

## Book Review

Friederici, A. D. (2017). *Language in our brain: The origins of a uniquely human capacity*. MIT Press.

İpek Pınar Uzun

ORCID:0000-0003-3103-0758

Ankara Üniversitesi, Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi, Dilbilim Bölümü,  
Ankara

bekar@ankara.edu.tr

(Gönderilme tarihi 15 Aralık 2020; kabul edilme tarihi 17 Aralık 2020)

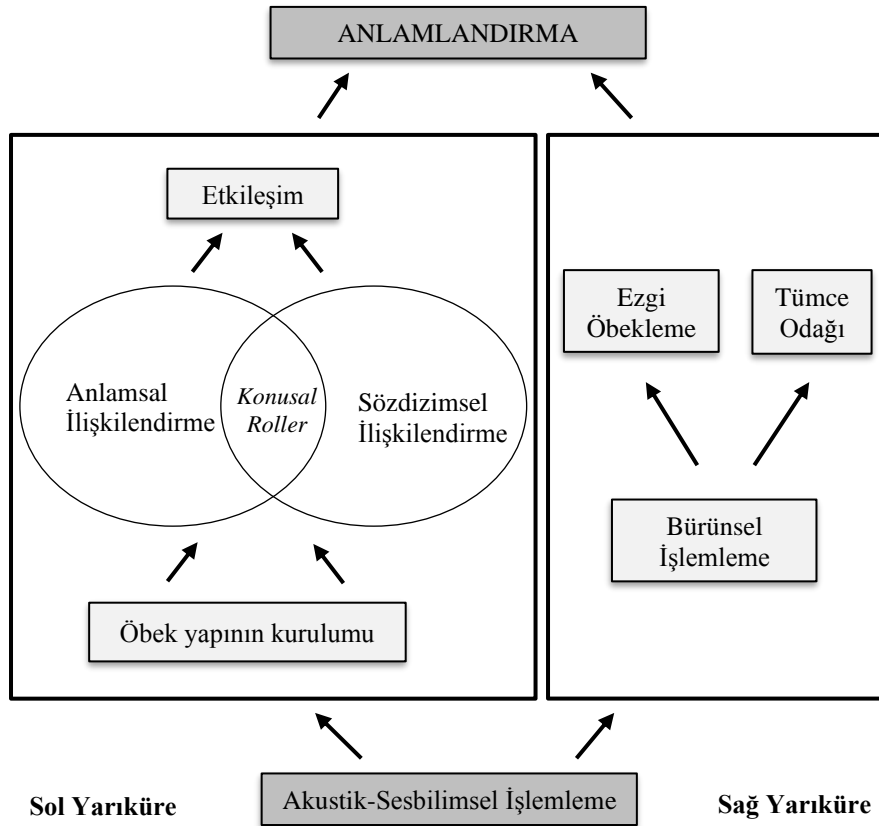
### 1 Giriş

Dil sisteminin beyindeki işlenişi uzun yıllardan beri hem sinirdilbilim hem de psikodilbilim alanyazınına önemli bir araştırma konusunu oluşturmaktadır. Günümüz araştırmalarında sesbilimsel, biçimbilimsel, sözdizimsel, anlambilimsel, kullanımbilimsel olmak üzere beş temel dil bileşeni ve bu bileşenlerin arakesitsel görünüşleri çeşitli beyin görüntüleme teknikleriyle incelenmektedir. Dil bileşenlerinin beyindeki işlenişi, hem zamansal beyin görüntüleme tekniklerinin kullanıldığı Elektroensefalografi (EEG), Manyetikensefalografi (MEG) gibi beyin dalgalarının ölçüldüğü tekniklerle, hem de uzaysal beyin görüntüleme tekniklerinin kullanıldığı İşlevsel Manyetik Rezonans Görüntüleme (fMRI), Difüzyon Tensor Manyetik Rezonans Görüntüleme (DTI), İşlevsel Yakın-Kızılötesi Spektroskopisi (fNIRS) gibi lokalizasyona dayalı aktivasyonu ölçen tekniklerle ölçülebilmektedir. Bununla birlikte, yinelenen Transkraniyal Manyetik Stimülasyon (rTMS) gibi uzaysal ya da zamansal yöntemlerle birlikte kullanılabilen kimi tekniklerle de dil bileşenleri incelenebilmektedir.

Konuşma eyleminin gerçekleştirilmesi için ilk basamak olarak tanımlanan sesbilimsel bileşen, beyinde seslerin kodlanması ve seslerin birleşerek biçimbirimler ve öbek yapılarına dönüşmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Konuşma sırasında anlam ayırıcı en küçük birimler olan sesbirimler sözlükçeden konuşma seslerini seçme ve birleştirme yoluyla biraraya getirip, ses yolunda bulunan kaslarla konuşmanın üretilmesini sağlamaktadır. Bu bileşenin parçalı

ses dizgesi beynin sol yarıküresinde işlemlenirken, parçalarüstü ses dizgesinin (bürün dizgesinin) beynin sağ yarıküresinde işlemlendiği varsayılmaktadır. Öbek yapı üretiminin ikinci basamağını oluşturan biçimbilimsel bileşen ve bu bileşenle birlikte işlemlenen üçüncü bir basamak olarak tanımlanabilir sözdizimsel bileşen, beynin sol yarıküresinde işlemlenerek, evrensel dilbilgisi kuralları çerçevesinde eklerin ve öbek yapının oluşumunu ve sözcük üretiminin gerçekteşimini sağlamaktadır. Beynin yorumlayıcı bileşenlerinden biri olan ve dil sisteminin dördüncü basamağını oluşturan anlambilimsel bileşen, öbek yapılar arasında kavramsal ve mantıksal ağın oluşmasında, dünya bilgisinin anlamlandırılması ve algılanması gibi süreçlerde rol oynamaktadır. Dil sisteminin yorumlayıcı bir bileşenini olarak ele alınan son basamak ise kullanımbilimsel bileşenidir. Bu bileşen, dilin kurucu bileşenleri olarak tanımlanan sesbilimsel, biçimbilimsel ve sözdizimsel bileşenleri ve yorumlayıcı anlambilimsel bileşenle birlikte beynin sağ yarıküresinde işlemlenerek, konuşucu ve alıcı arasındaki artalan bilgisinin ve figüratif anlatımının biçimlendirilmesini, anlamlandırılmasını ve üretilmesini sağlamaktadır (Friederici, 2002; Friederici ve Alter, 2004, Hickok ve Poeppel, 2000, 2004, 2007).

