



TED ÜNİVERSİTESİ

12.06.2025

Eğitsel Sinirbilim Nedir ve Neden Gereklidir?

Fırat Soylu

Eğitim Psikolojisi ve Sinirbilim
Alabama Üniversitesi

<http://fsoylu.people.ua.edu>

fsoylu@ua.edu

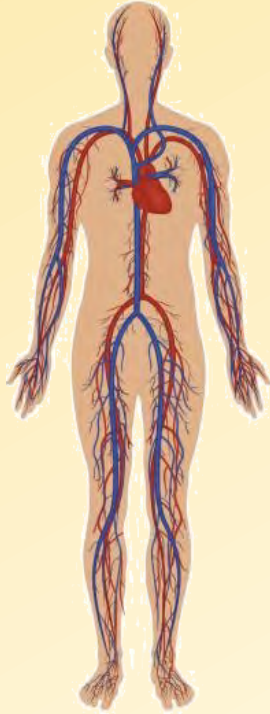
<http://elden.ua.edu>

THE UNIVERSITY OF
ALABAMA

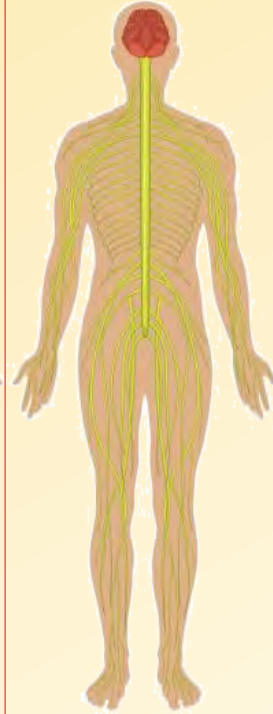
Neler hakkında konuşacağız?

- Sinirbilim nedir?
- Bilişsel sinirbilim araştırma yöntemleri
- Eğitimsel sinirbilim
- Nöromitler
- Beyin ve bilişin evrimi
- Beyinde matematik
- Sonuç

İnsan vücudundaki sistemler



Dolaşım



Sinir



Solunum



Sindirim



İskelet

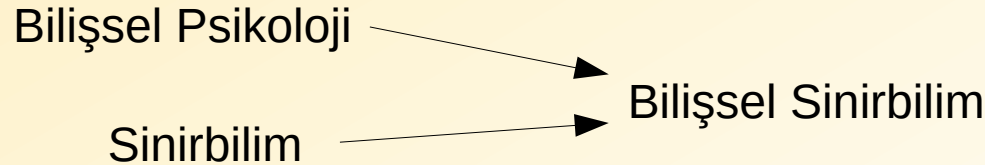


Kas

...

Sinirbilim Nedir?

- Sinir sisteminin bilimsel yöntemler kullanılarak çalışılması
- ***Bilişsel sinirbilim:*** Biliş, öğrenme, algı, davranış ve bilincin biyolojik temellerinin çalışılması



Sinirbilimin alanları

- Gelişimsel
- Bilişsel
- Moleküler ve hücresel
- Nörogenetik
- Davranışsal
- Klinik
- Sistem

Sinirbilimin Kısa Tarihi

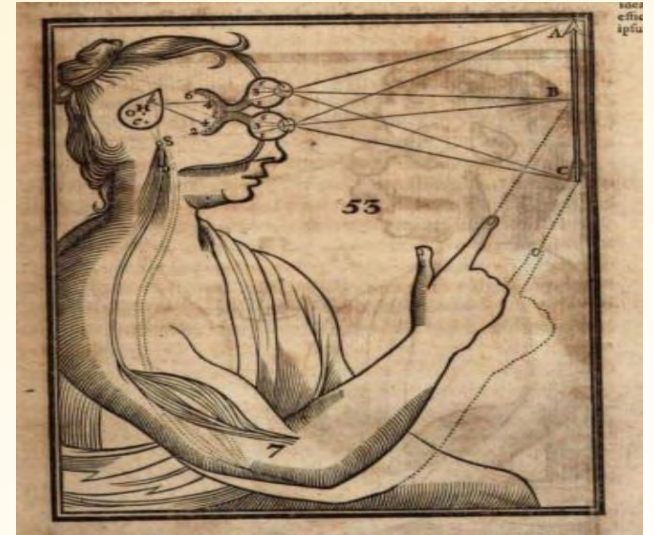
Düşünce için en önemli sistem ya da organ nedir?

