilidir ve bu iki süreç, hominidlerin çevresel adaptasyonları, sosyal organizasyonları ve kültürel aktarım mekanizmaları üzerinde derin etkiler yaratmıştır.

Bu çalışmada incelenen bilimsel veriler, Homo habilis ve Homo erectus gibi erken hominid türlerinde beyin hacminin artışının ve beyin yapısındaki karmaşıklığın, dilin biyolojik temellerini oluşturduğunu ortaya koymaktadır. Homo habilis, beyin yapısındaki ilk önemli genişlemeyle birlikte basit alet yapımında bulunmuş ve bu süreçte dilin ilk izlerini taşıyan iletişim biçimlerini kullanmış olabilir (Lieberman 2002). Homo erectus ise daha karmaşık alet kültürleri geliştirmiş ve bu süreçte, beyin gelişimi ile dilin daha sofistike bir seviyeye ulaştığı görülmüştür. Bu türde, beynin frontal korteksinde ve limbik sistemde meydana gelen değişiklikler, işbirlikçi avlanma ve sosyal etkileşimlerin artışıyla paralel olarak dilin evriminde önemli bir rol oynamıştır (Dunbar 1996).

Dil yeteneğinin evrimi, hominidlerin beyin yapısındaki belirli bölgelerin, özellikle Broca ve Wernicke alanlarının gelişimi ile doğrudan ilişkilidir. Bu bölgelerin nöroanatomik değişimleri, dilin sadece bir iletişim aracı olarak değil, aynı zamanda hominidlerin bilişsel süreçlerini destekleyen bir araç olarak nasıl evrildiğini göstermektedir (Rilling 2006). Beynin bu bölgelerindeki gelişim,

hominidlerin çevrelerini daha iyi algılamalarını, karmaşık düşünce süreçlerini gerçekleştirmelerini ve bu süreçleri dil aracılığıyla ifade etmelerini sağlamıştır.

Modern insanın ortaya çıkışıyla birlikte dilin ve beynin evrimi daha da karmaşıklaşmıştır. Beynin genişleyen kortikal alanları ve artan nöronal bağlantılar, dilin çok yönlü işlevlerini desteklemiş ve insan türünün diğer hominid türlerinden bilişsel olarak ayrılmasına olanak tanımıştır. Dil, sosyal organizasyonun temellerini atmış, kültürel bilgiyi nesiller arasında aktarmış ve insanın çevresel zorluklara karşı üstün bir adaptasyon yeteneği geliştirmesini sağlamıştır (Deacon 1997).

Homo erectus'un, yaklaşık 1.8 milyon yıl önce başlayan Acheulean alet kültürüne katkıları, dilin daha karmaşık düşünce süreçleriyle birlikte geliştiğini göstermektedir. Bu dönemdeki hominidlerin, işbirlikçi avlanma ve sosyal organizasyon gibi karmaşık davranışları destekleyen bir iletişim sistemine ihtiyaç duydukları anlaşılmaktadır (Stout vd. 2015). Bu tür sosyal ve teknolojik yenilikler, dil yeteneğinin evrimine hız kazandırmış olabilir.

Modern insanın ortaya çıkışıyla birlikte dil ve beyin yapısı arasındaki ilişki daha da belirgin hale gelmiştir. Beynin frontal korteksi, dil ve soyut düşünme becerilerinin gelişimini destekleyecek şekilde genişlemiş ve karmaşıklaşmıştır (Deacon 1997). Bu dönemde, dilin kültürel aktarımda ve sosyal bağların kurulmasında oynadığı rol, hominidlerin adaptasyon yeteneklerini artırarak hayatta kalma şanslarını da artırmıştır.

Hominidlerde evrimsel süreçteki beyin ve dil gelişimi, beyin kapasitelerinin büyümesi ve işlevsel olarak gelişmesi sosyal yaşamlarında da farklılıklar yaşamalarına sebep olmuştur. Beyin gelişimi evrimleşerek değişim göstermiştir. Hominid popülasyonlarında bipedalizm, alet yapımı ve kullanımı, ateşin kontrollü kullanımı (besin pişirme ya da ısınma), iletişim olarak; yazma (şekil ve semboller), jest, mimik, ses çıkarma gibi beyin gelişimini gösteren fosil kalıntıları ya da materyaller insan evrimini anlamamızı sağlamaktadır. Dil gelişimi konusunda, hominidlerin sosyal yaşamları içerisinde grup halinde avlanmalarının en etkili iletişim yolu olduğu düşünülmüştür. Birbirleriyle haberleşmek için ses çıkarma, jest ve mimik kullanımı olarak ortaya çıkan

iletişim, beyin gelişimiyle ve yaşamsal şartların farklılaşmasıyla konuşma sistemi olarak ortaya çıkmıştır. Neandethallerle başlayan dil günümüz insanı için çok önemli bir iletişim aracıdır. Nörolojik olarak incelenen beyin işlevlerinde frontal lobda bulunan Broca alanındaki korteks bağlantılarının gelişmesi, Larenks'in gırtlakta aşağı konumlanması ses çıkarma yetisi kazanılmasını, dil anlama ve konuşma yeteneklerinin gelişmesinin evrimsel süreçte değerlendirilmesi yapılmıştır. Beyin yapısı insanı insan yapan faktördür ve türümüz içerisinde bile beyin gelişimi devam etmektedir.

Sonuc olarak, bu tez çalışması, dil ve beyin gelişiminin hominid evriminde birbirini besleyen iki temel süreç olduğunu ortaya koymuştur. Hominidlerde dil yeteneğinin evrimi, beyin yapısındaki nöroanatomik değişimlerle yakından ilişkili olmuş ve bu süreç, modern insanın bilişsel üstünlüğünü, kültürel karmaşıklığını ve sosyal organizasyonlarını şekillendirmiştir. Dilin evrimi, sadece biyolojik bir süreç olarak değil, aynı zamanda hominidlerin kültürel evriminde de kritik bir faktör olarak değerlendirilmeli ve bu bağlamda insanın benzersiz bilişsel yeteneklerinin kökenlerini anlamada temel bir anahtar olarak görülmelidir. Bu süreç, hominidlerin çevreleriyle etkileşim kurma, sosyal yapılar oluşturma ve kültürel bilgiyi aktarma biçimlerini şekillendirmiştir. Hominidlerin evrimi boyunca dilin ve beyin yapısının gelişimi, modern insanın benzersiz bilişsel yeteneklerinin temellerini atmış, insanın karmaşık düşünme, problem çözme ve yaratıcı süreçlerdeki üstünlüğünü ortaya çıkar mıştır.



KAYNAKÇA

- Aboitiz Francisco and García V. Ricardo (1997). "The Evolutionary Origin of the Language Areas in the Human Brain. A Neuroanatomical Perspective". *Brain Research Reviews* 25(3): 381–396.doi:10.1016/s0165-0173(97)00053-2
- Ackerman, Sandra (1992). "Discovering the Brain". *The National Academies Press*. Washington, DC. doi: 10.17226/1785.
- Açikkol, Ayşen (2022). "İnsan Beyninin Evrimi ve Bilinç". *Bilim ve Ütopya Dergisi*, 331: 7.
- Aiello, Leslie C. (1996). "Terrestriality, Bipedalism and the Origin of Language". *In Proceedings of the British Academy* Vol. 88, pp. 269-289).
- Aiello, Leslie C. (2010). "Five Years of Homo floresiensis, Wenner-Gren Foundation For Anthropological Research". New York, Ny 10016, *American Journal Of Physical Anthropology* 142:167–179.
- Alemseged, Zeresenay (2013). "Australopithecus in Ethiopia". *Vertebrate Paleobiology and Paleoanthropology*, 63–71. doi:10.1007/978-94-007-5919-0_5
- Altınörs, Atakan (2018). "Dilin Türeyişi Hakkında Dört Güncel Hipotez". *Bilim ve Gelecek*, 1-8 https://www.researchgate.net/profile/Selami-Altinoers/publication/366465717_Dilin_Tureyisi_Hakkinda_Dort_Guncel_Hipotez/links/63a2de9e51f6c723c6b89f00/Dilin-Tuereyisi-Hakkinda-Doert-Guencel-Hipotez.pdf
- Andersson, Malte (1994). "Sexual Selection". *Princeton University Press*
- Andrews Peter and Johnson Richard J. (2019). "Evolutionary Basis For The Human Diet: Consequences For Human Health". *Journal of Internal Medicine*. doi: 10.1111/joim.13011
- Antón, Susan C. (2003). "Natural History of Homo erectus". *American Journal of Physical Anthropology*, 122(S37), 126–170. doi:10.1002/ajpa.10399
- Argue Debbie, Donlon Denise, Groves Colin and Wright Richard (2006). "Homo floresiensis: Microcephalic, Pygmoid, Australopithecus, or Homo?". *Journal of Human Evolution*, 51(4), 360-374.

- Asfaw, Berhane (1999). "Australopithecus garhi: A New Species of Early Hominid From Ethiopia". *Science*, 284(5414), 629–635. doi:10.1126/science.284.5414.629
- Asfaw Berhane, White Tim, Lovejoy Owen, Latimer Bruce, Simpson Scott and Suwa Gen (1999). "Australopithecus garhi: A New Species Of Early Hominid From Ethiopia". *Science*, 284(5414), 629-635.
- Balzeau Antoine, Grimaud-Hervé Dominique, Détroit Florent, Holloway Ralph , Combès Benoit and Prima Sylvain (2012). "First Description of the Cro-Magnon 1 Endocast and Study of Brain Variation and Evolution in Anatomically Modern Homo sapiens". *Bulletins et Mémoires de La Société D'anthropologie de Paris*, 25(1-2), 1–18. doi:10.1007/s13219-012-0069-z
- Barman, Binoy (2012). "The Linguistic Philosophy of Noam Chomsky". *Philosophy and Progress*, 103-122.
- Baykara İsmail ve Oğuz M. Tarık (2005). "İnsanın Evrimsel Gelişiminde Önemli Bir Aşama: Oldowan Aletler Ve Oldowan Öncesi Alet Yapımı I". *Antropoloji* (21): 59-88.
- Bayram, Tolunay (2016). <https://arkeofili.com/chauvet-magarasi-sanilandan-10-000-yil-daha-eski-olabilir/>
- Beanı Laura and Zuk Marlene (2014). "Beyond sexual selection: The evolution of Sex Differences From Brain To Behavior". *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 46, 497–500. doi:10.1016/j.neubiorev. 2014. 11.001
- Beaudet, Amélie (2017). "The Emergence of Language in the Hominin Lineage: Perspectives From Fossil Endocasts". *Front Hum Neurosci*. 11:427. doi:10.3389/fnhum. 2017. 00427
- Bednarık, Robert G. (1998). "The 'Australopithecine' Cobble From Makapansgat, South Africa". *South African Archaeological Bulletin*, 53(167), 4-8.
- Ben-Ncer Abdelouahed, Hublin Jean-Jacques, McPherron Shannon P. and Gunz Philipp (2023). "Jebel Irhoud (Ighoud), Morocco. In: Beyin, A., Wright, D.K., Wilkins, J., Olszewski, D.I. (eds) Handbook of Pleistocene