şekil 1. İşitsel Dil Anlamlandırmanın Bilişsel Modeli (Friederici, 2017: 16)



Friederici (2017:16)'dan uyarlanarak oluşturulan yukarıdaki Şekil 1'de, dilin işitsel olarak anlamlandırılması sürecinde beynin sol ve sağ yarıkürelerine özgü bilişsel basamakların nasıl işlendiğine yönelik bir şema sunulmaktadır. İşitsel Tümce Anlamlandırmanın Dinamik Çift-Yönlü İşleme Modeli çerçevesinde Friederici (2011)'den uyarlanarak bu kitaba yerleştirilmiş olan modelde, dilin tüm bileşenlerinin birbiriyle etkileşim içinde olduğu, sol ve sağ yarıkürenin bu süreçte rolleri ve işitsel olarak dilin anlamlandırılmasında sözdizimsel, anlambilimsel ve bürünsel bileşenlerinin baskın rolde olduğu vurgulanmaktadır.

Bu yazıda, dil sisteminin uzaysal ve zamansal işlenişini, İşitsel Tümce Anlamlandırmanın Dinamik Çift-Yönlü İşleme Modeli (Friederici, 2002, 2011, 2012) çerçevesinde inceleyerek alanyazına çok sayıda araştırmayı kazandıran sinirdilbilimci Angela D. Friederici'nin kaleme aldığı *Language in our Brain: The Origins of a Uniquely Human Capacity* adlı kitabı tanıtılmaktadır. Avram Noam Chomsky tarafından önsözü yazılmış ve *The MIT Press (Cambridge, MA)* tarafından 2017'de yayınlanmış olan bu kitap çalışması, dilin biyolojik evrimini, sinirdilbilimsel alt yapısının nasıl bir oluşum sürecinden geçtiğini ve bu sürecini bilişsel basamaklarını işitsel ve görsel tabanlı işleme modelleri çerçevesinde dilbilimsel bakış açısıyla tartışmaktadır. Dil sisteminin beyindeki işlenişini üzerine önemli bir kaynak ve araştırma kitabı niteliği taşıyan bu kitabın ilk bölümlerinde, dilin üretimi ve anlamlandırılmasına yönelik bilişsel süreçlerinin sinir ağlarıyla nasıl yapılandığına, bu bileşenlerin beyindeki zamansal işleniş ve uzaysal konumlarına ilişkin kısımlar ve bilişsel modeller, alanyazından çok sayıda örnekle tartışılmaktadır. Kitabın ikinci bölümünde, sözdizimsel kurallar ve öbek yapının oluşumuna yönelik anlamlandırma ve üretim tabanlı kısımlar dünya dillerinden örneklerle ele alınırken, kitabının izleyen bölümlerinde dil edinimi süreçleri, dilin evrimi ve sinirsel ağların işleyişi kapsamlı bir biçimde okuyucuya aktarılmaktadır.

## **2 Dilin İşitsel Anlamlandırmasında Beyin Görüntüleme Tekniklerinin ve Dil Bileşenlerinin Rolü**

Kitabının ilk bölümünü oluşturan, dilin işitsel olarak algılanması ve anlamlandırılmasının bilişsel modellerle ele alındığı bu bölümde Friederici, EEG, MEG, DTI, fMRI, fNIRS, rTMS ve yapısal rezonans görüntüleme gibi çeşitli beyin görüntüleme teknikleriyle incelenen araştırmalardan elde edilen verileri dilin temel bileşenleri çerçevesinde yorumlamaktadır. Sistemin ilk parçasını oluşturan akustik ve sesbilimsel işleme olarak ele alınan sesbilimsel bileşen, akustik konuşma girdisiyle işitsel tümce anlamlandırma arasında bağ kurarak farklı basamakları, beynin birincil işitsel korteksindeki işitsel kortikal sinir ağlarıyla ilişkilendirilmektedir. Friederici, yapılan araştırmalar sonucunda bu ağların, beynin ön ve arka üst bölgelerindeki temporal yolaklarla ve üst ile orta bölge arasında konumlanan üst temporal sulkusla (TS) bağlantılı olduğunu

öne sürmektedir. Konuşmanın tanımlanması ile beyindeki sesbilimsel ulamlama arasındaki temel ayrımı yapmada (Obleser, Lahiri ve Eulitz, 2003) ve sesbirim ile seslem yapısının algılanmasında (Dehaene-Lambertz, Dupoux ve Gout, 2000; Phillips, Pellathy, Marantz, Yellin, Wexler, Poeppel, McGinnis ve Roberts, 2000) etkin rol oynayan Negatif 100 (N100) beyin potansiyeline vurgu yapmaktadır. N100, ses başlangıç zamanının ötümlü ve ötümsüz ünsüzlerde süre etkisinin belirlenmesinde tepe noktasına ulaşan ayırıcı özellikli bir olaya ilişkin beyin potansiyeli olarak ele alınmaktadır. N100 bileşeni ile birlikte akustik ve sesbilimsel işleme sürecinde etkin rol oynayan diğer olaya ilişkin beyin potansiyelleri, Uyumsuz Negativite Etkisi (MMN) ve Pozitif 300 (P300) bileşeninin P3a ve P3b potansiyelleridir. Friederici, işitsel olarak bir uyarının sunumundan sonra ortaya çıkan bu potansiyellerin, bilişsel süreçler, dikkat ve işleyen belleği inceleyen araştırmalarda (Phillips ve diğ. 2000; Campbell, Winkler ve Kujala, 2007; Friederici, Friedrich ve Weber, 2004) gözlemlendiği betimlemektedir.

Friederici (2017), sesbilimsel bileşeni, beynin sol ve sağ yarıküresinde konuşmanın ilk basamağını oluşturan parçalı ve parçalarüstü sesbirimlerle ilişkilendirerek, parçalarüstü sesbirimleri diğeri dil bileşenlerini tanımladıktan sonra ele almaktadır. Friederici'ye göre, sol yarıküredeki birincil işitsel korteks konuşma seslerinin belirlenmesinde, sağ yarıküredeki birincil işitsel korteks ise bürün dizgesinin oluşumunda rol oynamaktadır. Bürün dizgesinin beynin hem sol hem de sağ yarıküresiyle ilişkili bir bileşen olarak kabul eden Friederici, bu dizgenin zamansal belirlenmesinde Son Pozitif Sapma (SPS) (Steinhauer, Friederici ve Alter, 1999) ve Sağ Ön Negativite Etkisi (Eckstein ve Friederici, 2005, 2006) potansiyellerinden söz etmektedir. SPS, ezgi öbekleri arasında verilen kısa aralar sonucunda oluşan ve ezgi öbeklerini birbirinden ayıran bir potansiyeldir. Steinhauer ve diğeri (1999)'da ilk Almandada bulgularan bu pozitif yönlü bileşeni Friederici, Flemenkçe (Kerkhofs, Vonk, Schriefers ve Chwilla, 2007; Bögels, Schriefers, Vonk, Chwilla ve Kerkhofs, 2010), Japonca (Wolff, Schlesewsky, Hirotsu ve Bornkessel-Schlesewsky, 2008), İngilizce (Itzhak, Pauker, Drury, Baum ve Steinhauer, 2010) gibi dillerde de gözlemlendiğini betimlemiştir. Sağ Ön Negativite Etkisi ise, bürün dizgesinin sözdizimsel bileşenle olan etkileşimi sonucunda bürünsel özelliklerin bozulması tabanında (Eckstein ve Friederici, 2005, 2006) ele alınmıştır. Uzaysal işlemede ise, bürün dizgesinin belirlenmesinde özellikle her iki yarıküyeyi birbirine bağlayan ve beyindeki en geniş lif demetini içeren korpus kallosumun (Hofer ve Frahm, 2006; Sammler, Kotz, Eckstein, Ott ve Friederici, 2010) rolüne vurgu yapılmaktadır.