- **Kalp-merkezli görüşler**
 - Empedokles ve Aristoteles
- **Beyin-merkezli görüşler**
 - Alcmaeon, Hipokrat ve Galen

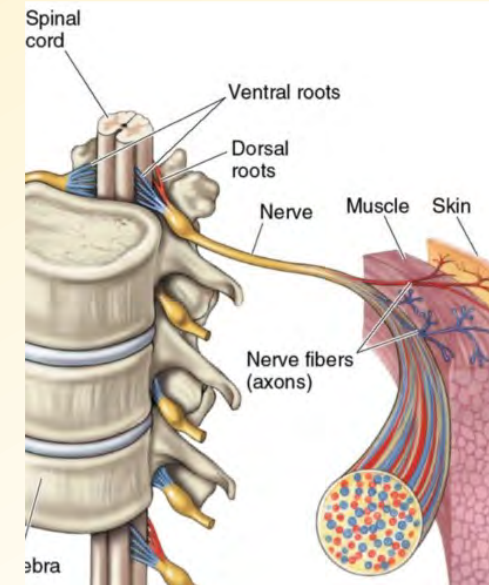
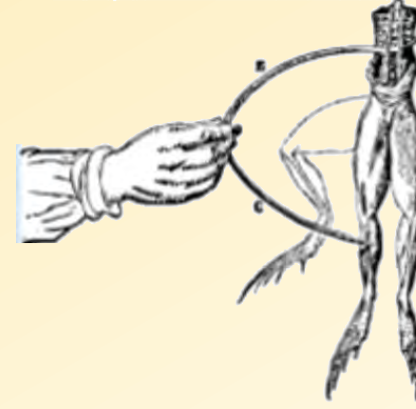


- Beyin-merkezli görüşler modern zamanlara kadar baskın değildi.
- René Descartes (17. yy) epefiz bezinin fiziksel uyarıların ruha iletildiği bir bağlantı noktası olduğunu iddia etmiştir.

[Tractatus De homine - 1677](#)



- Luigi Galvani (18. yy):
Elektirik kasların hareket
neden olur.
- Bell-Magendie kuralı:
Omurilikte getiren ve
götüren sinirlerin ayrımı.



Frenoloji

- 18. & 19. yy beyin sözdebilimi
- Beynin bölgelerinin kişilik özellikleriyle eşleştirilmesi
- Bölgeler ne kadar büyükse özellikler o kadar