- Archaeology of Africa". *Springer, Cham*. https://doi.org/10.1007/978-3-031-20290-2_51
- Berger Lee Rogers, De Ruiter Darryl J., Churchill Steven E., Schmid Peter, Carlson Kristian J., Dirks Paul H. and Kibii Job M. (2010). "Australopithecus sediba: A New Species of Homo-Like Australopithecus From South Africa". *Science*, 328(5975), 195-204.
- Berger, Lee Rogers (2012). "Australopithecus sediba and the Earliest Origins of the Genus Homo, the Institute for Human Evolution, School of GeoSciences, University of the Witwatersrand". *Journal of Anthropological Sciences*, Vol. 90, pp. 117-131, e-mail: Lee.Berger@wits.ac.za, doi 10.4436/jass.90009
- Berger Lee Rogers, Hawks John, De Ruiter Darryl J., Churchill Steven E., Schmid Peter, Deleuzene Lucas K., Zipfel Bernhard (2015). "Homo naledi, A New Species of the Genus Homo from the naledi Chamber, South Africa". *eLife*, 4.doi:10.7554/ elife.09560
- Bilim ve Ütopya (2001). "Beynin Tarihi (insana kadar)". *Bilim ve Ütopya Dergisi*. s. 16.
- Bilim ve Ütopya (2001). " İnsan Aklının Evrimi" (Steven Mithen, Aklın Tarih Öncesi. "Aklın Evrimi" başlıklı bölümden derlenmiştir. Çev. İrem Kutluk, Dost Kitabevi. Ankara, Aralık 1999). *Bilim ve Ütopya Dergisi* (Beynin Tarihi).Haziran, 84, s. 26-28.
- Boissarie, Jean-Renaud (2010). "Ardipithecus ramidus and the Birth of Humanity". In: *Annales d’Ethiopie*. Volume 25, pp. 271-281; doi: 10,3406/ethio.2010.1420,http://www.persee.fr/doc/ethio_0066-2127_2010_num_25_1_1420
- Boyras Burak ve Dolunay Ahmet (2014). "Heykel Sanatında Ön Modelleme Aşaması ve Üç Boyutlu Yazıcı Uygulamaları". *Ulakbilge Sosyal Bilimler Dergisi*, 2(3).
- Braga Jose, Chinamatira, G., Zipfel Bernhard, et al. (2022). "New fossils from Kromdraai and Drimolen, South Africa, and Their Distinctiveness Among Paranthropus robustus". *Scientific Reports*, 12, 13956 <https://doi.org/10.1038/s41598-022-18223-7>

- Britannica, T. Ansiklopedi Editörleri (2024). "Wernicke Area". *Encyclopedia Britannica*. <https://www.britannica.com/science/Wernicke-area>
- Britannica, T. Ansiklopedi Editörleri (2024). "Broca Area". *Encyclopedia Britannica*. <https://www.britannica.com/science/Broca-area>
- Britannica, T. Editors of Encyclopaedia (2016, June 10). "Aurignacian Culture". *Encyclopedia Britannica*. <https://www.britannica.com/topic/Aurignacian-culture>
- Britannica, T. Editors of Encyclopaedia (2023). "Cro-Magnon". *Britannica Encyclopedia*. <https://www.britannica.com/topic/Cro-Magnon> (2.05.2024, 15.35)
- Britannica, T. Editors of Encyclopaedia (2023). "Lucy". *Encyclopedia Britannica*. <https://www.britannica.com/topic/Lucy-fossil>
- Broom, Robert (1938). "The Pleistocene Anthropoid Apes of South Africa". *Nature*, 142(3591), 377–379. doi:10.1038/142377a0
- Brown Peter, Sutikna Thomas, Morwood Michael J., Soejono Raden Panji, Jatmiko, Wayhu Saptomo, E. and Awe Due R. (2004). "A New Small-Bodied Hominin From The Late Pleistocene of Flores, Indonesia". *Nature*, 431(7012), 1055–1061. doi:10.1038/nature02999
- Bruner, Emiliano (2015). "Functional Craniology and Brain Evolution". In (ed. Bruner E.) *Human Paleoneurology, Springer Series in Bio-/Neuroinformatics*, vol 3. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-08500-5_4
- Bruner, Emiliano (2017). "The Fossil Evidence of Human Brain Evolution". *Evolution of Nervous Systems*, 63–92. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-804042-3.00105-6>
- Bruner Emiliano E. and Lombard Marlize (2020). "The Skull from Florisbad: a Paleoneurological Report". *Journal of anthropological sciences = Rivista di antropologia: JASS*, 98, 10.4436/JASS.98014. <https://doi.org/10.4436/JASS.98014>
- Bruner Emiliano, De la Cuétara José Manuel, Masters Michael, Amano Hideki and Ogihara Naomichi (2014). "Functional Craniology and Brain

- Evolution: From Paleontology to Biomedicine”. *Frontiers in Neuroanatomy*, 8. doi:10.3389/fnana.2014.00019
- Brunet, Michel (2010). “Short note: The Track of A New Cradle of Mankind in Sahelo-Saharan Africa (Chad, Libya, Egypt, Cameroon)”. *Journal of African Earth Sciences*, 58(4), 680–683. doi:10.1016/j.jafrearsci.2010.08.
- Brunet Michel, Beauvilain Alain, Coppens Yves, Heintz Emile, Moutaye, Aladji HE. and Pilbeam David (1995). “The first australopithecine 2,500 kilometres west of the Rift Valley (Chad)”. *Nature*, 378(6554), 273–275. doi:10.1038/378273a0
- Burling, Robbins (2000). “Comprehension, Production and Conventionalisation in the Origins of Language”. In (ed. C. Knight, M. Studdert-Kennedy and J. Hurford), *The Evolutionary Emergence of Language: Social Function and the Origins of Linguistic Form*, (pp. 27-39). Cambridge: Cambridge University Press. 1,doi:10.1017/CBO9780511606441.003
- Campbell, Bernard (2017). *Sexual Selection and the Descent of Man: The Darwinian Pivot*. Routledge.
- Catchpole, Clive K. (2000). “Sexual Selection and the Evolution of Song and Brain Structure in Acrocephalus Warblers”. *Advances in the Study of Behavior*, 45–97. doi:10.1016/s0065-3454(08)60103-5
- Clarke R. J. and Howell F. Clark (1972). “Affinities of the Swartkrans 847 Hominid Cranium”. *American Journal of Physical Anthropology*, 37(3), 319–335. doi:10.1002/ajpa.1330370302
- Clottes Jean and Sognnes Kalle (2003). “Caves as Landscapes”. *Narratives and Journeys in Rock Art: a Reader*, (ed. George Nash, Aron Mazel), 340.
- Clottes, Jean (2024). “Cave Art”. *Encyclopedia Britannica*. <https://www.britannica.com/art/cave-art>
- Clutton-Brock, Tim (2007). “Sexual Selection in Males and Females”. *Science*, 318(5858), 1882-1885.
- Cobb, Samuel. N. (2008). "The Facial Skeleton of the Chimpanzee-Human Last Common Ancestor ". *Journal of Anatomy*. 212(4): 469-485.
- Cofran, Zachary (2019). "Brain Size Growth in Australopithecus". *Journal of Human Evolution*, 130: 72–82. doi:10.1016/j.jhevol.2019.02.006

- Conard Nicholas J. and Bolus Michael (2003). "Radiocarbon Dating the Appearance of Modern Humans and Timing of Cultural Innovations in Europe: New Results and New Challenges". *Journal of Human Evolution*. 44(3): 331-371.
- Conroy, Glenn C. (1998). "Endocranial Capacity in an Early Hominid Cranium from Sterkfontein, South Africa". *Science*, 280(5370), 1730–1731. doi:10.1126/science.280.5370.1730
- Conroy Glenn C., Jolly Clifford J., Cramer Douglas and Kalb Jon E. (1978). "Newly Discovered Fossil Hominid Skull From the Afar Depression". *Ethiopia. Nature*, 276(5683), 67–70. doi:10.1038/276067a0
- Coslett H. Branch and Myrna F. Schwartz (2018). "[Handbook of Clinical Neurology] The Parietal Lobe Volume 151". *The parietal Lobe and Language*. 365–375. doi:10.1016/B978-0-444-63622-5.00018-8
- Coşan, Erhan (2016). "Beyin ve Bilinç Evrimi/Evolution of the Brain and Consciousness". *Osmangazi Tıp Dergisi*, 38(1).
- Culotta, Elizabeth (1999). "Evolution: A New Human Ancestor?". *Science*, 284(5414), 572–573. doi:10.1126/science.284.5414.572
- Curnoe, Darren (2010). "A Review Of Early Homo in Southern Africa Focusing On Cranial, Mandibular and Dental Remains, With the Description of A New Species (*Homo gautengensis* sp. nov.)". *Homo - Journal of Comparative Human Biology*, 61(3), 151–177. doi:10.1016/j.jchb.2010.04.002
- De Castro José María Bermudez, Arsuaga J. L., Carbonell E., Rosas A., Martínez Ian and Mosquera M. (1997). "a Hominid From the Lower Pleistocene of Atapuerca, Spain: Possible Ancestor to Neandertals and Modern Humans". *Science*, 276(5317), 1392-1395.
- De Castro José María Bermudez, Martínón-Torres María, Gómez-Robles Aida, Margvelashvili Ann, Arsuaga Juan Luis, Carretero José Miguel, Martínez Ignacio and Sarmiento Susana (2011). "The Gran Dolina-TD6 Human Fossil Remains and the Origin of Neanderthals". *Continuity and Discontinuity in the Peopling of Europe*, 67–75. doi:10.1007/978-94-007-0492-3_6

- De Felipe, Javier (2011). "The Evolution of the Brain, the Human Nature of Cortical Circuits and Intellectual Creativity". *Frontiers in Neuroanatomy*, (5), doi:10.3389/fnana.2011.00029
- De Lumley Marie-Antoinette, Gabounia Leo, Vekua Abesalon and Lordkipanidze David (2006). "Les Restes Humains du Pliocène Final et du Début du Pléistocène Inférieur de Dmanissi, Géorgie (1991–2000). I – Les crânes, D 2280, D 2282, D 2700". *L'Anthropologie*, 110(1), 1–110. doi:10.1016/j.anthro.2006.02.001
- Deacon, Terrance W. (1997). *The Symbolic Species: The Co-evolution of Language and the Brain*. W.W. Norton & Company.
- Dehaene Stanislas, Duhamel J. R., Hauser Marc D. and Rizzolatti Giacomo (2005). "From Monkey Brain to Human Brain". *Bradford MIT, Cambridge, MA. (pp. 213-233)*.
- Dessalles, Jean-Louis (2007). *Why we talk: The evolutionary origins of language*. Oxford University Press.USA.
- Dorey, Fran (2019). <https://australian.museum/learn/science/human-evolution/sahelanthropus-tchadensis/> (26.03.2023).
- Dorey, Fran (2019). <https://australian.museum/learn/science/human-evolution/homo-antecessor/> (18.06. 2023).
- Dorey, Fran (2019). <https://australian.museum/learn/science/human-evolution/australopithecus-bahrelghazali/> (11.04.2023).
- Dorey, Fran (2020). <https://australian.museum/learn/science/human-evolution/homo-sapiens-modern-humans/> (12.07.2023).
- Dorey, Fran (2020). <https://australian.museum/learn/science/human-evolution/homo-habilis/> (13.05.2023).
- Dorey, Fran (2021). <https://australian.museum/learn/science/human-evolution/homo-heidelbergensis/> (13.05.2023).
- Dorey, Fran (2021). <https://australian.museum/learn/science/human-evolution/homo-heidelbergensis/>