Dilin biçimbilimsel işlenişini, biçimsözdizimsel süreçler altında zamansal ve uzaysal görüntüleme tekniklerinin kullanıldığı araştırmalardan elde edilen bulgularla yeniden yorumlayan Friederici (2017), bu süreci sözcük oluşumu, sözlüksel girdi, öbek yapının ilk kurulumu, sözdizimsel karmaşıklık,

türetimsel süreçler, yapay dilbilgisi, işleyen bellek ve sözdizimsel belirsizlik gibi pek çok alt konu çerçevesinde incelemektedir. Biçimsözdizimsel süreçte öncelikli olarak zamansal işleme araştırmalarının önemini vurgulayan Friederici, Erken Sol Ön Negativite (ELAN) Etkisi (Hahne ve Friederici, 1999) üzerinden öbek yapının kurulumu sürecini tartışmaktadır. Erken Sol Ön Negativite, uyarın sunumundan sonra yaklaşık 120-200 milisaniye (ms) aralığında tepe noktasına ulaşan ve dilbilgisel bozulma içeren tümcelerde gözlemlenen bir potansiyeldir (Gunter, Friederici ve Hahne, 1999; Hahne ve Friederici, 2002; Eckstein ve Friederici, 2006; Friederici ve Weissenborn, 2007; Herrmann, Maess, Hahne, Schröger ve Friederici, 2011). Uzaysal işlemede ise Friederici, frontal ve temporal korteksin öbek yapının ilk kurulum aşamasında rol oynadığına ve frontal operkulumun sözcük oluşumundaki etkisine (Herrmann ve diğ., 2011; Friederici, Meyer ve von Cramon, 2000; Friederici, Rüschemeyer, Hahne ve Fiebach, 2003; Vandenberghe, Nobre ve Price, 2002) değinmektedir. Bununla birlikte, Sol Ön Negativite (LAN) Etkisinden özne-eylem uyumsuzluğu tabanında söz eden Friederici, uyarın sunumundan sonra 300-500 ms aralığında tepe noktasına ulaşan bu bileşeni, biçimsözdizimsel süreçlerle (Gunter, Friederici, Schriefers, 2000; Silva-Pereyra ve Carreiras, 2007; Friederici ve Weissenborn, 2007; Molinaro, Barber, Caffarra ve Carreiras, 2015) ilişkilendirmektedir.

Yapay dilbilgisinin öbek yapının kurulumundaki etkisini inceleyen pek çok araştırmayı da örnekleyen Friederici, bu sürecin anlambilimsel giridiyle de ilişkilendirilmesi gerektiğini ileri sürmektedir (Pettersson, Forkstam ve Ingvar, 2004; Friederici, Bahlmann, Heim, Schubotz ve Anwander, 2006; Pettersson, Folia ve Hagoort, 2012). Doğal dil işleme sürecini inceleyen bu fMRI araştırmalarından elde edilen temel bulgular, Broka alanının dilbilgisel özellikler içermeyen ardışık işlemede etkin rol oynadığını, sol inferior frontal alanların sözdizimsel taşımada özelleşmiş alanlar içerdiğini ileri sürmektedir. Ayrıca Friederici, yapay dilbilgisinin sözdizimsel bileşenin işlemlenmesinde, ön ve üst temporal girüs (TG) ile frontal operkulumun basit sözdizimsel işlemede, Broka alanında BA 44 alanının ise daha karmaşık süreçlerde etkin olduğunu tartışmaktadır. Sözdizimsel bileşenin işlemlenmesinde önemli bir rolü olan Birleştirme etkisini yapay dilbilgisi tabanlı araştırmalar üzerinden yorumlayan Friederici, BA 44 alanın, TG ve frontal operkuluma göre kurucu rol oynadığını (Zaccarella ve Friederici, 2015) ileri sürmektedir.

Sözdizimsel bileşeni, karmaşıklık, taşıma ve çalkalama etkisi (Santi ve Grodzinsky, 2010) üzerinden inceleyen araştırmalarda nesne ve özne ad öbeklerinin tümcedeki konumları ele alınmaktadır. Buna göre Friederici, uzaysal işlemede alt frontal girüsün (Grewe, Bornkessel, Zysset, Wiese ve von Cramon, 2005) ve BA 44'ün (Friederici, Fiebach, Schlesewsky, Bornkessel ve von Cramon, 2006; Meyer, Obleser, Anwander ve Friederici, 2012) etkisine değinmektedir. Friederici, sözdizimsel bileşenle aynı zamanda işleyen bellek

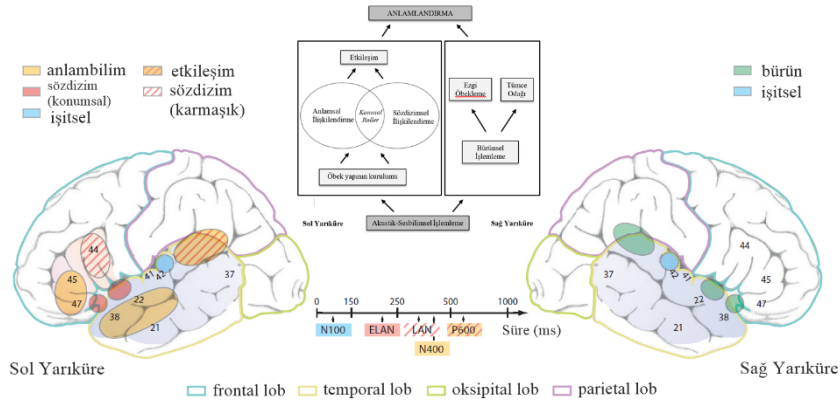
tabanlı araştırmalarla (Makuuchi, Bahlmann, Anwander ve Friederici, 2009; Rogalsky ve Hickok, 2011; Meyer, Spunt, Berkman, Taylor ve Liberman, 2012) ilişkilendirmektedir. Bu araştırmalarda Friederici, temporo-parietal alanların sözel belleğin işlemlenişinde, BA 44 alanının ise sözdizimsel dizilişte uzak etki sağlayan bir sinirsel kaynak olduğunu ileri sürmektedir. Uzaysal görüntüleme tekniği kullanan araştırmalardan elde edilen verilere göre Friederici, işleyen belleğin tümce işlemelemede iki temel rolü olduğunu ortaya koymaktadır. Sözdizimsel işlemelemede Prefrontal kortekste BA 44/45 ve alt frontal sulkus alanları etken rol oynamaktadır. Parietal ve temporo-parietal kortekslerde ise sözdizimsel bileşen ve sözel işleyen bellek arasındaki etkileşimsel süreç ele alınmaktadır.