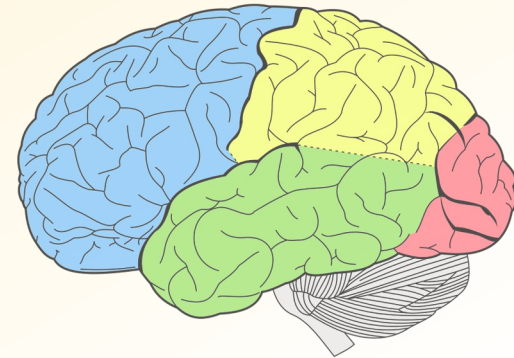


Franz Gall, 18. yy



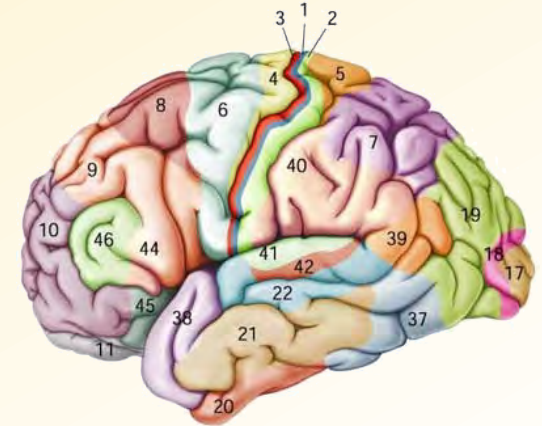
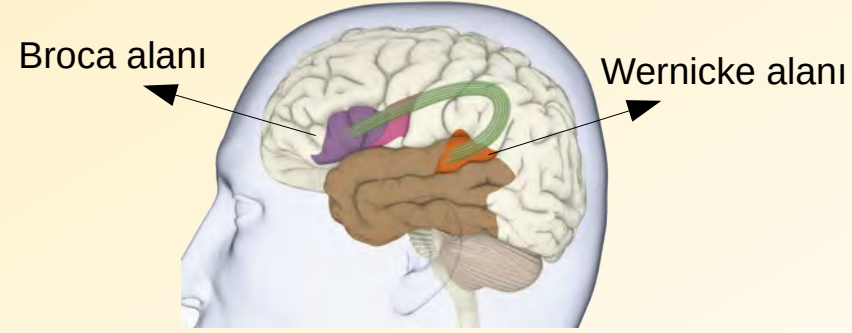
Modern Sinirbilimin Ortaya Çıkışı

- Pierre Flourens (1815) hayvanlar üzerinde yaptığı çalışmalar sonucunda varılan sonuçlar:
 - Beynin zihnin merkezi
 - Serebrumda duyuşal ve eylemsel fonksiyonlar
 - Beyinciğin hareketleri düzenlediđi (denge vs.)
 - Beyin sapının hayati fonksiyonları desteklediğini (soluma vs.)
 - Bilişsel ve hafıza fonksiyonlarının beyin üzerinde dağılımı
 - Frenolojinin bilimdişı ve yanıltıcı olduğunun fark edilmesi



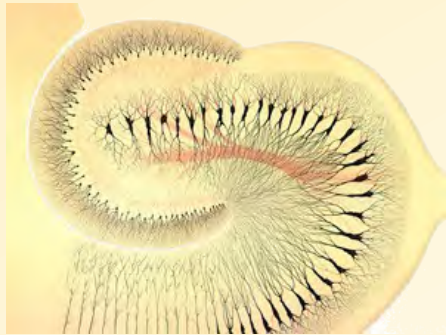
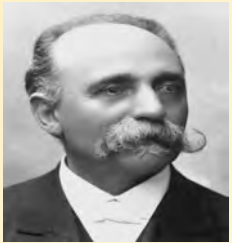
Yerelleřtirmenin Ortaya ıkışı

- Beyin bölgeleri ve fonksiyonların eşleştirilmesi
- Paul Broca (1861): konuřma
- Carl Wernicke (1874): anlama
- Brodmann'ın (1909) 52 bölgeden oluşan sitoarkitektonik beyin haritası

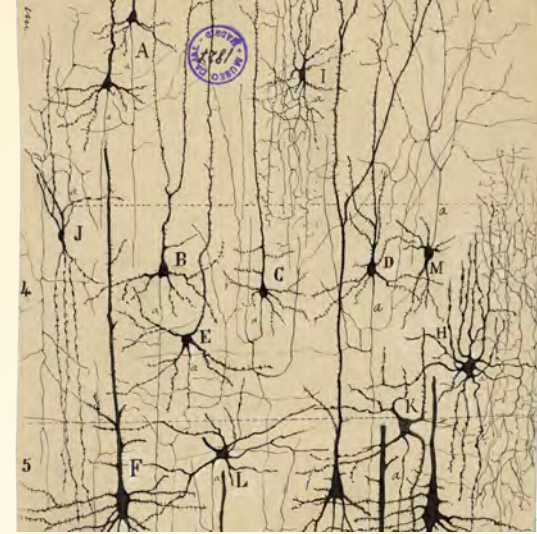


Hücresel Sinirbilim & Ağlar

- Camillo Golgi'nin (1843-1926) retiküler teorisi
- **Santiago Ramón y Cajal'ın (1852-1934) nöron doktrini**