- Dronkers Nina F., Plaisant O., Iba-Zizen M. T. and Cabanis E. A. (2007). "Paul Broca's historic cases: high resolution MR imaging of the brains of Leborgne and Lelong". *Brain : a journal of neurology*, 130(Pt 5), 1432–1441. <https://doi.org/10.1093/brain /awm042>
- Dunbar, Robin Ian MacDonald (1993). "Coevolution of Neocortical Size, Group Size and Language in Humans". *Behavioral And Brain Sciences*, 16, 681-735.
- Dunbar, Robin Ian MacDonald (1996). *Grooming, Gossip, and the Evolution of Language*. Harvard University Press.
- Dunbar, Robin Ian MacDonald (1998). "The Social Brain Hypothesis. Evolutionary Anthropology: Issues". *News, and Reviews*, 6(5), 178-190.
- Duyar İzzet ve Atamtürk Derya (2018). "Bipedalizme Geçiş İnsanın Sosyalliğini Nasıl Etkiledi ?" *Bilim ve Ütopya Dergisi*, 19-24.
- Ekström, Axel G. (2023). "Viki's First Words: A Comparative Phonetics Case Study". *Int J Primatol* 44, 249–253. <https://doi.org/10.1007/s10764-023-00350-1>
- Engels, Friedrich (1977). *Maymundan insana geçişte emeğin rolü. A. Gelen (Çev.) Doğanın Diyalektiği*, Ankara: Sol yayınları.
- Engels, Friedrich (2001). "Maymundan İnsana Geçişte İşin Rolü". *Bilim ve Ütopya* , Haziran 27.
- Erdoğan, Ersin (2024). <https://www.beyincerrahisi.org/TR,1203/beynin-anatomik-yapisi.html>
- Erdur, Onur Erdem (2020). *Cerrahi Destekli Hızlı Üst Çene Genişletmesi Yapılan Hastalarda Ses Değişikliklerinin İncelenmesi*. Bezmialem Vakıf Üniversitesi, Sağlık Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans tezi, İstanbul.
- Ergenç, İcelal (2008). Dilin Beyindeki Gerçekleşimi ve Konuşma Eylemi. Kognitif Neurobilimler, 169-185. https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/30136/mod_resource/content/1/DBB302%20-%20Dil%20ve%20Beyin%20-%203.%20Hafta%20-%20Dil%20Sistemi.pdf
- Ergenç, İcelal (Ders Notları). *Dil ve Beyin*, <https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/30124/>

mod_resource/content/3/DBB302%20-%20Dil%20ve%20Beyin%20-%202.%20Hafta.pdf.

- Everding, Gerry (2017). <https://source.washu.edu/2017/10/shanidar/> (15.05.2023)
- Fadiga Luciano, Craighero Laila and D'Ausilio Alessandro (2009). "Broca's Area In Language, Action And Music". *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1169(1), 448-458. Doi: 10.1111/J.1749-6632.2009.04582.X C 2009 New York Academy Of Sciences.
- Falk, Dean (1980). "Yearbook of Physical Anthropology, Hominid Brain Evolution: the Approach From Paleoneurology". *American Journal of Biological Anthropology*, 23(S1): 93-107.
- Falk, Dean (1990). "Evolution of a Venous "Radiator" for Cooling Cortex:"Prime Releaser" of Brain Evolution in Homo". *Behavioral and Brain Sciences*, 13(2), 368-381.
- Falk, Dean (2009). "Brain Evolution: the Radiator Theory". *Encyclopedia of Neuroscience*, 347–352. doi:10.1016/b978-008045046-9.00940-2
- Ferring Reid, Oms Oriol, Agusti Jordi, Berna Francesco, Nioradze Medea, Shelia Teona and Martha Tappen, et al. (2011). "Earliest human occupations at Dmanisi (Georgian Caucasus) dated to 1.85-1.78". *Ma. Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(26), 10432–10436. doi:10.1073/pnas.1106638108777
- Fisher Sir, Ronald Aylmer (1930). *The Genetical Theory of Natural Selection*. Clarendon Press.
- Fitch, W. Tecumseh (2000). "The Evolution of Speech: a Comparative Review". *Trends in Cognitive Sciences*, 4(7), 258-267. https://www.biolinguistics.uqam.ca/Fitch_2000.pdf
- Fleagle John G., Assefa Zelalem., Brown Francis H. and Shea John J. (2008). "Paleoanthropology of the Kibish Formation, Southern Ethiopia: Introduction". *Journal of Human Evolution*, 55(3), 360–365. doi:10.1016/j.jhevol.2008.05.007
- Flinn Mark V., Geary David C. and Ward Carol V. (2005). "Ecological Dominance, Social Competition, and Coalitionary Arms Races".

- Evolution and Human Behavior*, 26(1), 10– 46. doi:10.1016/j.evolhumbehav.2004.0
- Flores, Leandro Pretto (2002). “Occipital lobe Morphological Anatomy: Anatomical and Surgical Aspects”. *Arquivos de neuro-psiquiatria*, 60(3-A), 566–571. <https://doi.org/10.1590/s0004-282x2002000400010>
- Fogassi Leonardo and Luppino Giuseppe (2005). “Motor Functions of the Parietal Lobe”. *Current Opinion in Neurobiology*, 15(6), 626–631. doi:10.1016/j.conb.2005.10.015
- Franck Guy and Guillaume Daver (2022). “Sahelanthropus, the Oldest Representative of Humanity, was Indeed Bipedal...But that’s Not All!” *Paleoprimum / Cnrs – Poitiers Université de Poitiers*, <https://www.cnrs.fr/en/sahelanthropus-oldest-representativehumanity-was-indeed-bipedalbut-thats-not-all>
- Friederici, Angela D. (2011). “The Brain Basis of Language Processing: From Structure to Function”. *Physiological Reviews*, 91(4), 1357-1392.
- Friederici Angela D. and Chomsky Noam. (2017). “Language in Our Brain: The Origins of a Uniquely Human Capacity”. *Journal of linguistics Research* (2): 323-337.
- Friederici Angela D., Chomsky Noam, Berwick Robert C., Moro Andrea and Bolhuis Johan J. (2017). “Language, Mind and Brain”. *Nature Human Behaviour*, 1, 713-722. doi:10.1038/s41562-017-0184-4.
- Friedman Naomi P. and Robbins Trevor W. (2022). “The role of Prefrontal Cortex in Cognitive Control and Executive Function”. *Neuropsychopharmacol.* 47, 72–89. <https://doi.org/10.1038/s41386-021-01132-0>
- Fritz Carole, Lennsen-Erz Tilman, Sauvet Georges, Barbaza Michel, López-Montalvo Esther, Tosello Gilles and Azéma Marc (2013). “L'expression Narrative Dans les arts Rupestres: Approches Théoriques”. *Art rupestre. Des Récits Millénaires*, (358), 38-45.
- Funahashi, Shintaro (2022). “Historical Perspective of Prefrontal Research”. In *Dorsolateral Prefrontal Cortex: Working Memory and Executive Functions* (pp. 53-101). Singapore: Springer Nature Singapore.

- Fuster, Joaquín M. (1997). *The Prefrontal Cortex*, Lippincott-Raven, Philadelphia.
- Fuster, Joaquín M. (2001). “The Prefrontal Cortex—An Update”. *Neuron*, 30(2), 319–333. doi:10.1016/s0896-6273(01)00285-9
- Fuster, Joaquín M. (2002). “Prefrontal Cortex in Temporal Organization of Action”. *The Handbook of Brain Theory and Neural Networks*, 2nd edn. MIT Press, Cambridge, 905-910.
- Gabunia Leo, Vekua Abesalom, Lordkipanidze David, Swisher III Carl C., Ferring Reid, Justus Antje, Nioradze Medea, Tvalchrelidze Merab, Antón Susan C., et al. (2000). “Earliest Pleistocene Hominid Cranial Remains from Dmanisi, Republic of Georgia: Taxonomy, Geological Setting, and Age”. *Science*, 288(5468), 1019–1025. doi:10.1126/science.288.5468.1019
- Gallardo Guillermo, Eichner Cornelius, Sherwood Chet C., Hopkins William D., Anwender Alfred and Friederici Angela D. (2023). “Morphological Evolution of Language-Relevant Brain Areas”. *Plos Biology*, 21(9), e3002266.
- Gamble Clive, Gowlett John and Dunbar Robin (2014). *Thinking Big: How the Evolution of Social Life Shaped The Human Mind*. Thames & Hudson
- Gavrilets Sergey and Vose Aaron (2006). “The Dynamics of Machiavellian Intelligence”. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 103(44), 16823-16828.
- Geary, David C. (2005). *The Origin of Mind: Evolution Of Brain, Cognition, and General Intelligence*. American Psychological Association. Washington, <https://doi.org/10.1037/10871-000>
- Gerçeker Muharrem, Yorulmaz İrfan ve Ural Arzu (2000). “Ses ve Konuşma”. *KBB ve Baş Boyun Cerrahisi Dergisi*, 8(1), 71-78. <https://dergi.kbb-bbc.org.tr/uploads/pdf/2000-8-1-71-78.pdf>
- Geschwind, Norman (1970). “The Organization of Language and the Brain: Language Disorders After Brain Damage Help in Elucidating the Neural Basis of Verbal Behavior”. *Science*, 170(3961), 940-944.

- Gilbert Sandra L., Dobyns William B. and Lahn Bruce T. (2005). "Genetic Links Between Brain Development and Brain Evolution". *Nature Reviews. Genetics*, 6(7), 581–590. <https://doi.org/10.1038/nrg1634>
- Gittleman, John L. (1986). "Carnivore Brain Size, Behavioral Ecology and Phylogeny". *Journal of Mammalogy*, 67(1), 23-36.
- Gould, Stephen Jay (1977). *Ever Since Darwin: Reflections in Natural History*. W.W. Norton & Company.
- Gould, Stephen Jay (1977). *Ontogeny and Phylogeny*. Harvard University Press.
- Gould, Stephen Jay (1981). *The Mismeasure of Man*. WW Norton & Company. Inc., New York, USA.
- Gould, Stephen Jay (1985). *The Evolution of Human Consciousness*. New York Review of Books.
- Gowlett, John A. J. (1984). "Mental Abilities of Early man: A look at some Hard Evidence". In R. Foley (Ed.), *Hominid Evolution and Community Ecology: Prehistoric Human Adaptation in Biological Perspective*. Academic Press.
- Groeneveld, Emma (2017). "*Homo sapiens*". (G. Dergisi, Çevirmen). *World History Encyclopedia*. <https://www.worldhistory.org/trans/tr/1-15821/homo-sapiens/>
- Groeneveld, Emma (2019). "Denisovan". *World History Encyclopedia*. Retrieved from <https://www.worldhistory.org/Denisovan/>
- Groeneveld, Emma (2023). "Homo habilis". (N. Karaben, Translator). *World History Encyclopedia*. Retrieved from <https://www.worldhistory.org/trans/tr/1-19039/homo-habilis/>
- Groeneveld, Emma (2023). "Homo rudolfensis". *World History Encyclopedia*. Retrieved from https://www.worldhistory.org/Homo_Rudolfensis/
- Grün Rainer, Pike Alistair, McDermott Frank, Eggins Stephen, Mortimer Graham, Aubert Maxime, et al. (2020). "Dating the Skull From Broken Hill, Zambia, and its Position in Human Evolution". *Nature*, 580(7803), 372–375. doi:10.1038/s41586-020-2165-4
- Gunz Philipp, Neubauer Simon, Falk Dekan, Tafforeau Paul, Le Cabec Adeline, Smith Tanya M., et al. (2020). "Australopithecus afarensis Endocasts