Anlambilimsel bileşen, sözdizimsel bileşenle birlikte yorumlayan Friederici (2017), uydurma ve doğal sözcük kullanımında beynin sol yarıküresinde alt frontal girüste BA 44/45/47, üst temporal lob, arka ve üst TG ve TS alanlarında aktivasyon olduğuna (Tyler, Meredith, Randall, Wright, Marslen-Wilson ve Stamatakis, 2010; Goucha ve Friederici, 2015) değinmektedir. Bu araştırmalardan elde edilen bulgulardan yola çıkarak, BA 44 ve BA 45 alanlarının sözdizimsel ve anlambilimsel işlemelemede birbirinden farklı yollar içerdiğini ileri süren Friederici, BA 44'ü sözdizimsel süreçlerde, BA 45'i ise sözdizim-anlambilim arakesitinde aktive olan bir beyin alanı olarak tanımlamaktadır. Anlambilimsel bileşenin uzaysal beyin görüntüleme teknikleriyle incelendiği çok sayıda araştırmanın bulgularının biraraya getirilmesiyle elde edilen meta analiz bulgularını (Zaccarella ve Friederici, 2016) yorumlayan Friederici, eylemlerin üye yapısının belirlenmesinde rol yapısının etkisini ve anlambilimsel bilginin yoksunluğunu, arka, orta ve üst TG ile TS üzerinden yorumlamaktadır. Öte yandan, meta analiz bulguları, anlambilimsel ve sözdizimsel işlemelemede sol yarıkürde alt frontal girüs, BA 44/45/47 gibi alanların aktive olduğu, ancak BA 44'ün sözdizimsel işlemelemede özelleşmiş bir rol oynadığı dile getirilmektedir. Friederici, karmaşık anlambilimsel süreçlerin işlemlenişinde sol angüler girüsün ve sol temporal lobun başat rolde olduğunu işlevsel bağlantısallık analizi içeren pek çok farklı uzaysal görüntüleme tekniği içeren araştırmadan (Bemis ve Pykkänen, 2011, 2013; Hartwigsen, Golombek ve Obleser, 2015; Molinaro, Paz-Alonso, Duñabeitia ve Carreiras, 2015) elde edilen bulgularla yorumlamaktadır.

Zamansal görüntüleme tekniklerinin kullanıldığı araştırmalardan elde edilen bulguları N400 (*Negative 400*) potansiyeli üzerinden yeniden yorumlayan Friederici, tümce düzeyinde anlambilimsel bozulmalarda ve sözlüksel-anlamsal bilginin bütünleştirilmesinde bu potansiyelin ortaya çıktığı araştırmalara (Kutas ve Hillyard, 1980; Hahne ve Friederici, 2002; Kutas ve Federmeier, 2000) değinmektedir. Friederici (2017), N400'ü sözcüğün sözlüksel içerik içermemesi (uydurma sözcük kullanımı gibi), bir sözcük çiftinde ikinci konumdaki sözcüğün ilk sözcükle anlamsal açıdan uyumsuzluk içermesi, bir tümcenin eylem ve üye

yapısının seçimine dayalı bir kısıtlama/bozulma oluşması ve dünya bilgisine yönelik durumlarda N400'ün genliğinin arttığını belirtmektedir. Ancak bir tümcede sözcüklerin öngörülebilirlik düzeyi genişledikçe, bu potansiyelin genliği azalmaktadır. Sözdizimsel ve anlambilimsel bileşenin bütünleşmesinde ve etkileşiminde telafi edici bir süreç olarak kabul edilen P600 (*Positive 600*) potansiyeli ise, N400 ile birlikte N400-P600 örüntüsü (Friederici ve Frisch, 2000) oluşturabilmektedir. Ayrıca benzer bir etkinin, LAN Etkisiyle LAN-P600 ve ELAN Etkisiyle ELAN-P600 örüntüleri biçiminde çift fazda oluşabildiği gözlemlenebilmektedir. P600, sözdizimsel bozulmalarda (Osterhout ve Holcomb, 1992), anlamsal ve sözdizimsel belirsizliklerde (Osterhout, Holcomb ve Swinney, 1994), sözdizimsel düzeltme ve yeniden çözümleme (Hagoort, Brown ve Groothusen, 1993; Hahne ve Friederici, 2002) gibi pek çok bilişsel süreçte önemli bir rol oynamaktadır.

Şekil 2. Dil Anlamlandırma Sürecinin Nörobilişsel Modeli (Friederici, 2017: 83)



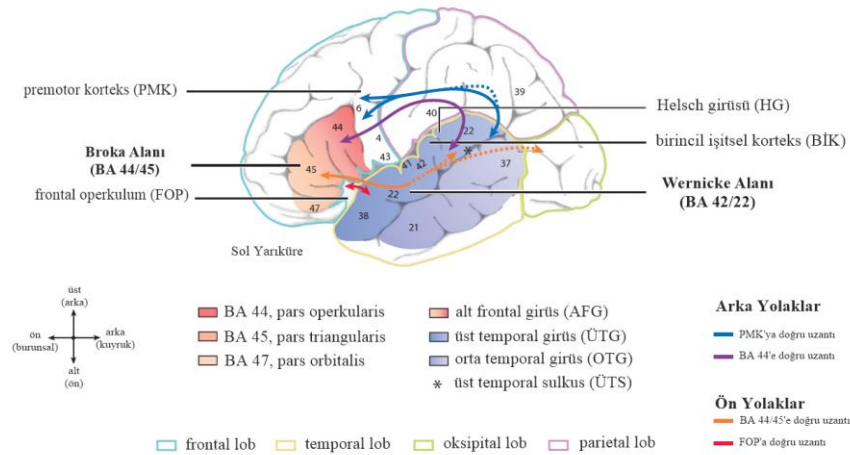
Friederici (2017: 83)'ten uyarlanan yukarıdaki Şekil 2'de dil anlamlandırma sürecinde anlambilimsel, sözdizimsel ve bürünsel dil bileşenlerinin beynin sol ve sağ yarıkürsünde frontal lob, temporal lob, oksipital lob ve parietal loblarda nasıl işlendiğine yönelik ayrıntılı bir şema sunulmaktadır. Yazının önceki bölümünde Şekil 1'de sunulmuş olan işitsel dil anlamlandırmanın bilişsel modeli çerçevesinde Friederici (2011)'den alıntılanarak yeniden biçimlendirilen bu kapsamlı model, N100, ELAN, LAN, N400 ve P600 gibi olaya ilişkin beyin potansiyelleri ve beyin aktivasyonlarına dayalı süreçler hem zamansal hem de uzaysal konumları üzerinden yorumlanmıştır. Bu bölümde sözü edilen tüm beyin potansiyellerinin ve aktivasyonlarının bir özeti niteliğindeki bu şema dil sisteminin beyindeki işlenişinde sol ve sağ yarıküre arasındaki farklılıkları da belirgin biçimde ortaya koymaktadır.