Golgi



Cajal

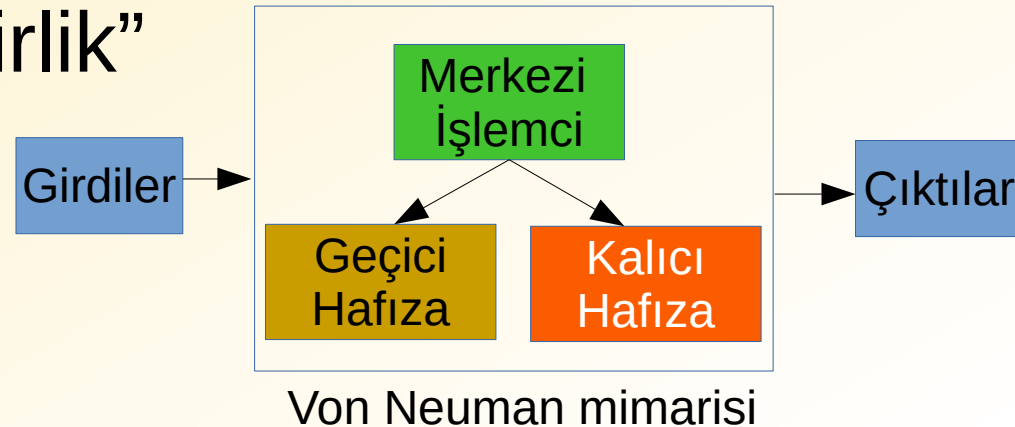
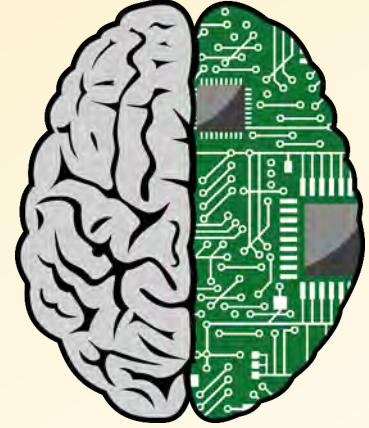


- McCulloch and Pitts (1943): Yapay sinir ağıları.
Nöronların basit bilgisayar birimlerine indirgenmesi.
- Hebb (1949): Tekrarlı şekilde bir hücre başka bir hücrene ateşlenmesine neden olursa bu iki hücre arasındaki bağlantının güçlenir.



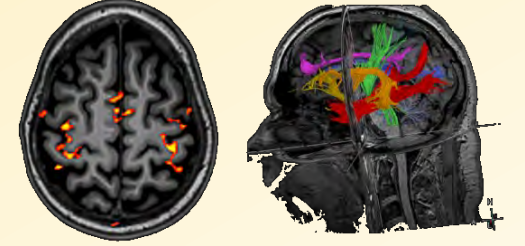
Bilişsel Devrim

- Matematik ve bilgisayar bilimleri alanlarındaki gelişmelerin biliş anlamak için uygulanması
- Bilgisayar & biliş metaforu
- “Çoklu gerçekleştirilebilirlik”



Günümüz Sinirbilimi

- Beyin görüntüleme metotları
- Büyük çaplı sinirbilim çalışmaları
- Büyük veri ve yapay zekanın kullanımı
- Açık bilim