- Suggest Ape-Like Brain Organization and Prolonged Brain Growth”. *Science Advances*, 6(14). Doi:10.1126/sciadv.aaz4729
- Guy Franck, Mackaye Hassane-Taisso, Likius Andossa, Vignaud Patrick, Schmittbuhl Matthieu and Brunet Michel (2008). “Symphyseal Shape Variation in Extant and fossil Hominoids, and the Symphysis of *Australopithecus bahrelghazali*”. *Journal of Human Evolution*, 55(1), 37–47. doi:10.1016/j.jhevol.2007.12.003
- Güleç, Cengiz (1980). “Beyin ve Davranış”. *Antropoloji*, (12). https://doi.org/10.1501/antro_00000000195
- Güleç, Erksin (2021). “Beynin Evrimi”. *Bilim ve Ütopya Dergisi*, (Haziran 2021), 30-33.
- Hahn, Martine (Ed.). (2012). “Development and Evolution of Brain Size: Behavioral Implications”. *Elsevier*.
- Haile-Selassie, Yohannes (2004). “Late Miocene Teeth From Middle Awash, Ethiopia and Early Hominid Dental Evolution”. *Science*, 303(5663), 1503–1505. doi:10.1126 /science.1092978
- Haile-Selassie Yohannes, Saylor Beverly Z., Deino Alan, Alene Mulugeta and Latimer Bruce M. (2010). “New Hominid Fossils From Woranso-Mille (Central Afar, Ethiopia) and Taxonomy of Early *Australopithecus*”. *American Journal of Physical Anthropology*, 141(3), 406-417.
- Haile-Selassie Yohannes, Gibert Luis, Melillo Stephanie M., Ryan Timothy M., Alene Mulugeta, Deino Alan, Levin Naomi E., Scott Gary and Saylor Beverly Z. (2015). “New Species From Ethiopia Further Expands Middle Pliocene Hominin Diversity”. *Nature*, 521(7553), 483–488. doi:10.1038 /nature14448
- Haile-Selassie Yohannes, Melillo Stephanie M., Vazzana Antonino, Benazzi Stefano and Ryan Timothy M. (2019). “A 3.8-million-year-old Hominin Cranium From Woranso-Mille, Ethiopia”. *Nature*, 573(7773), 214–219. doi:10.1038/s41586-019-1513-8
- Hain, Timothy C. (2023). <https://www.dizziness-and-balance.com>. 27 Aralık 2006 <https://dizziness-and-balance.com/legal/quoting.html>

- Harcourt-Smith W. E. H. and Aiello L. C. (2004). “Fossils, Feet and the Evolution of Human Bipedal Locomotion”. *Journal of Anatomy*, 204(5), 403–416. doi:10.1111/j.002187 82.2004.00296.x
- Harvey Paul H., Clutton-Brock T. H. and Mace Georgina M. (1980). “Brain Size and Ecology in Small Mammals and Primates”. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 77(7), 4387-4389.
- Hayden Brian and Villeneuve Suzanne (2005). “Chauvet Cave: The Art of Earliest Times”. (ed. Jean Clottes 2003), University of Utah Press, Salt Lake City. 225 pp., ISBN 0-87480-758-1. *American Antiquity*, 70(2), 384-388.
- Hawks, John (2005). johnhawks.net/weblog/are-the-earliest-modern-human-skulls-really-modern/
- Hayes, Cathy (1951). *The Ape in Our House*. Harper and Brothers; First Thus edition
- Henry M., McHenr and Katherine Coffing (2000) “Australopithecus to Homo: Transformations in Body and Mind, Department of Anthropology”. *University of California, Davis, California 95616; Annu Rev. Antropol.* 29:125-46 <https://www.researchgate.net/profile/Henry>
- Hickerson, Nancy Parrott (1980). *Linguistic Anthropology*, California: Holt and Rinehart and Winston. <https://archive.org/details/linguisticanthro0000hick/page/n9/mode/2up?view=theater>
- Hickok Gregory and Poeppel David (2007). "The Cortical Organization of Speech Processing." *Nature Reviews Neuroscience*, 8(5), 393-402.
- Hoffmann D. L., Standish C. D., García-Diez M., Pettitt P. B., Milton J. A., Zilhão J., Alcolea-González J. J., et al. (2018). “U-Th Dating of Carbonate Crusts Reveals Neandertal Origin of Iberian Cave Art”. *Science* (New York, N.Y.), 359(6378), 912–915. <https://doi.org/10.1126/science.aap7778>
- Hofman, Michel A. (2012). “Design Principles of the Human Brain”. *Progress in Brain Research*, 373–390. doi:10.1016/b978-0-444-53860-4.00018-0
- Holliday, Trenton W. (2023). *Cro-magnon: the Story of the Last Ice Age People of Europe*. Columbia University Press.

- Holloway Ralph L., Broadfield Douglas C. and Yuan Michael S. (2004). "The Human Fossil Record". *Brain Evolution and Endocasts: Introduction*, 10.1002/0471663573(), 1–26. doi:10.1002/0471663573.ch1
- Holloway, Ralph L. (1969). "Culture: a Human Domain". *Current Anthropology*, 10(4), 395-412.
- Holloway, Ralph L. (2014). "The Evolution of the Hominid Brain". *Handbook of Paleoanthropology*, 1961–1987. doi:10.1007/978-3-642-39979-4_81
- Hosken David J. and House Clarissa M. (2011). "Sexual Selection". *Current Biology*, 21(2), R62-R65.
- Hublin, Jean-Jacques (2013). "The Middle Pleistocene Record: On the Ancestry of Neandertals, Modern Humans and Others". *A companion to paleoanthropology*, 517-537.
- Hublin Jean-Jacques, Ben-Ncer Abdelouahed, Bailey Shara E., Freidline Sarah E., Neubauer Simon, Skinner Matthew M., Inga Bergmann and Gunz Philipp (2017). "New fossils from Jebel Irhoud, Morocco and the Pan-African Origin of Homo sapiens". *Nature*, 546(7657), 289-292.
- Ib, Ulbaek (1998). *The origin of language and cognition*. In James R Hurford, Michael Studdert-Kennedy, Chris Knight (eds), *Approaches to the Evolution of Language*: Cambridge University Press, Cambridge, UK. ISBN 0-521-63964-6. 30
- Im Kiho, Lee Jong-Min, Lyttelton Oliver, Kim Sun Hyung, Evans Alan C. and Kim Sun I. (2008). "Brain Size and Cortical Structure in the Adult Human Brain". *Cerebral Cortex*, 18(9), 2181–2191. doi:10.1093/cercor/bhm244
- Jacobs, Lucia F. (1996). "Sexual Selection and the Brain". *Trends in Ecology and Evolution*, 11(2), 82–86. doi:10.1016/0169-5347(96)81048-2
- Ji Qiang, Wu Wensheng, Ji Yannan, Li Qiang and Ni Xijun (2021). "Late Middle Pleistocene Harbin Cranium Represents a new Homo Species". *The Innovation*, 2(3), 100132. doi:10.1016/j.xinn.2021.100132
- Johanson Donald and Edey Maitland (1981). *Lucy, The Beginnings Of Humankind*. Simon and Schuster Paperbacks Rockefeller Center 1230 Avenue of the Americas New York. New York 10020. <https://books>.

google.com.tr/books?id=HgGNIFMM5XQC&pg=PA40&hl=tr&source=gbs_toc_r&cad=2#v=onepage&q&f=true

- Kaas, Jon H. (2010). "The Lives of the Brain: Human Evolution and the Organ of Mind". *The Journal of Clinical Investigation*, 120(4), 938-938.
- Kaas, Jon H. (2012). "The Evolution of Brains From Early Mammals to Humans". *Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science*, 4(1), 33–45. doi:10.1002/wcs.1206
- Kaas, Jon H. (2013). "The Evolution of Brains From early Mammals to Humans". *Wiley interdisciplinary reviews. Cognitive science*, 4(1), 33–45. <https://doi.org/10.1002/wcs.1206>
- Kandel Eric R., Schwartz James H. and Jessell Thomas M. (2013). *Principles of Neural Science*. McGraw-Hill.
- Kappelman John, Ketcham Richard A., Pearce Stephen, Todd Lawrence, Akins Wiley, Colbert Matthew W., Feseha Mulugeta, et al. (2016). "Perimortem fractures in Lucy Suggest Mortality From Fall Out of Tall Tree". *Nature*. doi:10.1038/nature19332
- Karakostis Fotios Alexandros, Haeufle Daniel, Anastopoulou Ioanna, Moraitis Konstantinos, Hotz Gerhard, Turloukis Vangelis and Harvati Katerina (2021). "Biomechanics of the Human Thumb and the Evolution of Dexterity". *Current Biology*, 31(6), 1317-1325.
- Keith, Arthur (1938). "The Florisbad Skull". *Nature*, 141(3579), 1010–1010. doi:10.1038/1411010a0
- Kellogg Winthrop Niles and Kellogg Luella Agger (1933). "The Ape and the Child: a Study of Environmental Influence Upon Early Behavior". *Optometry and Vision Science*, 10(11), 421-422.
- Kerimoğlu, Caner (2016). "Dilin Kökeni Arayışları I: Dilin Kökeniyle İlgili Akademik Tartışmalar". *Dil Araştırmaları Dergisi*. 10: 47-84. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1534439>
- Kerimoğlu, Caner (2018). "Dilin Kökeni Arayışları 3: Hayvan İletişimi-I". *Dil Araştırmaları Dergisi*. 12: 23-56. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1556399>

- Kerimoğlu, Caner (2021). “Chomsky’nin Problemi: Dilin Evrimi”. *Çukurova Üniversitesi Türkoloji Araştırmaları Dergisi*. 2: 598-614. <https://doi.org/10.32321/cutad.954455>
- Kertesz A. and Benson D. F. (1970). “Neuropsychological Analysis of a Case of Wernicke's Aphasia”. *Brain*, 93(4), 775-788.
- Keyser, Andre W. (2000). “The Drimolen Skull: The Most Complete Australopithecine Cranium and Mandible to Date”. *South African Journal of Science*, 96(4), 189-193.
- Kimbel William, Lockwood Charles, Ward Carol, Leakey Meave, Rak Yoel and Johanson Donald (2006). “Was Australopithecus anamensis Ancestral to A. afarensis? A Case of Anagenesis in the Hominin Fossil Record”. *Journal of Human Evolution*, 51(2), 134–152. doi:10.1016/j.jhevol.2006.02.003
- Kimbel, William H. (2009). “The Origin of Homo”. *The First Humans – Origin and Early Evolution of the Genus Homo*, 31–37. doi:10.1007/978-1-4020-9980-9_4
- Kochiyama Takanori, Ogiwara Naomichi, Tanabe Hiroki C., Kondo Osamu, Amano Hideki, Hasegawa Kunihiro, Suzuki Hiromasa and Akazawa Takeru (2018). “Reconstructing the Neanderthal Brain Using Computational Anatomy”. *Scientific Reports*, 8(1). doi:10.1038/s41598-018-24331-0
- Koray, Semih (2001). “Bilim ve Ütopya Beynin Tarihi (İnsana Kadar)”. *Bilim ve Ütopya Dergisi*, Haziran 16.
- Leakey Richard E. and Walker Alan (1997). “Early Hominid Fossils from East Turkana”. *American Association for the Advancement of Science*.
- Leakey, M. D. (1971). *Olduvai Gorge: Excavations in Beds I and II, 1960-1963*. Cambridge University Press.
- Lee R Berger, John Hawks, Darryl J de Ruiter, Steven E Churchill, et al. (2015). “Homo naledi, A New Species of the Genus Homo From the Dinaledi Chamber”. *South Africa eLife* 4:e09560 <https://doi.org/10.7554/eLife.09560>