### 3 Yapısal-İşlevsel Dil Ağları Ön-Arka Yolaklar

Bu bölümde, arka ve ön yolaklar üzerinden frontal ve temporal korteksler ve beyaz maddeyle ilişkilendirilen sinir demetleri arasındaki sinirsel bağıntı pek çok beyin görüntüleme araştırmasından elde bulgular çerçevesinde ele alınmaktadır. Yapısal dil ağlarında, frontal ve temporal korteksler üzerinden yorumlanan iki temel yolak olduğunu, bunların tek bir büyük sinir demetine bağlanan ikişer adet arka ve ön yolak olarak tanımlanması gerektiğini öne sürmektedir. Friederici, ön yolakların bir kısmının, Broka'da BA 45/47'e üst TG ve orta TG ile birlikte bağlanan bir sinir demetiyle, diğer bir kısmının ön temporal korteks ve frontal operkulumu içeren orbitofrontal korteksle bağlantılı bir diğer sinir demetiyle ilişkili olduğunu belirtmektedir. Ön yolakların anlambilimsel bileşenin işlenişinde, arka yolakların ise bütünlük işlenişinde etken rol oynadığı ortaya konulmaktadır. Arka yolaklarda ise bir sinir demetinin, arka temporal korteksin premotor kortekse doğru uzantı taşıdığını, bir diğer sinir demetinin ise, BA 44'ün arka kısımlarına doğru uzandığını belirtmektedir. Arka yolakların ön kısımları duyuşsal ve hareket dayalı süreçlerle ilişkin bir harita oluştururken, arka kısımlar ise sözdizimsel bileşenin karmaşık süreçleriyle ilişkilendirilmektedir.

Aşağıda, Friederici (2017:6)'den uyarlanarak oluşturulan Şekil 3'te beynin sol yarıkürresindeki ön ve arka yolaklarının nöroanatomisine ve sinir hücreleri yapılarına ilişkin temel yapısal ve işlevler ağları ana çizgileriyle sunulmaktadır. Bu şekil aynı zamanda, yapısal ve işlevlerin ağların derinlemesine tartışıldığı Friederici (2011)'den uyarlanarak geliştirilmiş yeni biçimiyle kitaba yerleştirilmiştir.

Şekil 3. Yapısal ve İşlevsel Dil Ağlarının Nöroanatomisi (Friederici, 2017: 6)





\* BA 22: Brodmann alanı 22; BA 42: Brodmann alanı 42; BA 44: Brodmann alanı 44; BA 45: Brodmann alanı 45; BA 47: Brodmann alanı 47; PMK: Premotor korteks; FOP: Frontal operkulum; HG: Heschl girişi; BİK: Birincil işitsel korteks; AFG: Alt frontal girişi; ÜTG: Üst temporal girişi; OTG: Orta temporal girişi; ÜTS: Üst temporal sulkus.

Friederici (2017) tümce işleme sürecinde sözdizimsel bileşenle ilişkilendirilen iki adet nöroanatomik ağ, anlambilimsel bileşenle ise ilişkilendirilen bir adet nöroanatomik ağ olduğunu belirtmektedir. Friederici'ye göre, anlambilimsel ağlar ön temporal lob, ön inferior frontal korteks ve arka temporo-parietal alanları kapsamaktadır. Sözdizimsel bileşen ise, ön ve arka nöroanatomik ağlar olmak üzere iki temel sözdizimsel ağ ile ilişkilendirilmektedir. Buna göre ön kısımdaki ağ, sözdizimsel bağımlılık ve öbek yapının sonraki kurulum süreçlerini içermektedir. Bu ağ, ön ve üst temporal girişi ile frontal operkulum BA 44 alanının ön kısmı üzerinden bağlı alanlarda gözlenmektedir. Arka ağ ise, sözdizimsel hiyerarşi ile ilişkilendirilmektedir. Bu nöroanatomik ağ, BA 44'ün arka kısmı ile arka ve üst temporal girişe bağlı arka yollar üzerinden konumlanmaktadır (Hickok ve Poeppel, 2000, 2004, 2007; Friederici, 2011).

İşlevsel dil ağı, yapısal dil ağı üzerinden belirlenen beyin bölgelerinin nasıl bir dil işleme süreci içerdiğini, bu beyin bölgelerinin işleme sürecindeki işlevsel farklılaşmalarının neler olduğunu ortaya koymaktadır. Friederici, sinirsel salınımlar üzerinden alt frontal girişi ve arka temporal korteks arasında işlevsel bir bağlantısallık olduğunu, bu durumun bu bölgeler arasında beyaz madde artışıyla ilişkilendirilebileceğini öne sürmektedir. Bu bölümde ayrıca, anlambilimsel bilginin alt frontal girişin ön kısımlarıyla, sözdizimsel bilginin ise alt frontal girişin arka kısımlarıyla ilgili olduğu belirtilmektedir.

#### 4 Birinci ve İkinci Dil Edinimi

Dil edinimini, ikinci dil edinimi sürecindeki nörofizyolojik işleme üzerinden yorumlayan Friederici (2017) bu bölümde, ikidilli ya da çokdilli bireylerde özellikle sözdizimsel bileşenin işlenişine yönelik yaşın işlemeye etkisi tabanında pek çok beyin görüntüleme araştırmasından elde edilen bulguları yorumlamaktadır (McLaughlin, Osterhout ve Kim, 2004; Rossi, Gugler, Friederici ve Hahne, 2006). Buna göre, ikinci dil ne kadar erken öğrenilirse ya da edinilirse, dillere özgü sözdizimsel işlemeyle ilişkin sinirsel ağların ve beyaz maddenin oluşumu o derece düzgün gerçekleşebilmektedir. Edinim sürecinin yanı sıra, öğrenme sürecine de ayrıntılı biçimde değinen Friederici, öğrenme sürecinde beyindeki gri madde ve beyaz madde arasında miyelinleşmeye dayalı bir etkileşim olduğunu ileri sürmektedir.