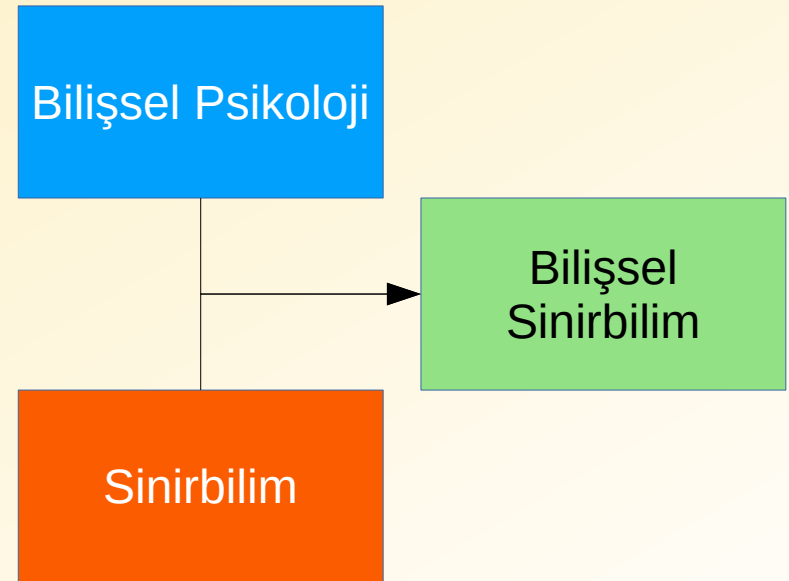
Temel Sorular

- Beyin = Zihin mi?
- Vücudun geri kalanının biliş ve bilinç üzerinde rolü nedir?
- Biliş hesaplamaya indirgenebilir mi?
- Zihin deneysel olarak çalışılabilir mi?
- Zihin bir yanılsama olabilir mi?



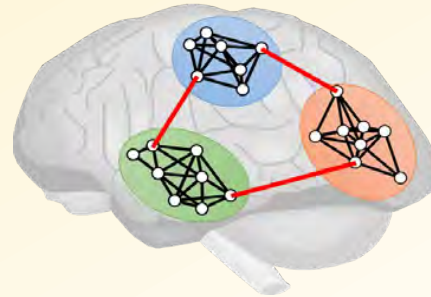
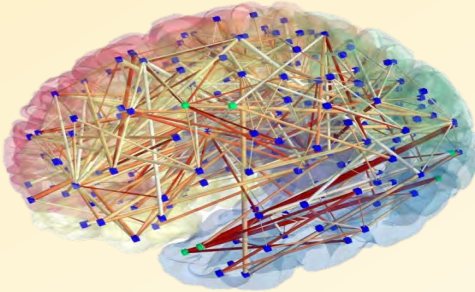
Bilişsel Sinirbilim

- Öğrenme, hafıza, dil gibi bilişsel süreç ve yetilerin biyolojik temelleri
- Sistem seviyesinde sinir ağları
- Yeni görüntüleme (EEG, fMRI, fNIRS vs.) ve data analiz (ör. makine öğrenmesi) metotları