- Lee, R. Berger (2015). "Homo Naledi Composite Skeleton". *World History Encyclopedia*. Retrieved from <https://www.worldhistory.org/image/6875/homo-naledi-composite-skeleton/>
- Leigh, Steven R. (2006). "Brain Ontogeny and life History in Homo erectus". *Journal of Human Evolution*, 50(1), 104–108. doi:10.1016/j.jhevol.2005.02.008
- Leonard William R., Robertson Marcia L., Snodgrass Josh j. and Kuzawa Christopher W. (2003). "Metabolic correlates of hominid brain evolution". *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, 136(1), 5–15. doi:10.1016/s10956433(03)00132-6
- Lewin, R. (2005). *Human Evolution: an Illustrated Introduction*. No. Ed.5, 277 pp. ref. Many, John Wiley & Sons.
- Lewin, Roger (2015). *Modern İnsanın Kökeni*. Sinan Köseoğlu (Ed.), (5. Baskı). Say Yayınları. (Oriijinal eser: Human Evolution: an Illustrated Introduction, 5th Edition, Blackwell Publishing Ltd, 1984).
- Lieberman Philip and Crelin Edmund S. (1971). "On the Speech of Neanderthal Man". *Linguistic Inquiry*, 2(2), 203–222. <http://www.jstor.org/stable/4177625>
- Lieberman, Philip (2002). "On the Nature and Evolution of the Neural Bases of Human Language". *Yearbook of Physical Anthropology*, 45, 36-62.
- Lieberman, Philip (2007). "The Evolution of Human Speech: Its Anatomical and Neural Bases". *Current Anthropology*, 48(1), 39–66. <https://doi.org/10.1086/509092>
- Lieberman, Philip (2012). "Vocal Tract Anatomy and the Neural Bases of Talking". *Journal of Phonetics*, 40(4), 608–622. doi:10.1016/j.wocn.2012.04.001
- Lordkipanidze David, Vekua Abesalom, Ferring Reid, Rightmire G. Philip, Zollikofer Christoph P., Ponce de León, et al. (2006). "A Fourth Hominin Skull From Dmanisi, Georgia. The Anatomical Record Part A: Discoveries in Molecular, Cellular, and Evolutionary Biology: An

- Official Publication of the American Association of Anatomists”. *The Anatomical Record*, 288(11), 1146-1157.
- Lordkipanidze David, Jashashvili Tea, Vekua Abesalom, de León Marcia S. P., Zollikofer Christoph P. E., Rightmire G. Philip and Rook Lorenzo (2007). “Postcranial evidence from early Homo from Dmanisi”. *Georgia Nature*, 449(7160), 305–310. doi:10.1038/nature06134
- Lordkipanidze David, Ponce de Leon Marcia S., Margvelashvili Ann, Rak Yoel, Rightmire G. Philip, Vekua Abesalom and Zollikofer Christoph P. E. (2013). “A Complete Skull from Dmanisi, Georgia, and the Evolutionary Biology of Early Homo”. *Science*, 342(6156), 326–331. doi:10.1126/science.1238484
- Lovejoy C. Owen, Latimer Bruce, Suwa Gen, Asfaw Berhane and White Tim D. (2009). “Combining Prehension and Propulsion: The Foot of *Ardipithecus ramidus*”. *Science*, 326(5949), 72– 72, 72e1–72e8. doi:10.1126/science.1175832
- Ludwig Parker E., Reddy Vamsi and Varacallo Matthew (2017). *Neuroanatomy, Central Nervous System (CNS)*.
- Luke, Kim (2012). “Evidence That Human Ancestors Used Fire One Million Years Ago”. *Science Daily*. www.sciencedaily.com/releases/2012/04/120402162548.htm
- MacDougall, Robert (1905). “The Significance of the Human Hand in the Evolution of Mind”. *The American Journal of Psychology*, 16(2), 232-242.
- Madison, Paige (2014). <https://fossilhistory.wordpress.com/2014/07/15/mary-leakey/> (11.18.2023).
- Mallegni Francesco, Carnieri Emiliano, Bisconti Michelangelo, Tartarelli Giandonato, Ricci Stefano, Biddittu Italo and Segre Aldo (2003). “Homo Cepranensis sp. nov. and the Evolution of African-European Middle Pleistocene Hominids”. *Comptes Rendus Palevol*, 2(2), 153–159. doi:10.1016/s1631-0683(03)00015-0
- Manto Mario, Bower James M., Conforto Adriana Bastos, Delgado-García Jose M., Da Guarda Suzete Nascimento F., Gerwig Marcus, et al. (2012).

- “Consensus Paper: Roles of the Cerebellum In Motor Control—The Diversity of Ideas On Cerebellar Involvement in Movement”. *The Cerebellum*, 11(2), 457-487.
- Manzi Giorgio, Mallegni Francesco and Ascenzi Antonio (2001). “A Cranium For the Earliest Europeans: Phylogenetic Position of the Hominid From Ceprano, Italy”. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 98(17), 10011-10016.
- Martin Jesse M., Leece, A. B., Neubauer Simon, Baker Stephanie E., Mongle Carrie S., Boschian Giovanni, et al. (2021). “Drimolen Cranium DNH 155 Documents Microevolution in an Early Hominin Species”. *Nature Ecology & Evolution*, 5(1), 38–45. doi:10.1038/s41559-020-01319-6
- Marzke, Mary W. (1997). “Precision grips, hand morphology, and tools. American Journal of Physical Anthropology: The Official Publication of the American Association of Physical Anthropologists”. *American Journal of Biological Anthropology*, 102(1), 91-110.
- Masataka, Nobuo (2008). *The Origins of Language: Unraveling Evolutionary Forces*. Springer Science and Business Media.
- McDougall Ian, Brown Francis H. and Fleagle John G. (2008). “Sapropels and the Age of Hominins Omo I and II, Kibish, Ethiopia”. *Journal of Human Evolution*, 55(3), 409–420. doi:10.1016/j.jhevol.2008.05.012
- McHenry Henry M. and Coffing Katherine (2000). “Australopithecusto Homo: Transformations in Body and Mind”. *Annual Review of Anthropology*, 29(1), 125–146. doi:10.1146/annurev.anthro.29.1.125
- McHenry, Henry (2024). "Homo heidelbergensis". *Encyclopedia Britannica*. <https://www.britannica.com/topic/Homo-heidelbergensis>
- Mellars, Paul (1996). *The Neanderthal Legacy: An Archaeological Perspective From Western Europe*. Princeton University Press.
- Meyer Matthias, Kircher Martin, Gansauge Marie-Theres, Li Heng, Racimo Fernando, Mallick Swapan, Schraiber Joshua G., Jay Flora, et al. (2012). “A High-Coverage Genome Sequence From an Archaic Denisovan Individual”. *Science* (New York, N.Y.), 338(6104), 222–226. <https://doi.org/10.1126/science.1224344>

- Miller, Geoffrey (2000). "The Mating Mind: How Sexual Choice Shaped the Evolution of Human Nature". [Doubleday/Heinemann, 2000, 503 pp. ISBN: 0-434-00741-2] *Precis of Miller on Mating-Mind*.
- Milton, Katharine (1993). "Diet and Primate Evolution". *Scientific American*, 269(2), 86-93.
- Misra Virendra Nath and Rajaguru S. N (1978). "The Acheulian Industry of Rock Shelter IIF-23 at Bhimbetka, Central India-A Preliminary Study1". *Australian Archaeology*, 8(1), 63-106.
- Mithen, Steven (1996). "The Prehistory of the Mind: The Cognitive Origins of Art". *Religion and Science*. Thames & Hudson.
- Mithen, Steven (2001). "İnsan Aklının Evrimi". *Bilim ve Ütopya*, Haziran, 26-28.
- Mithen, Steven J. (2006). *The Singing Neanderthals: the Origins of Music, Language, Mind and Body*. Harvard University Press. London: Weidenfeld & Nicolson.
- Mithen, Steven. J. (2006). *After the Ice: A Global Human History, 20,000-5000 BC*. London: Harvard University Press.
- Montgomery, Stephen (2018). "Hominin Brain Evolution: The Only Way Is Up?" *Current Biology*, 28(14), R788–R790. doi:10.1016/j.cub.2018.06.021
- Mounier Aurélien, Condemi Silvana and Manzi Giorgio (2011). "The Stem Species of Our Species: A Place for the Archaic Human Cranium from Ceprano, Italy". *Plos One*, 6(4), e18821. doi:10.1371/journal.pone.0018821
- Mounier Aurélien, Marchal François and Condemi Silvana (2009). "Is Homo heidelbergensis a Distinct Species? New Insight on the Mauer Mandible". *Journal of Human Evolution*, 56(3), 219–246. doi:10.1016/j.jhevol.2008.12.006
- Muttoni Giovanni, Scardia Giancarlo, Kent Dennis V., Swisher Carl C. and Manzi Giorgio (2009). "Pleistocene Magnetostratigraphy of Early Hominin Sites at Ceprano and Fontana Ranuccio, Italy". *Earth and Planetary Science Letters*, 286(1-2), 255-268.
- Nakatsukasa Masato, Pickford Martin, Egi Naokko and Senut Brigitte (2007). "Femur Length, Body Mass and Stature Estimates of *Orrorin tugenensis*,