İşaret dili kullanımına yönelik pek çok beyin görüntüleme araştırmasından veriler paylaşan Friederici (2017), bu bölümde özellikle olaya ilişkin beyin potansiyellerinin ölçüldüğü çalışmaları öne çıkarmaktadır. Doğuştan işaret dili kullanan bireylerle, işiten bireyler arasındaki nörobilişsel farklılıkların incelendiği araştırmaları yorumlayan Friederici, gruplararası bulgularda yüksek genlik içeren beyin potansiyellerinin ve uzaysal araştırmalarda yüksek beyin aktivasyonlarının bulunduğunu ileri sürmektedir (MacSweeney, Capek, Campbell ve Woll, 2008; Capek, Grossi, Newman, McBurney, Corina, Roeder ve Neville, 2009).

Friederici (2017)'ye göre, nörobilişsel süreçlere ilişkin bulgular, dil sisteminin bebeklik döneminden itibaren ayırıcı özellikleriyle insan beyinin biçimlenmeye başladığını gösterir niteliktedir. Bu süreç, dilin ilk akustik girdilerinden bürünsel anlamın edinimine, öbek yapının kurulumu sürecinden anlambilimsel çerçevenin oluşumuna kadar geniş bir alanı kapsamaktadır. Edinime ilişkin tüm dilsel süreçler, beynin her iki yarıküresinde temporal kortekslerde etkin olmasına karşın, bireyin yaşının ilerlemesine dayalı olarak sol yarıküreye doğru biçimlenmektedir. Zamansal beyin görüntüleme tekniklerinin kullanıldığı pek çok araştırmada (Skeide ve Friederici, 2016), sözdizimsel süreçlerin 3 yaş ve sonrasında etkin rol oynadığını ortaya koymaktadır. Ancak manyetik rezonans görüntüleme tekniklerini kullanan araştırmalardan elde edilen bulgular (Skeide, Brauer ve Friederici, 2006), yaşın ilerlemesindeki değişimlerin gri ve beyaz maddelere dayalı farklılıklarla anlaşılabilindiğini kanıtlamaktadır. Gri maddede dile ilişkin alanlar yaşa dayalı olarak azalma gösterirken, beyaz maddede yaşın ilerlemesiyle dile ilişkin verilerdeki bağlantısallık etkisi de artmaktadır. Bu durum, beyaz maddenin dil sistemiyle olan ilişkisini gözler önüne sermektedir. Buradan yola çıkarak Friederici, artan dil yetisinin beyinde dil sistemiyle ilişkilendirilen sol yarıküreye, alt frontal girüs, üst ve arka TG ile üst TS alanları arasındaki yapısal ve işlevsel bağlantısallığın artmasıyla paralel bir işleyiş içerdiğini belirtmektedir.

## 5 Dilin Biyolojik Evrimi ve Sinirsel Temelleri

Dilin evriminin sinirdilbilimsel temellerle ilişkilendirilmesi gerektiğini ileri süren Friederici (2017), kitabın son bölümünde dilin ortaya çıkış noktalarını, türün evrimi ve insan olan ve olmayan primatlar üzerinde açıklanıp açıklanamayacağını tartışmaktadır. Bu tartışmalardan yola çıkarak Friederici, insan beynindeki beyaz maddeyle ilişkilendirilen sinir demetinin varlığının, insanı insan olmayan primatlardan ayıran en temel özelliklerden biri olduğunu ve bu durumun dilin evrimi sürecinde insan beyinin yapısının ilk oluşumu ve evrimsel süreçleriyle ilişkili olduğunu ileri sürmektedir.

Dilin evrimi süresince, dile ilişkin iki temel yetinin varlığından söz eden Friederici (2017), bu yetiler řu şekilde adlandırmaktadır: Duyuşsal motor

*öğrenme ve hiyerarşik yapıları işleme.* Duyuşsal motor öğrenme süreci, basit bir süreç olarak ele alınırken, *ötücü kuşlar* (songbirds) üzerinden örneklerek açıklanmaktadır. Öte yandan, hiyerarşik yapıları işleme yetisinin ise ötücü kuşlar üzerinden örneklenemediğini, bu sürecin çok daha karmaşık bir dil işleme süreci olarak ele alınmasını gerektiği öne sürmektedir. Broka alanı ve Broka'nın temporal korteksle olan sinirsel bağlantısı, insan olan ve olmayan primatlar üzerinden yapılan karşılaştırmalı araştırmalarla ortaya konulmuştur (Rilling, Glasser, Preuss, Ma, Zhao, Hu ve Behrens, 2008; Neubert, Mars, Thomas, Sallet ve Bushworth, 2014; Skeide ve diğ., 2016). Buna göre Friederici, insan olan primatlarda sitoarşitektonik (sinir hücresi yapısı) çözümlenmelerde alt frontal girüste sola doğru asimetrik bir işleme olduğunu, ancak aynı bulgunun insan olmayan primatlarda görülmediğini belirtmektedir. Öte yandan Friederici, BA 44'ün arka alanlarında üst temporal korteks ile olan bağlantısının insan olan primatlarda, insan olmayan primatlara göre daha belirgin olduğunu ileri sürmektedir.

Günümüzde halen çözümlenmemiş pek çok nokta içeren ve tartışmalı olan dilin evrimi olgusunu, insan olan ve olmayan primatlar üzerinden sinirdilbilimsel araştırmalar çerçevesinde ele alan Friederici (2017) kitabının son bölümünde, paleantropolojik verilerin türeleş ve dilin evrimi süreçlerinin belirlenmesindeki öneminin altını çizmektedir.

### Kaynakça

- Bemis, D.K. ve Pylkkänen, L. (2011). Simple composition: A magnetoencephalography investigation into the comprehension of minimal linguistic phrases. *Journal of Neuroscience*, 31(8), 2801-2814.
- Bemis, D.K. ve Pylkkänen, L. (2013). Basic linguistic composition recruits the left anterior temporal lobe and left angular gyrus during both listening and reading. *Cerebral Cortex*, 23(8), 1859-1873.
- Bögels, S., Schriefers, H., Vonk, W., Chwilla, D.J. ve Kerkhofs, R. (2010). The interplay between prosody and syntax in sentence processing: The case of subject-and object-control verbs. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 22(5), 1036-1053.
- Campbell, T., Winkler, I. ve Kujala, T. (2007). N1 and the mismatch negativity are spatiotemporally distinct ERP components: disruption of immediate memory by auditory distraction can be related to N1. *Psychophysiology*, 44(4), 530-40.
- Capek, C.M., Grossi, G., Newman, A.J., McBurney, S.L., Corina, D., Roeder, B. ve Neville, H.J. (2009). Brain systems mediating semantic and syntactic processing in deaf native signers: Biological invariance and modality specificity. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 106(21), 8784-8789.
- Dehaene-Lambertz, G., Dupoux, E. ve Gout, A. (2000). Electrophysiological correlates of phonological processing: a cross-linguistic study. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 12(4), 635-647.
- Eckstein, K. ve Friederici, A.D. (2005). Late interaction of syntactic and prosodic processes in sentence comprehension as revealed by ERPs. *Cognitive Brain Research*, 25(1), 130-143.