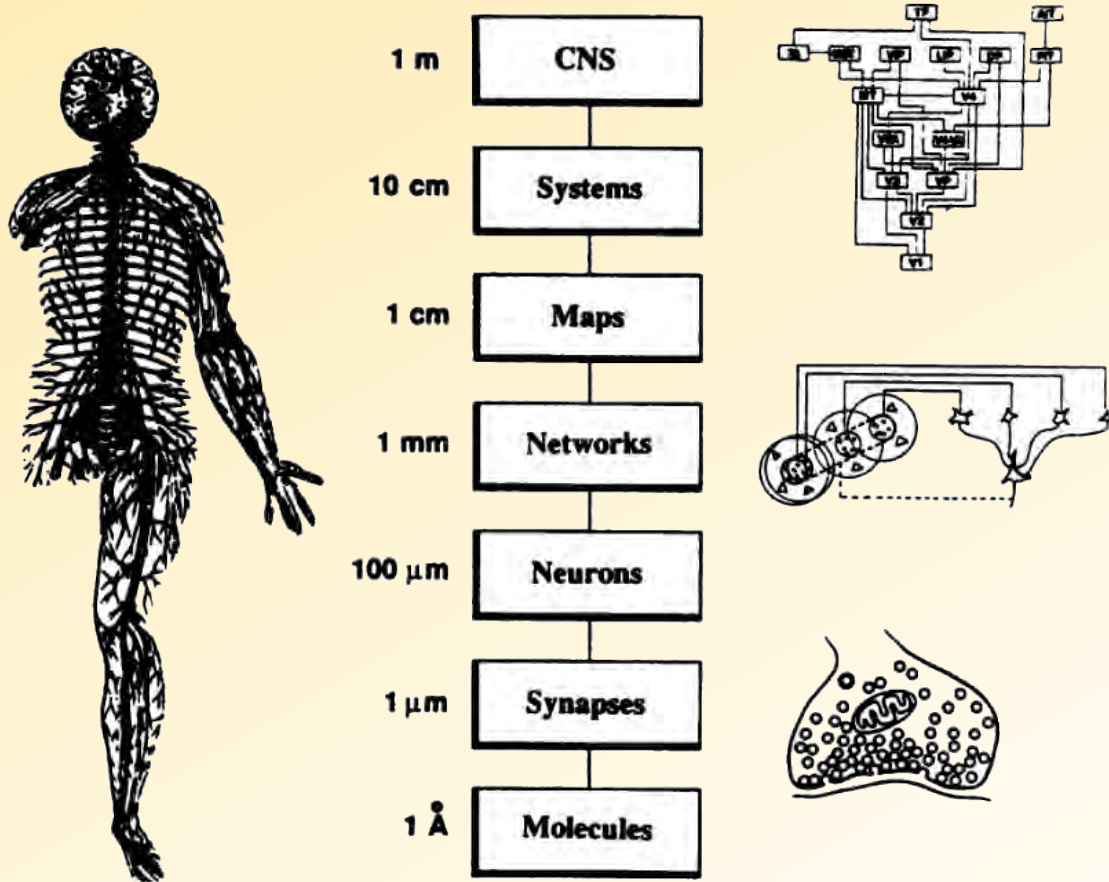
Güncel trendler

- Modüller yerine ağlar.
- Bir karmaşık ve dinamik ağ olarak beyin.
- Algısal ve eylemsel sistemlerin bilişsel süreçlerdeki rolü.
- Disiplinlerarası sinirbilim çalışmaları
- Yapay zekanın kullanımı



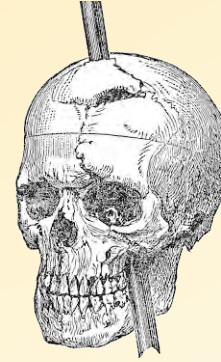
Bilişsel sinirbilim araştırma yöntemleri