- a 6 Ma Hominid From Kenya". *Primates*, 48(3), 171–178. doi:10.1007/s10329-007-0040-7
- Nalçacı, Erhan (2020). "Primatlarda Sosyalliğin Toplumsal Harekete Dönüşümü". *Madde, Diyalektik ve Toplum*, 3(2): 125-132
- Napier, John (1962). "Fossil Hand Bones From Olduvai Gorge". *Nature*, 196(4864), 409-411.
- Napier, John (1962). "The Evolution of the Hand". *Scientific American*. 207(6): 56–65. doi:10.1038/scientificamerican1262-56
- Navarrete Ana, Van Schaik Carel and Isler Karin (2011). "Energetics and the Evolution of Human Brain Size". *Nature* 480: 91–93. <https://doi.org/10.1038/nature10629>
- Neubauer Simon, Hublin Jean-Jacques and Gunz Philipp (2018). "The Evolution of Modern Human Brain Shape". *Science Advances*, 4(1): eaao5961. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aao5961>
- Neubauer Simon and Hublin Jean-Jacques (2012). "The Evolution of Human Brain Development". *Evolutionary Biology*, 39: 568-586. <https://doi.org/10.1007/s11692-011-9156-1>
- Nevell Lisa and Wood Bernard (2008). "Cranial Base Evolution Within the Hominin Clade". *Journal of Anatomy*, 212(4), 455–468. doi:10.1111/j.1469-7580.2008.00875.x
- Ni Xijun, Ji Qiang, Wu Wensheng, Shao Qingfeng, Ji Yannan, Zhang Chi, Liang Lei, Ge Junyi, Guo Zhen, Li Qiang, Li Jinhua, Grün Rainer and Stringer Chris (2021). "Massive Cranium From Harbin in Northeastern China Establishes a New Middle Pleistocene Human Lineage". *Innovation (Cambridge (Mass.))*, 2(3), 100130. <https://doi.org/10.1016/j.xinn.2021.100130>
- Niemitz, Carsten (2010). "The Evolution of the Upright Posture and Gait—a Review and a New Synthesis." *Naturwissenschaften*, 97, 241-263.
- Nieuwenhuys, Rudolf (2011). "The Structural, Functional, and Molecular Organization of the Brainstem". *Front. Neuroanat.* 5:33. doi: 10.3389/fnana.2011.00033

- Nomade Sébastien, Muttoni Giovanni, Guillou Hervé, Robin Eric and Scardia Giancarlo (2011). “First 40Ar/39Ar Age of the Ceprano Man (central Italy)”. *Quaternary Geochronology*, 6(5), 453-457.
- Noonan James P., Coop Graham, Kudaravalli Sridhar, Smith Doug, Krause Johannes, Alessi Joe, Rubin Edward M., et al. (2006). "Sequencing and Analysis of Neanderthal Genomic DNA". *Science*, 314(5802), 1113–1118. doi:10.1126/science.1131412
- Nygren, Johan (2018). “The speciation of Australopithecus and Paranthropus was Caused by Introgression From the Gorilla Lineage”. *PeerJ Preprints* 6:e27130v3 <https://doi.org/10.7287/peerj.preprints.27130v3>,
- O’Connell James F., Hawkes Kristen and Blurton Jones N. G. (1999). “Grandmothering and the Evolution of Homo erectus”. *Journal of Human Evolution*, 36(5), 461–485. doi:10.1006/jhev.1998.0285
- Okçuoğlu, Şivan (2023). <https://www.odatv.com/analiz/sadece-bu-kadar-saniyorduk-yanilmisiz-100220> (08.05.2024)
- Oldham Michael C. and Geschwind Dan H. (2006). “Deconstructing Language by Comparative Gene Expression: From Neurobiology to Microarray”. *Genes, Brain, and Behavior*, 5 Suppl 1, 54–63. <https://doi.org/10.1111/j.1601-183X.2006.00195.x>
- Ornstein Robert Evan and Thompson Richard F. (1986). *The Amazing Brain*. Houghton Mifflin Harcourt.
- Özbek, Metin (2000). *Dünden Bugüne İnsan* (pp. 18-55). Ankara: İmge Kitabevi Yayınları.
- Özen Nurper Erberk ve Rezaki Murat (2007). “Prefrontal Korteks: Bellek İşlevi ve Bunama ile İlişkisi”. *Türk Psikiyatri Dergisi*, 18(3), 262-269.
- Parra Jorge Eduardo Duque, Ríos John Barco and Aguirre Jhonny Fernando Garcia (2013). “Letter to the Editor: Occipital Lobe”. *Journal of Neurosurgery*, 119(5), 1355–1357. doi:10.3171/2012.7.jns12744
- Parvizi Josef and Damasio Antonio (2001). “Consciousness and the Brainstem”. *Cognition*, 79, 135-59.
- Pearson Alannah, Polly P. David and Bruner Emiliano (2020). “Temporal Lobe Evolution in Javanese Homo erectus and African Homo ergaster:

- Inferences From the Cranial Base”. *Quaternary International*. 603(39): 5-21 doi:10.1016/j.quaint.2020.07.048
- Penrose, Roger (2001). Consciousness, the Brain, and Spacetime Geometry: an Addendum: Some New Developments on the Orch or Model for Consciousness. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 929(1), 105-110.
- Peterson, Bret (2009). “Dilin Evrimi”. *Bilim ve Teknik*, 207, 56-61.
- Physiopedia, (2024). https://www.physio-pedia.com/Cerebral_Cortex
- Pickering Robyn, Dirks Paul H. G. M., Jinnah Zubair , De Ruiter Darryl J., Churchil Steven E., Herries Andy I. R., Berger, Lee R, et al. (2011). “Australopithecus sediba at 1.977 Ma and Implications for the Origins of the Genus Homo”. *Science*, 333(6048), 1421–1423. doi:10.1126/science.1203697
- Pickford Martin, Senut Brigitte, Gommery Dominique and Treil Jacques (2002). “Bipedalism in Orrorin tugenensis Revealed by its Femora”. *Comptes Rendus Palevol*, 1(4), 191–203. doi:10.1016/s1631-0683(02)00028-3
- Pirau Letitia and Lui Forshing (2023). *Frontal Lobe Syndrome*. In StatPearls. StatPearls Publishing. Treasure Island (FL); 2023. PMID: 30422576.
- Plummer, Thomas W. (2004). “Flaked Stones and Old Bones: Biological and Cultural Evolution at the Dawn of Technology”. *Yearbook of Physical Anthropology*, 47, 118-164.
- Ponce de León Marcia S., Golovanova Lubov, Doronichev Vladimir, Romanova Galina, Akazawa Takeru, Kondo Osamu, Ishida Hajime and Zollikofer Christoph PE (2008). “Neanderthal Brain Size at Birth Provides Insights into the Evolution of Human Life History”. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 105(37), 13764–13768. <https://doi.org/10.1073/pnas.0803917105>
- Potts, Richard (1998). “Variability Selection in Hominid Evolution”. *Evolutionary Anthropology: Issues, News, and Reviews*, 7(3), 81–96. doi:10.1002/(sici)1520-6505(1998)7:3<81: aid-evan3>3.0.co;2-a
- Poza-Rey, Eva María, Lozano Marina and Arsuaga, Juan Luis (2017). “Brain Asymmetries and Handedness in the Specimens From the Sima de Los

- Huesos Site (atapuerca, spain)". *Quaternary International*, 433, 32–44. doi:10.1016/j.quaint.2015. 10.004
- Profico Antonio, Buzi Costantino, Di Vincenzo Fabio, Boggioni Marco, Borsato, Andrea, Boschian Giovanni and Manzi Giorgio (2023). "Virtual excavation and Analysis of the Early Neanderthal Cranium From Altamura (Italy)". *Communications biology*, 6 (1), 316.
- Pulvermüller, Friedemann (1999). "Words in the Brain's Language". *Behavioral and Brain Sciences*, 22(2), 253-279.
- Purves Dale., Augustine George J., Fitzpatrick David, Hall, William C. LaMantia, Anthony-Samuel and White Leonard E. (2018). *Neuroscience*. Oxford University Press.
- Rak Yoel, Kimbel William H., Moggi-Cecchi Jacopo, Lockwood Charles A. and Menter C. (2021). "The DNH 7 skull of Australopithecus robustus from Drimolen (Main Quarry), South Africa". *Journal of Human Evolution*, 151, 102913. doi:10.1016/j.jhevol.2020. 102913
- Reed Kaye E., Fleagle John G. and Leakey Richard E. (2013). "Vertebrate Paleobiology and Paleoanthropology the Paleobiology of Australopithecus". *Australopithecus in Ethiopia.*, 10.1007/978-94-007-5919-0(Chapter 5), 63–71. doi:10.1007/978-94-007-5919-0_5
- Rehman Amna and Al Khalili Yasir (2023). "Neuroanatomy, Occipital Lobe". In *StatPearls [Internet]*. StatPearls Publishing.
- Reichholf, Josef H. (2014). *İnsanın Evrimi: Beş Milyon Yıllık Macera*. Say Yayınları.
- Richmond Brian G. and Jungers William L. (2008). "Orrorin tugenensis Femoral Morphology and the Evolution of Hominin Bipedalism". *Science*, 319(5870), 1662–1665. doi:10. 1126/science.1154197
- Rightmire, G. Philip (2004). "Brain Size and Encephalization in Early to Mid-Pleistocene Homo". *American Journal of Physical Anthropology*, 124(2), 109–123. doi:10.1002/ajpa. 10346
- Rightmire G. Philip and Lordkipanidze David (2010). *Fossil Skulls from Dmanisi: A Paleodeme Representing Earliest Homo in Eurasia*. Out of Africa I: The First Hominin Colonization of Eurasia, 225-243.

- Rightmire, G. Philip (2023). "Homo habilis". *Encyclopedia Britannica*.
<https://www.britannica.com/topic/Homohabilis>
- Rilling, James K. (2006). "Human and Nonhuman Primate Brains: are they Allometrically Scaled Versions of the Same Design?". *Evolutionary Anthropology. Issues, News, and Reviews*, 15(2): 65-77.
- Roksandic Mirjana, Radović Predrag, Wu Xiu-Jie and Bae Christopher J. (2022). "Resolving the "Muddle in the Middle": the Case for Homo bodoensis sp. Nov". *Evolutionary anthropology*. 31(1): 20–29. <https://doi.org/10.1002/evan.21929>
- Rolian, Campbell (2009). "How to Best Measure 'Opposability' of the Thumb? A Cautionary Note". *Evolutionary Anthropology: Issues, News, and Reviews*, 18(6): 241-245.
- Rolian Campbell, Lieberman Daniel E. and Hallgrímsson Benedikt (2010). "The Coevolution of Human Hands and Feet". *Evolution*, 64(6): 1558-1568.
- Ryan, Michael J. (2021). "Darwin, Sexual Selection and the Brain". *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 118(8):e2008194118.
- Sakıncı, Mehmet (2015). "Beynin ve Aklın Evrimi". *Researchgate Net Publication* 32(41)
- Schrein, Caitlin M. (2015). "Lucy: A Marvelous Specimen". *Nature Education Knowledge* 6(7):2 <https://www.nature.com/scitable/knowledge/library/lucy-a-marvelous-specimen-135716086/>
- Senut Brigitte, Martin Pickford, Dominique Gommery, Pierre Mein, Kiptalam Cheboi, Yves Coppens (2001). "First Hominid From the Miocene (Lukeino Formation, Kenya)". *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences-Series IIA-Earth and Planetary Science*, 332(2), 137-144. doi:10.1016/s12518050(01)01529-4
- Senut, Brigitte (2020). "Orrorin tugenensis Et Les Origines De L'homme : Une Synthèse". *Bulletin de l'Académie Nationale de Médecine*. 204 (3): 258-267 doi:10.1016/j.banm.2019.12. 018.
- Seymour Roger S., Bosiocic Vanya and Snelling Edward P. (2016). "Fossil Skulls Reveal that Blood Flow Rate to the Brain Increased Faster than Brain

