Edibe YILMAZ

Türkçe ve Sosyal Bilimler Eğitimi Bölümü, Hacettepe Üniversitesi

TRO703: Türkçe Eğitimi Araştırmalarıi

**RAPOR**

**Huth, A. G., de Heer, W. A., Griffiths, T. L., Theunissen, F. E., & Gallant, J. L. (2016). Natural speech reveals the semantic maps that tile human cerebral cortex. *Nature, 532* (7600), 453–458.** [**https://doi.org/10.1038/nature17637**](https://doi.org/10.1038/nature17637)

**Konu:** Doğal konuşma sırasında insan serebral korteksinde anlamın nasıl haritalandığını incelemek amacıyla fMRI ve makine öğrenimi temelli veriye dayalı bir yaklaşımın etkililiğinin analizi.

**Anahtar Kelimeler:** semantik haritalama, doğal konuşma, fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme (fMRI), makine öğrenimi, serebral korteks, anlam işleme, PrAGMATiC algoritması

**Araştırmanın Amacı ve Gerekçesi:** Araştırmanın amacı, insan beyninde anlam bilgisinin (semantik) doğal konuşma sırasında nasıl organize edildiğini bütünsel ve önyargısız bir şekilde haritalamaktır. Daha önceki çalışmaların yalnızca sınırlı sayıda anlam kategorisi veya yapay dil uyaranlarıyla kaldığı göz önünde bulundurak bu çalışma; katılımcıların uzun süreli doğal hikâyeler dinlemesi sırasında fMRI verilerini ve makine öğrenimi modellerini kullanarak bütün kortekste anlamın nasıl dağıldığını, hangi beyin bölgelerinin hangi anlam türlerine duyarlı olduğunu ve bu semantik organizasyonun bireyler arasında ne ölçüde benzerlik gösterdiğini ortaya koymayı hedeflemiştir.

**Araştırma Soruları:** Makale araştırma soruları açıkça yer almamakla birlikte makalenin amacından yola çıkarak şu sorulara cevap arandığı anlaşılmaktadır:

1. İnsan serebral korteksinde anlam bilgisi (semantik) nasıl düzenlenir? Anlam, rastgele mi yoksa düzenli, tekrarlanabilir haritalar hâlinde mi temsil edilir?
2. Doğal konuşma sırasında hangi beyin bölgeleri anlam işlemede aktiftir? Semantik işlemek sadece klasik dil bölgeleriyle (Broca, Wernicke) mi sınırlıdır, yoksa daha geniş kortikal alanları mı kapsar?
3. Bireyler arasında semantik haritalar ne ölçüde benzerlik gösterir? Anlamın beyindeki organizasyonu evrensel bir örüntü mü izler?
4. Sağ ve sol serebral yarımküreler anlam işlemede nasıl bir rol üstlenir? Sağ yarımküre, bağlamsal doğal konuşma sırasında anlamlı şekilde katkı sağlar mı?
5. Veriye dayalı, önyargısız bir modelleme yaklaşımıyla bütünsel bir semantik atlas oluşturulabilir mi? Makine öğrenimi ve fMRI verileri birleştirilerek bireysel farklılıkları da dikkate alan genellenebilir bir harita elde edilebilir mi?

**Yöntem:** Araştırmanın yöntemi, doğal dil uyaranları, fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme (fMRI) ve ileri makine öğrenimi tekniklerini entegre eden çok aşamalı bir yaklaşıma dayanmaktadır:

* Veri Toplama: 7 katılımcıya, fMRI taranırken doğal konuşma hikâyeleri (2 saatten fazla) dinletilerek tüm beyin düzeyinde BOLD sinyalleri kaydedilmiştir. Bu, günlük dildeki zengin anlamsal kategorilerin (mekânlar, eylemler, duygular vb.) beyin aktivasyon profilini yakalamayı sağlamıştır.
* Anlamsal Modelleme: Hikâyelerdeki kelimeler, büyük metin veri kümelerine dayalı kelime gömme modelleri kullanılarak 985 boyutlu anlamsal vektörler ile temsil edilmiş ve bu sayede her kelimenin "anlam profili" sayısal olarak belirlenmiştir.
* Voksel Tahmin Modeli: Veri modellemesinin temelini, her vokselin BOLD sinyali ile 985 anlamsal özellik arasındaki ilişkinin kurulduğu aşama oluşturur. Düzenlenmiş doğrusal regresyon kullanılarak, her vokselin hangi anlam türlerine duyarlı olduğu tahmin edilmiştir. Bu model, kelime sıklığı, fonemler ve duygusal yük gibi karıştırıcı değişkenleri de kontrol altına almıştır. Modelin geçerliliği, daha önce kullanılmamış yeni bir hikâye üzerindeki tahmin edilen aktivite ile gerçek aktivite arasındaki yüksek korelasyonla doğrulanmıştır.
* Semantik Atlas: Tüm katılımcıların verileri birleştirilerek, anlamsal uzayın temel yapı taşlarını ortaya çıkarmak amacıyla Temel Bileşenler Analizi (PCA) uygulanmıştır. Bu analiz, 985 boyutlu anlam uzayını 4 temel semantik eksene indirgeyerek 12 farklı anlam kategorisinin (sosyal, duygusal, görsel, sayısal vb.) belirlenmesini sağlamıştır. Katılımcılar arası karşılaştırmayı standardize etmek ve hem bireysel farklılıkları hem de grup düzeyinde ortak örüntüleri modellemek için PrAGMATiC adı verilen özel bir Bayesçi makine öğrenimi algoritması geliştirilmiştir. Nihayetinde bu yaklaşım, sol yarımkürede 77, sağ yarımkürede 63 olmak üzere, anlam-seçici beyin bölgelerinden oluşan kapsamlı bir Evrensel Semantik Atlasın tanımlanmasıyla sonuçlanmıştır.

**Bulgular ve Sonuçlar**: Araştırmanın sonucunda hem niteliksel hem de niceliksel çok sayıda bulgu ortaya konmuştur. Birinci bulgu anlamın beyinde düzenli ve tekrarlanabilir haritalar hâlinde temsil edilmesidir. Buna göre semantik bilgi rastgele dağınık değildir; anlam kategorilerine göre organize edilmiş, sürekli ve örtüşmeli haritalar bütün serebral kortekse yayılmış bir şekilde yer almaktadır. Yani sadece geleneksel “dil bölgeleriyle” (Broca, Wernicke) sınırlı değildir. İkinci bulgu anlamın en az dört temel eksende organize edilmesi ilem ilgilidir. Buna göre birinci boyutta insan / sosyal / duygusal ile nesne / algılsal zıtlık; ikinci boyutta dış dünya (görsel, mekansal) ve iç dünya (zihinsel, soyut, zamansal) ikiliği yer almaktadır. Üç ve dördüncü boyutlar istatistiksel olarak anlamlı ancak açık yorumlanabilir bir örüntü belirlenememiştir. Bir diğer bulguya göre en zengin semantik haritalar lateral ve medial parietal kortekste ve superior prefontal kortekste bulunmuştur. Bu bölgelerin tamamı ise Default Mode Network (DMN)’e aittir — yani dış uyaranlara değil, içsel düşünce, hayal kurma ve anlam entegrasyonu süreçlerine ilişkindir. Dördüncü bulguya göre katılımcıların semantik haritaları çok büyük ölçüde örtüşmektedir ve bu da insan beyninin anlamı evrensel veya kültürel olarak paylaşılan bir şemaya göre organize ettiğini düşündürmektedir. Bir başka bulguya göre de geleneksel görüşün aksine, sağ serebral yarımküre, bağlamsal doğal konuşma sırasında sol yarımküre kadar anlamlı aktivasyon gösterir.