- Eckstein, K. ve Friederici, A.D. (2006). It's early: event-related potential evidence for initial interaction of syntax and prosody in speech comprehension. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 18(10), 1696-1711.
- Friederici, A.D. (2002). Towards a neural basis of auditory sentence processing. *Trends in Cognitive Sciences*, 6(2), 78-84.
- Friederici, A.D. (2011). The brain basis of language processing: from structure to function. *Physiological Reviews*, 91(4), 1357-1392.
- Friederici, A.D. (2012). The cortical language circuit: from auditory perception to sentence comprehension. *Trends in Cognitive Sciences*, 16(5), 262-268.
- Friederici, A.D. (2017). *Language in our brain: The origins of a uniquely human capacity*. MIT Press.
- Friederici, A.D. ve Alter, K. (2004). Lateralization of auditory language functions: a dynamic dual pathway model. *Brain and Language*, 89(2), 267-276.
- Friederici, A.D. ve Frisch, S. (2000). Verb-argument structure processing: The role of verb-specific and argument-specific information. *Journal of Memory and Language*, 43(3), 476-507.
- Friederici, A.D. ve Weissenborn, J. (2007). Mapping sentence form onto meaning: The syntax-semantic interface. *Brain research*, 1146, 50-58.
- Friederici, A.D., Bahlmann, J., Heim, S., Schubotz, R.I. ve Anwander, A. (2006). The brain differentiates human and non-human grammars: functional localization and structural connectivity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 103(7), 2458-2463.
- Friederici, A.D., Fiebach, C.J., Schlesewsky, M., Bornkessel, I.D. ve von Cramon, D.Y. (2006). Processing linguistic complexity and grammaticality in the left frontal cortex. *Cerebral Cortex*, 16(12), 1709-1717.
- Friederici, A.D., Friedrich, M. ve Weber, C. (2002). Neural manifestation of cognitive and precognitive mismatch detection in early infancy. *Neuroreport*, 13(10), 1251-1254.
- Friederici, A.D., Meyer, M. ve von Cramon, D.Y. (2000). Auditory language comprehension: an event-related fMRI study on the processing of syntactic and lexical information. *Brain and Language*, 74(2), 289-300.
- Friederici, A.D., Rüschemeyer, S.A., Hahne, A. ve Fiebach, C.J. (2003). The role of left inferior frontal and superior temporal cortex in sentence comprehension: localizing syntactic and semantic processes. *Cerebral Cortex*, 13(2), 170-177.
- Goucha, T. ve Friederici, A.D. (2015). The language skeleton after dissecting meaning: a functional segregation within Broca's Area. *Neuroimage*, 114, 294-302.
- Grewe, T., Bornkessel, I., Zysset, S., Wiese, R., von Cramon, D.Y. ve Schlesewsky, M. (2005). The emergence of the unmarked: A new perspective on the language-specific function of Broca's area. *Human Brain Mapping*, 26(3), 178-190.
- Gunter, T.C., Friederici, A.D. ve Schriefers, H. (2000). Syntactic gender and semantic expectancy: ERPs reveal early autonomy and late interaction. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 12(4), 556-568.
- Gunter, T.C., Friederici, A.D. ve Hahne, A. (1999). Brain responses during sentence reading: Visual input affects central processes. *NeuroReport*, 10(15), 3175-3178.
- Hagoort, P., Brown, C. ve Groothusen, J. (1993). The syntactic positive shift (SPS) as an ERP measure of syntactic processing. *Language and Cognitive Processes*, 8(4), 439-483.

- Hagoort, P., Brown, C. ve Osterhout, L. (1999). The neurocognition of syntactic processing. C.M. Brown ve P. Hagoort (Yay. haz.), *The Neurocognition of Language* içinde (ss. 273-316). Oxford University Press.
- Hahne, A. ve Friederici, A.D. (1999). Electrophysiological evidence for two steps in syntactic analysis: Early automatic and late controlled processes. *Journal of cognitive neuroscience*, 11(2), 194-205.
- Hahne, A. ve Friederici, A.D. (2002). Differential task effects on semantic and syntactic processes as revealed by ERPs. *Cognitive Brain Research*, 13(3), 339-356.
- Hartwigsen, G., Golombek, T. ve Obleser, J. (2015). Repetitive transcranial magnetic stimulation over left angular gyrus modulates the predictability gain in degraded speech comprehension. *Cortex*, 68, 100-110.
- Herrmann, B., Maess, B., Hahne, A., Schröger, E. ve Friederici, A.D. (2011). Syntactic and auditory spatial processing in the human temporal cortex: An MEG study. *Neuroimage*, 57(2), 624-633.
- Hickok, G. ve Poeppel, D. (2000). Towards a functional neuroanatomy of speech perception. *Trends in Cognitive Sciences*, 4(4), 131-138.
- Hickok, G. ve Poeppel, D. (2004). Dorsal and ventral streams: a framework for understanding aspects of the functional anatomy of language. *Cognition*, 92(1-2), 67-99.
- Hickok, G. ve Poeppel, D. (2007). The cortical organization of speech processing. *Nature Reviews Neuroscience*, 8(5), 393-402.
- Hofer, S. ve Frahm, J. (2006). Topography of the human corpus callosum revisited-comprehensive fiber tractography using diffusion tensor magnetic resonance imaging. *Neuroimage*, 32(3), 989-994.
- Itzhak, I., Pauker, E., Drury, J.E., Baum, S.R. ve Steinhauer, K. (2010). Event-related potentials show online influence of lexical biases on prosodic processing. *NeuroReport*, 21(1), 8-13.
- Kerkhofs, R., Vonk, W., Schriefers, H. ve Chwilla, D.J. (2007). Discourse, syntax, and prosody: The brain reveals an immediate interaction. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 19(9), 1421-1434.
- Kutas, M. ve Federmeier, K.D. (2000). Electrophysiology reveals semantic memory use in language comprehension. *Trends in Cognitive Sciences*, 4(12), 463-470.
- Kutas, M. ve Hillyard, S.A. (1980). Reading senseless sentences: Brain potentials reflect semantic incongruity. *Science*, 207(4427), 203-208.
- MacSweeney, M., Capek, C.M., Campbell, R. ve Woll, B. (2008). The signing brain: The neurobiology of sign language. *Trends in Cognitive Sciences*, 12(11), 432-440.
- Makuuchi, M., Bahlmann, J., Anwender, A. ve Friederici, A.D. (2009). Segregating the core computational faculty of human language from working memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(20), 8362-8367.
- McLaughlin, J., Osterhout, L. ve Kim, A. (2004). Neural correlates of second-language word learning: Minimal instruction produces rapid change. *Nature Neuroscience*, 7(7), 703-704.
- Meyer, M.L., Spunt, R.P., Berkman, E.T., Taylor, S.E. ve Lieberman, M.D. (2012). Evidence for social working memory from a parametric functional MRI study. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(6), 1883-1888.
- Molinero, N., Barber, H. A., Caffarra, S. ve Carreiras, M. (2015). On the left anterior negativity (LAN): The case of morphosyntactic agreement. *Cortex*, 66, 156-159.
- Molinero, N., Paz-Alonso, P.M., Duñabeitia, J.A. ve Carreiras, M. (2015). Combinatorial semantics strengthens angular-anterior temporal coupling. *Cortex*, 65, 113-127.