- Volume During Human Evolution". *Royal Society Open Science*, 3(8), 160305. doi:10.1098/rsos.160305
- Shapiro, Darshana (2009). "The Hominid Status of *Shalantropus tchadensis* and *Orrorin tugenensis*". *Biological Antropology, Senior Honors Thesis*. <https://deepblue.lib.umich.edu/bitstream/handle/2027.42/79489/shapidar.pdf?sequence=1>
- Siddiqui Shazia Veqar, Chatterjee Ushri, Kumar Devvarta, Siddiqui Aleem and Goyal Nishant (2008). "Neuropsychology of Prefrontal Cortex". *Indian Journal Of Psychiatry*, 50(3), 202–208. <https://doi.org/10.4103/0019-5545.43634>
- Simpson Scott W, Levin Naomi E., Quade Jay, Rogers Michael J. and Semaw Sileshi (2019). "Ardipithecus ramidus Postcrania From the Gona Project Area, Afar Regional State, Ethiopia". *Journal Of Human Evolution*, 129, 1-45.
- Skinner M. (1991). "Bee Brood Consumption: an Alternative Explanation for Hypervitaminosis a in KNM-ER 1808 (*Homo erectus*) From Koobi Fora, Kenya". *Journal of Human Evolution*, 20(6), 493-503.
- Skipper Jeremy I., Goldin-Meadow Susan, Nusbaum Howard C. and Small Steven L. (2007). "Speechassociated Gestures, Broca's Area, and the Human Mirror System". *Brain and Language*, 101(3), 260–277. <https://doi.org/10.1016/j.bandl.2007.02.008>
- Slon Viviane, Mafessoni Fabrizio, Vernot Benjamin, De Filippo Cesare, Grote, Steffi, Viola Bence and Pääbo Svante, et.al. (2018). "The Genome of the Offspring of a Neanderthal Mother and a Denisovan Father". *Nature*. doi:10.1038/s41586-018-0455-x
- Smaers Jeroen B., Rothman Ryan S., Hudson D. R., Balanoff Amy M., Beatty, B., Dechmann Dina Kea Noanoa and Safi K., et.al. (2021). "The Evolution of Mammalian Brain Size". *Science Advances*, 7(18), eabe2101.
- Somma, Ryan (2023). "Homo rudolfensis Skull (KNM-ER 1470)". *World History Encyclopedia*. Retrieved From <https://www.worldhistory.org/image/17316/homo-rudolfensis-skull-knm-er1470/>

- Spiteri Elizabeth, Konopka Genevieve, Coppola Giovanni, Bomar Jamee, Oldham, Michael, Ou Jing, Vernes Sonja C., Fisher Simon E., Ren Bing and Geschwind Daniel H. (2007). “Identification of the Transcriptional Targets of FOXP2, A Gene Linked to Speech and Language, in Developing Human Brain”. *American journal of human genetics*, 81(6), 1144–1157. <https://doi.org/10.1086/522237>
- Spoor Fred, Leakey Meave G. and Leakey Louise N. (2010). “Hominin Diversity in the Middle Pliocene of Eastern Africa: the Maxilla of KNM-WT 40000”. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences*, 365(1556), 3377–3388. <https://doi.org/10.1098/rstb.2010.0042>
- Steiper Michael E. and Young Nathan M. (2006). “Primate Molecular Divergence Dates”. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 41(2), 384–394. doi:10.1016/j.ympev.2006.05.021
- Stern, Lindsay (2020). <https://www.smithsonianmag.com/science-nature/bonobos-teach-humans-about-nature-language-180975191/>
- Steward, Oswald (2012). *Functional neuroscience*. Springer Science and Business Media.
- Stout Dietrich, Hecht Erin, Khreisheh Nada, Bradley , Bruce A. and Chaminade Thierry (2015). “Cognitive Demands of Lower Paleolithic Toolmaking”. *Plos One*, 10(4), e0121804.
- Stout, Dietrich (2011). “Stone Toolmaking and the Evolution of Human Culture and Cognition”. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 366 (1567), 1050-1059.
- Stringer Chris, Grün Rainer, Schwarcz Henry P. and Goldberg Paul (1989). “ESR Dates for the Hominid Burial Site of Es Skhul in Israel”. *Nature*, 338(6218), 756–758. doi:10.1038/338756a0
- Stringer Christopher and Gamble Clive (1993). *In Search of the Neanderthals: Solving the Puzzle of Human Origins*. Thames and Hudson.

- Stringer, Chris (2012). “The Status of Homo heidelbergensis (Schoetensack 1908)”. *Evolutionary Anthropology: Issues, News, and Reviews*, 21(3), 101–107. doi:10.1002/evan.21311
- Stringer, Chris (2015). *Human Evolution: The Many Mysteries of Homo naledi* eLife 4:e10627. <https://doi.org/10.7554/eLife.10627>
- Stringer, Chris (2016). “The Origin and Evolution of Homo sapiens. Philosophical transactions of the Royal Society of London”. *Series B, Biological sciences*, 371(1698), 20150237.
- Susman, Randall L. (1988). “Hand of Paranthropus robustus From Member 1, Swartkrans: Fossil Evidence for Tool Behavior”. *Science*, 240(4853), 781–784. doi:10.1126/science.3129783
- Susman, Randall L. (1994). “Fossil Evidence for Early Hominid Tool Use”. *Science*, 265(5178), 1570-1573.
- Susman, Randall L. (1998). “Hand Function and Tool Behavior in Early Hominids”. *Journal of Human Evolution*, 35(1), 23-46.
- Suwa Gen, Asfaw Berhane, Kono Reiko T., Kubo Daisuke, Lovejoy C. Owen, White Tim D. (2009). “The Ardipithecus ramidus Skull and Its Implications for Hominid Origins”. *Science*, 2(326): 68–68. doi:10.1126/science.1175825,
- Sümer, Murat Mehmet (2021). *İnsan Beyninin Evrimi*, <https://www.herkesebilimteknoloji.com/haberler/yasam/insan-beyninin-evrimi>
- Şimşek, Fitnat (2017). “Paleolitik Dönemde İnsan Türleri”. (Human Categories in the Paleolithic Period), *Uluslararası Amisos Dergisi (The Journal of International Amisos)*, 2(3): 66-85
- Tattersall Ian and Schwartz Jeffrey H. (2006). “The distinctiveness and Systematic Context of Homo neanderthalensis”. *Neanderthals Revisited: New Approaches and Perspectives*, 9-22.
- Tattersall Ian and Schwartz Jeffrey H. (2009). “Evolution of the Genus Homo”. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, 37(1), 67–92. doi:10.1146/annurev.earth.031208.100202

- Tattersall, Ian (2023). “Endocranial Volumes and Human Evolution [version 1; peer review: 2 approved]”. *F1000Research*, 12:565 doi.org/10.12688/f1000research.131636.1
- Tattersall, Ian (2024). “Homo sapiens”. *Encyclopedia Britannica*. <https://www.britannica.com/topic/Homo-sapiens>
- Tawane Gaokgatlhe M. and Thackeray J. Francis (2018). “The Cranium of Sts 5 (“Mrs Ples”) in Relation to Sexual Dimorphism of *Australopithecus africanus*”. *South African Journal of Science*, 114(1/2). doi:10.17159/sajs.2018/a0249
- Tobias, Phillip V. (1965). “Australopithecus, Homo habilis, Tool-Using and Tool-Making”. *The South African Archaeological Bulletin*, 20(80), 167. doi:10.2307/3887824
- Tobias, Phillip V. (1968). “Cultural Hominization Among the Earliest African Pleistocene Hominids”. *Proceedings of the Prehistoric Society*, 33, 367–376. doi:10.1017/S0079497X00014134
- Tomasello, Michael (2000). “Primate Cognition: Introduction to the Issue”. *Cognitive Science*, 24(3), 351–361. doi:10.1207/s15516709cog2403_1
- Tracy, Derek K. (2023). “Hominin Evrimi Homo sapiens' in Kökenleri”. *Evrimsel Psikiyatri*, 35.
- Turner, Mark (Ed.). (2006). “The Artful Mind: Cognitive Science and the Riddle of Human Creativity”. *Oxford University Press*.
- Tuttle R. Howard, Trinkaus Erik, Williams and Frank L'Engle (2024). “Neanderthal”. *Encyclopedia Britannica*. <https://www.britannica.com/topic/Neanderthal>
- Türk, Hüseyin (1998). “Beyin Evrimi Işığında Dilin Kökeni”. *Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi*, 38(1-2), 427-549.
- Tyler, Tom (2010). *The rule of thumb*. *JAC*, 435-456.
- Valladas H., Reyss J. L., Joron J. L., Valladas G., Bar-Yosef O. and Vandermeersch B. (1988). “Thermoluminescence Dating of Mousterian Troto-Cro-Magnon remains From Israel and the Origin of Modern Man”. *Nature*, 331(6157), 614-616.

- Verendeefv Andrey and Sherwood Chet C. (2017). "Human Brain Evolution". *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 16, 41–45. <https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2017.02.003>
- Vidal Céline M., Lane Christine S., Asrat Asfawossen, Barfod Dan N., Mark Darren F., Tomlinson Emma L. and Oppenheimer Clive (2022). Age of the Oldest Known Homo sapiens From Eastern Africa". *Nature*, 601(7894), 579-583.
- Vikipedi (2024). https://tr.wikipedia.org/wiki/KNM_ER_3733
- Vikipedi (2008). https://tr.m.wikipedia.org/wiki/Dosya:Fossil_KNM-ER_3883.JPG
- Vila-Pueyo Marta, Hoffmann Jan, Romero-Reyes Marcela and Akerman Simon (2019). "Brain Structure and Function Related to Headache: Brainstem Structure and Function in Headache". *Cephalalgia*, 39(13), 1635-1660.
- Vinicius Lucio and Lahr Marta Mirazon (2003). "Morphometric Heterochrony and the Evolution of Growth". *Evolution*, 57(11), 2459–2468. doi:10.1111/j.0014-3820.2003.tb01491.x
- Wagner Günther A., Maul Lutz Christian, Löscher Manfred and Schreiber, H. Dieter (2011). "Mauer – the Type Site of Homo heidelbergensis: Palaeoenvironment and Age". *Quaternary Science Reviews*, 30(11-12), 1464–1473. doi:10.1016/j.quascirev.2010.01.013
- Walker Alan and Shipman Pat (1996). "The Wisdom Of Bones In Search Of Human Origins, Weidenfeld and Nicolson, London". <https://folk.ntnu.no/krill/references/Walker%20&%20Shipman%201996.pdf>
- Wang Weijie, Crompton Robin H., Carey Tanya S., Günther Michael M., Li Yu, Savage Russell and Sellers Williams I. (2004). "Comparison of Inverse-dynamics Musculo-Skeletal Models of AL 288-1 Australopithecus afarensis and KNM-WT 15000 Homo ergaster to Modern Humans, with Implications for the Evolution of Bipedalism". *Journal of Human Evolution*, 47(6), 453–478. doi:10.1016/j.jhevol.2004.08.007
- Ward Carol, Leakey Meave and Walker Alan (1999). "The new hominid species Australopithecus anamensis". *Evolutionary Anthropology: Issues, News*,