**Tartışma ve Çıkarımlar:** Bu çalışma, doğal konuşma sırasında insan serebral korteksinde anlamın nasıl temsil edildiğini bütünsel ve önyargısız bir yaklaşımla haritalamayı amaçlamıştır. Bulgular, semantik bilginin beynin küçük, izole bölgelerinde değil, korteksin geniş alanlarında düzenli, tekrarlanabilir ve bireyler arasında yüksek benzerlik gösteren haritalar hâlinde organize edildiğini ortaya koymuştur. Bu bulgu, dilin yalnızca Broca veya Wernicke bölgeleriyle sınırlı olduğu geleneksel görüşüyle çelişmekte; bunun yerine, anlam işleme sürecinin dağıtık, ağ temelli ve çok modlu bir karakter taşıdığını desteklemektedir. Özellikle dikkat çekici bir bulgu, Default Mode Network (DMN) içindeki bölgelerin (lateral ve medial parietal korteks, superior prefrontal korteks) en zengin semantik haritalamayı göstermesidir. Bu, DMN’in yalnızca “dinlenme durumunda” aktif bir ağ olmadığı, aynı zamanda içsel düşünce, bağlamsal entegrasyon ve anlam oluşturma süreçlerinde temel bir rol üstlendiğini düşündürmektedir. Yazarlar, bu durumun, doğal konuşma sırasında beynin dış uyaranları pasifçe işlemekten çok aktif olarak anlam ürettiğini gösterdiğini vurgulamaktadır. Ayrıca, katılımcılar arasındaki semantik haritaların olağanüstü düzeyde benzer olması, insan beyninin anlam bilgisini evrensel bir şemaya göre mi, yoksa ortak kültürel ve dil deneyimlerine dayalı olarak mı organize ettiğine dair önemli bir soruyu gündeme getirmektedir. Yazarlar, bu benzerliğin kaynağını ayırt etmek için çeşitli dillerde ve kültürel bağlamlarda benzer çalışmaların gerekliliğini belirtmektedir.

**Değerlendirme:** Mevcut çalışma, doğal dil işleme nörobiliminde kayda değer bir ilerlemeyi temsil etmektedir. Çalışmanın en güçlü yanı, yapay uyaranlar yerine doğal, bağlamsal konuşma hikâyeleri (The Moth Radio Hour) kullanarak yüksek ekolojik geçerlilik sağlaması ve beynin dil işleme mekanizmalarını gerçek hayata yakın koşullarda incelemesidir. Bu yaklaşım, geleneksel dil merkezlerinin ötesinde, özellikle sağ yarımkürenin anlamsal işlemedeki rolünü vurgulamıştır. Ayrıca, araştırmacı önyargılarını dışarıda bırakan, kelime gömme (word embedding) tabanlı, veriye dayalı ve bütünsel makine öğrenimi modellemesi (örneğin PrAGMATiC algoritması) ile nörogörüntülemede sıkça karşılaşılan hizalama sorunlarını aşarak hem bireysel farklılıkları hem de grup örüntülerini yakalama imkânı sunması, metodolojik açıdan önemli katkı sağlamaktadır. Modelin, eğitim verisi dışında kalan yeni bir hikâye üzerindeki başarılı tahmin gücü (dış geçerlilik), bulguların genellenebilirliğini desteklemektedir.

Ancak çalışmanın birkaç kritik sınırlılığı bulunmaktadır. En önemli zayıf yön, yalnızca ana dili İngilizce olan, homojen Batılı yedi katılımcıdan oluşan küçük örneklemdir; bu durum bulguların kültürel veya dilsel çeşitlilik içeren popülasyonlara genellenmesini sınırlandırmaktadır. Ayrıca, fMRI’ın doğasından gelen düşük zamansal çözünürlük, milisaniyeler düzeyinde gerçekleşen anlamsal işlemenin tam olarak yakalanamamasına neden olurken, kullanılan kelime gömme modelinin sadece kelime düzeyinde çalışması, söylem yapısı, sözdizimi ve metafor gibi üst düzey dilsel derinlikleri yakalayamamaktadır. Son olarak, korelasyonel bir tasarım olması nedeniyle nedensel çıkarımların yapılamaması (yani bir bölgenin anlamı ürettiği değil, ona duyarlı olduğu tespiti), bulguların yorumlanmasında ihtiyatlı olunmasını gerektirmektedir.

Tüm bu sınırlılıklara rağmen, bu çalışmanın nöral anlamsal atlaslamaya yönelik güçlü bir temel oluşturduğuve gelecekteki çok dilli ve çok modlu araştırmalar için çığır açıcı bir çerçeve sunduğu değerlendirilebilir.