- Neubert, F.X., Mars, R.B., Thomas, A.G., Sallet, J. ve Rushworth, M.F.S. (2014). Comparison of human ventral frontal cortex areas for cognitive control and language with areas in monkey frontal cortex. *Neuron*, 81(3), 700–713.
- Obleser, J., Elbert, T., Lahiri, A. ve Eulitz, C. (2003). Cortical representation of vowels reflects acoustic dissimilarity determined by formant frequencies. *Cognitive Brain Research*, 15(3), 207-213.
- Osterhout, L. ve Holcomb, P.J. (1992). Event-related brain potentials elicited by syntactic anomaly. *Journal of Memory and Language*, 31(6), 785–806.
- Osterhout, L., Holcomb, P.J. ve Swinney, D.A. (1994). Brain potentials elicited by garden-path sentences: Evidence of the application of verb information during parsing. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 20(4), 786–803.
- Petersson, K.M., Folia, V. ve Hagoort, P. (2012). What artificial grammar learning reveals about the neurobiology of syntax. *Brain and Language*, 120(2), 83-95.
- Petersson, K.M., Forkstam, C. ve Ingvar, M. (2004). Artificial syntactic violations activate Broca's region. *Cognitive Science*, 28(3), 383-407.
- Phillips, C., Pellathy, T., Marantz, A., Yellin, E., Wexler, K., Poeppel, D., McGinnis, M. ve Roberts, T. (2000). Auditory cortex accesses phonological categories: an MEG mismatch study. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 12(6), 1038–55.
- Rilling, J.K., Glasser, M.F., Preuss, T.M., Ma, X., Zhao, T., Hu, X. ve Behrens, T.E.J. (2008). The evolution of the arcuate fasciculus revealed with comparative DTI. *Nature Neuroscience*, 11(4), 426–428.
- Rogalsky, C. ve Hickok, G. (2011). The role of Broca's area in sentence comprehension. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 23(7), 1664-1680.
- Rossi, S., Gugler, M.F., Friederici, A.D. ve Hahne, A. (2006). The impact of proficiency on syntactic second language processing of German and Italian: Evidence from event-related potentials. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 18(12), 2030–2048.
- Sammler, D., Kotz, S.A., Eckstein, K., Ott, D.V. ve Friederici, A.D. (2010). Prosody meets syntax: The role of the corpus callosum. *Brain*, 133(9), 2643-2655.
- Santi, A. ve Grodzinsky, Y. (2010). fMRI adaptation dissociates syntactic complexity dimensions. *Neuroimage*, 51(4), 1285-1293.
- Silva-Pereyra, J.F. ve Carreiras, M. (2007). An ERP study of agreement features in Spanish. *Brain Research*, 1185, 201-211.
- Skeide, M.A. ve Friederici, A.D. (2016). The ontogeny of the cortical language network. *Nature Reviews, Neuroscience*, 17, 323–332.
- Skeide, M.A., Brauer, J. ve Friederici, A.D. (2016). Brain functional and structural predictors of language performance. *Cerebral Cortex*, 26(5), 2127–2139.
- Steinhauer, K. ve Drury, J.E. (2012). On the early left-anterior negativity (ELAN) in syntax studies. *Brain and Language*, 120(2), 135–162.
- Steinhauer, K., Alter, K. ve Friederici, A.D. (1999). Brain potentials indicate immediate use of prosodic cues in natural speech processing. *Nature Neuroscience*, 2(2), 191-196.
- Tyler, L.K., Meredith, A.S., Randall, B., Wright, B., Marslen-Wilson, W.D. ve Stamatakis, E.A. (2010). Preserving syntactic processing across the adult life span: The modulation of the frontotemporal language system in the context of age-related atrophy. *Cerebral Cortex*, 20, 2, 352–364.
- Vandenbergh, R., Nobre, A.C. ve Price, C.J. (2002). The response of left temporal cortex to sentences. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 14(4), 550-560.

- Wolff, S., Schlesewsky, M., Hirotani, M. ve Bornkessel-Schlesewsky, I. (2008). The neural mechanisms of word order processing revisited: Electrophysiological evidence from Japanese. *Brain and Language*, 107(2), 133-157.
- Zaccarella, E. ve Friederici, A.D. (2015). Merge in the human brain: A sub-region based functional investigation in the left pars opercularis. *Frontiers in Psychology*, 6, 1818.
- Zaccarella, E. ve Friederici, A.D. (2016). The neuroanatomical network of syntactic merge for language. *MPI CBS, Research Report*, 2014–2016 (s. 68). <http://www.cbs.mpg.de/institute/research-reports>.

#### İpek Pınar Uzun

Ankara Üniversitesi Dilbilim Bölümünde 2019 yılından beri doktor öğretim üyesi olarak görev yapmakta olan İpek Pınar Uzun, 2016 yılında dilbilim alanında doktor ünvanını almıştır. Uzun, 2014 yılında doktora-sırası araştırmalarının bir kısmını Angela D. Friederici'nin danışmanlığında Max Planck Enstitüsü Nöropsikoloji Bölümü'nde Türkçede bürün-sözdizim etkileşiminin sinirsel temelleri üzerine gerçekleştirmiştir. Uzun, Ankara Üniversitesi Beyin Araştırmaları Uygulama ve Araştırma Merkezi Sesbilim Laboratuvarı, Ankara Üniversitesi Dilbilim Laboratuvarı ve Nörobilim ve Nöroteknoloji Mükemmeliyet Merkezi'nde sesbilim, sinirdilbilim ve psikodilbilim alanlarında araştırmalarını sürdürmektedir.