- and Reviews*, 7(6),197–205. doi:10.1002/(sici)1520-6505(1999) 7:6<197:aid-evan4>3.0.co;2
- Ward, C. V., Leakey, M. G. and Walker, A. (2001). “Morphology of *Australopithecus anamensis* From Kanapoi and Allia Bay, Kenya”. *Journal of Human Evolution*, 41(4), 255–368. doi:10.1006/jhev.2001.0507
- Ward Carol V., Plavcan Michael J. and Manthi Fredrick K. (2010). "Anterior Dental Evolution in the *Australopithecus anamensis-afarensis* Lineage". *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences*, 365(1556), 3333–3344. <https://doi.org/10.1098/rstb.2010.0039>
- Ward C.V., Manthi F.K., Plavcan Michael J. (2013). “New Fossils of *Australopithecus anamensis* from Kanapoi, West Turkana, Kenya (2003–2008)”. *Journal of Human Evolution*, 65(5), 501–524. doi:10.1016/j.jhevol.2013.05.006
- Welker, Barbara Helm (2017). "The History of Our Tribe: Hominini". *Open SUNY Textbooks*. <https://knightscholar.geneseo.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1003&context=oer-ost>
- White Timothy, Johanson, D. C. and Kimbel William H. (1983). “*Australopithecus africanus*: its Phyletic Position Reconsidered”. *New Interpretations of Ape and Human Ancestry*, 721–780. doi:10.1007/978-1-46848854-8_29
- White Tim D., Asfaw Berhane, DeGusta David, Gilbert Henry., Richards Gary D., Suwa Gen and Clark Howell F. (2003). “Pleistocene *Homo sapiens* From Middle Awash, Ethiopia”. *Nature*, 423 (6941), 742–747. doi:10.1038/nature01669
- White, Randall (2006). “The Women of Brassempouy: A Century of Research and Interpretation”. *Journal of Archaeological Method and Theory*, 13(4), 251-304.
- White, Tim D. (2009). “The Geological, Isotopic, Botanical, Invertebrate and Lower Vertebrate Surroundings of *Ardipithecus ramidus*”. *Science*, 326(5949), 65–65, 65e1–65e5. doi:10.1126/science.1175817

- White Tim D., Ambrose Stanley H., Suwa Gen, Su Denise F., DeGusta David, Bernor Raymond L., Boissarie J.-R., Brunet Michel, Delson Eric, Frost Stephen, Garcia Nuria, Giaourtsakis Ioannis X, et al. (2009). “Macrovertebrate Paleontology and the Pliocene Habitat of *Ardipithecus ramidus*”. *Science*, 326(5949), 67–67, 87-93. doi:10.1126/science.1175822
- White Tim D., Asfaw Berhane, Beyene Yonas, Haile-Selassie Yohannes, Lovejoy C. Owen, Suwa Gen and WoldeGabriel Giday (2009). “*Ardipithecus ramidus* and the Paleobiology of Early Hominids”. *Science*, 326(5949), 64-86. doi:10.1126 /science.1175802
- White, Tim D. (2021). “*Ardipithecus*”. *Encyclopedia Britannica*. <https://www.britannica.com/topic/Ardipithecus>. Erişim tarihi: 4 Eylöl 2023.
- Williams F. L'Engle, Trinkaus Erik and Tuttle Russell Howard (2024). “Neanderthal”. *Encyclopedia Britannica*. <https://www.britannica.com/topic/Neanderthal>
- Wolde Gabriel G., Ambrose S. H., Barboni D., Bonnefille R., Bremond L., Currie, B., DeGusta D., Hart W. K., et al. (2009). “The Geological, Isotopic, Botanical, Invertebrate, and Lower Vertebrate Surroundings of *Ardipithecus ramidus*”. *Science*, 326(5949), 65–65, 65e1-65e5. doi:10.1126/science.1175817
- Wood Bernard and Schroer Kes (2013). “Paranthropus”. *A Companion to Paleoanthropology*, 457–478. doi:10.1002/9781118332344.ch24
- Wood Bernard A. and Patterson David B. (2020). “Paranthropus Through the Looking Glass”. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 202016445. doi:10.1073/pnas.2016445117
- Woods Alan and Grant Ted (1995). *Akılın İsyanı: Marksizm ve Modern Bilim*. Evrensel Basım Yayın: Yordam kitap.
- Wynn, Thomas (2002). “Archaeology and Cognitive Evolution”. *Behavioral and Brain Sciences*, 25(3), 389-438.
- Yavuz Meşe, Cansev (2022). *Beslenmenin Evrimi*. Sosyal ve Beşeı Bilimlerde Güncel Araştırmalar-I.

- Yılmaz, Yasemin (2021). “Tarih Öncesinde Sanat ve Bağlamları”. *Tykhe Sanat ve Tasarım Dergisi*, 6(11), 178-215.
- Zararsız İsmail ve Sarsılmaz Mustafa (2005). “Prefrontal Korteks”. *Türkiye Klinikleri Journal of Medical Sciences*, 25(2), 232-237.
- Zilhão João, Angelucci Diego E., Badal-García Ernestina, D’Errico Francesco, Daniel Floréal, Dayet Laure and Villaverde Valentín (2010). “Symbolic use of Marine Shells and Mineral Pigments by Iberian Neandertals”. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(3), 1023-1028.
- Zollikofer Christoph P., Ponce de León Marcia S., Lieberman Daniel E., Guy Franck, Pilbeam David, Likies Andossa, Mackaye Hassane T., Vignaud Patrick and Brunet Michel (2005). “Virtual Cranial Reconstruction of *Sahelanthropus tchadensis*”. *Nature*, 434(7034), 755–759. <https://doi.org/10.1038/nature03397>

İnternet Kaynakları

- <http://efossils.org/page/boneviewer/Paranthropus+boisei/OH+5> (12.07.2023)
- <http://talkorigins.org/faqs/homs/wt40000.html> (12.05.2023)
- <https://anth315taungchild.wordpress.com/2017/02/01/first-blog-post/> (12.05.2023)
- <https://arkeofili.com/ispanyada-magara-kasiflerinin-tesadufi-buz-devri-kesfi/> (12.05.2023)
- <https://boneclones.com/product/australopithecus-robustus-skull-sk-48-BH-003> (11.07.2023).
- https://cloudflareipfs.com/ipfs/QmXoyvizjW3WknFiJnKLwHCnL72vedxjQkDDP1mXWo6uco/wiki/Cro_Magnon.html (14.05.2023)
- <https://efossils.org/page/boneviewer/homo%20neanderthalensis/> (14.05.2023)
- <https://en.wikipedia.org/wiki/Kenyanthropus>(14.05.2023)
- https://en.wikipedia.org/wiki/La_Chapelle-aux-Saints_1#External_links(14.05.2023)
- <https://humanorigins.si.edu/evidence/human-fossils/fossils/la-ferrassie> (11.07.2023)
- <https://humanorigins.si.edu/evidence/human-fossils/species/homo-habilis>(14.05.2023)

<https://mayfieldclinic.com/pe-anatbrain.htm> (14.05.2023)

https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/ajpa.21255?casa_token=URd8itsdIR0AAAAA:rzTcaZRvu4weaCNQJfrUDMQ-Fjj6zTd68WVUHjVGRl4_3oSu1-MFj9CSHr9zCTRVTDcELlO8lL_08HjG(14.05.2023)

https://tr.wikipedia.org/wiki/Cava_insan%C4%B1#/media/Dosya: Pithecanthropus_ erectus-PeterMaas_Naturalis.jpg(14.05.2023)

https://tr.wikipedia.org/wiki/Serebral_korteks#/media/Dosya: Frontal_lobe_animation.gif

https://www.arkeolojisanat.com/shop/blog/dunyanin-ilk-yanlis-anlasilan-sanatcilari-neandertaller_3_340239.html(14.05.2023)

https://www.arkeolojisanat.com/shop/blog/homo-sapiens-sanilandan-daha-yasli_3_1351274.html (14.06.2023)

https://www.arkeolojisanat.com/shop/blog/homo-sapiens-sanilandan-daha-yasli_3_1351274.html (14.05.2023)

<https://www.beyincerrahisi.org/TR,1203/beynin-anatomik-yapisi.html> (13.06.2023)

<https://www.britannica.com/topic/Cro-Magnon>(13.06.2023)

[https://www.cell.com/current-biology/pdf/S0960-9822\(13\)01607-2.pdf](https://www.cell.com/current-biology/pdf/S0960-9822(13)01607-2.pdf) (13.06.2023)

<https://www.cognifit.com/tr/brain-parts> (18.07.2024)

<https://humanorigins.si.edu/evidence/human-fossils/fossils/taung-child> (11.07.2023)

<https://www.cognifit.com/tr/brain-parts#:~:text=%C3%96NBEY%C4%B0N%3A%20falondaki%20en%20geli%C5%9Fmi%C5%9F%20ve,hipotalamus%20gibi%20%C3%B6nemli%20yap%C4%B1lardan%20olu%C5%9Fur.> (13.06.2023)

https://www.dlt.ncssm.edu/tiger/360views/Hominid_Skull-A_africanus_STS-5_1200x900/index.html (13.06.2023)

<https://www.efossils.org/page/boneviewer/homo%20habilis/KNM-ER%201813>(13.06.2023)

<https://www.elcerrahi.com/solunum-sistemi-anatomisi.html>(13.06.2023)

<https://www.elcerrahi.com/solunum-sistemi-anatomisi.html>(13.06.2023)

<https://www.indyturk.com/node/459391/bi%CC%87li%CC%87m/modern-insana-ait-en-eski-fosillerden-biri-asl%C4%B1nda-daha-da-eskiymi%C5%9F>(23.06.2023)

<https://www.istockphoto.com/tr/vekt%C3%B6r/aurignacian-objects-menton-fossil-adam-balzi-rossi-caves-liguria-italya-43-000-i%C3%A7in-gm1133852757-301088998>(13.06.2023)

<https://www.livescience.com/29365-human-brain.html>(13.06.2023)

<https://www.medicabil.com/tr/yazi/omurilik-nedir-gorevleri-nelerdir>(13.06.2023)

<https://www.memorial.com.tr/saglik-rehberi/omurilik-nedir>(13.06.2023)

<https://www.mutlakbilim.net/evrim/bakteri-arke-ve-gunumuze-kadar-evrim/>(13.06.2023)

https://www.physio-pedia.com/Brain_Anatomy(13.06.2023)

https://www.reddit.com/r/interestingasfuck/comments/17bvx7t/scientists_luella_and_winthrop_kellogg_raised/?rdt=40856 (13.06.2023)

https://www.researchgate.net/figure/The-anatomy-of-the-cerebrum-in-the-human-brain-89_fig2_362596827(13.06.2023)

<https://www.simplypsychology.org/limbic-system.html>(13.06.2023)

<https://www.thoughtco.com/frontal-lobes-anatomy-373213>(13.06.2023)

<https://www.thoughtco.com/temporal-lobes-anatomy-373228> (13.06.2023)

https://www.wikipedia.tr-tr.nina.az/%C4%B0nsan_Evrimi.html#cite_ref-Schrenk/Bromage_2000_82-4(13.06.2023)

https://www.wikiwand.com/en/KNM-ER_406(20.07.2023)

<https://www.worldhistory.org/image/6268/turkana-boy/> (13.06.2023)

johnhawks.net/weblog/are-the-earliest-modern-human-skulls-really-modern/(20.07.2023)

Vikipedi (2008). https://tr.m.wikipedia.org/wiki/Dosya:Fossil_KNM-ER_3883.JPG

Vikipedi, (2024). https://tr.wikipedia.org/wiki/KNM_ER_3733(20.07.2023)

Vikipedi, (2024). https://tr.wikipedia.org/wiki/OH_24(20.07.2023)

ÖZ GEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı: Nagehan Merve AYBARS

Uyruğu: TC