Sinirbilimde Analiz seviyeleri

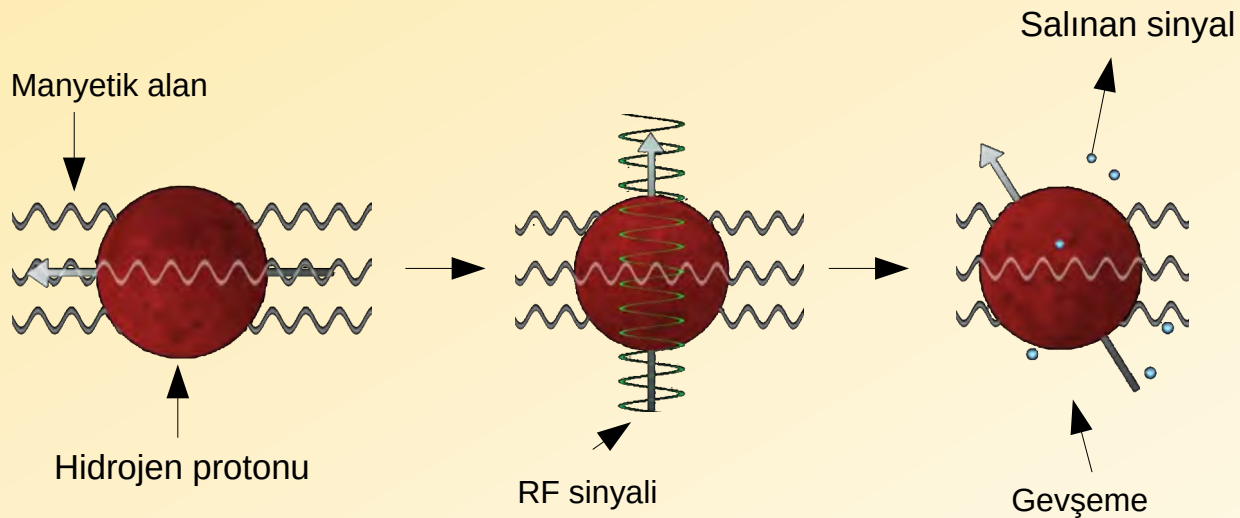


Bilişsel Sinirbilimde kullanılan yöntemler

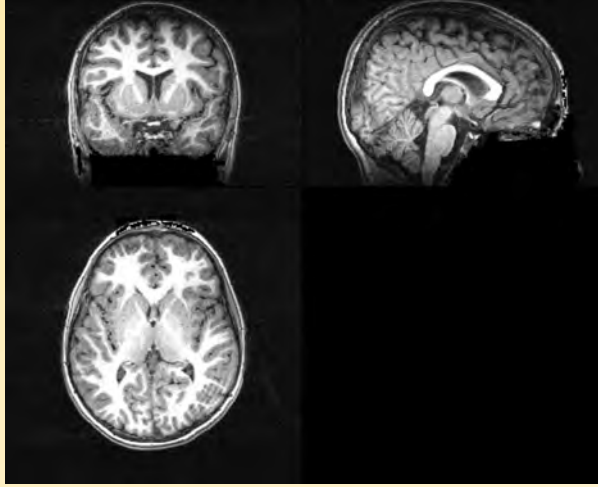
- Hasta çalışmaları
- Beyin görüntüleme
 - Yapısal görüntüleme
 - Fonksiyonel görüntüleme
- Elektrofizyoloji



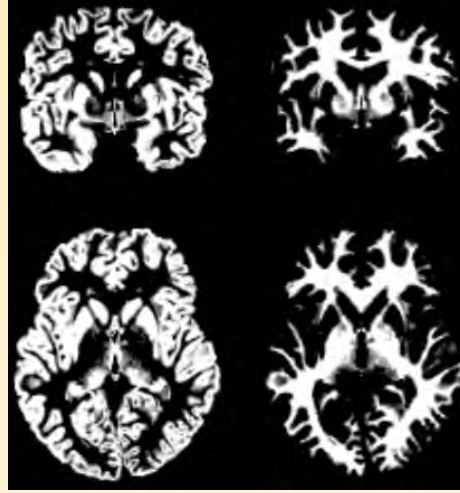
Manyetik Rezonans Görüntüleme



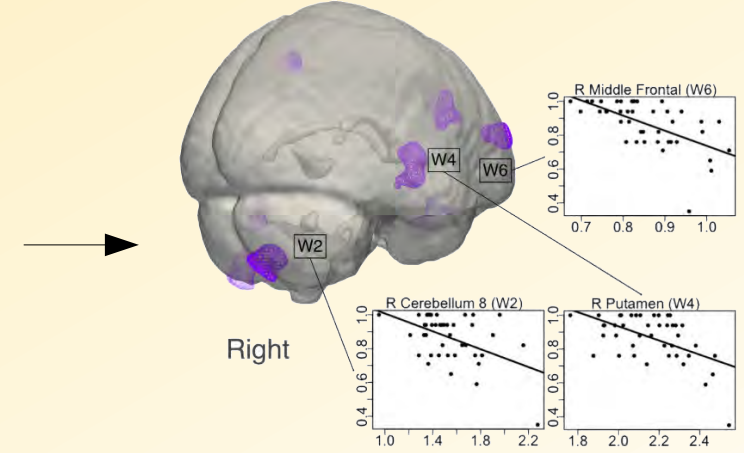
Yapısal MR: Voksel Bazlı Morfometri



Yapısal MR görüntüsü



Gri madde Beyaz madde



Yapısal özellikler ve davranışsal ölçütler arasındaki ilişki

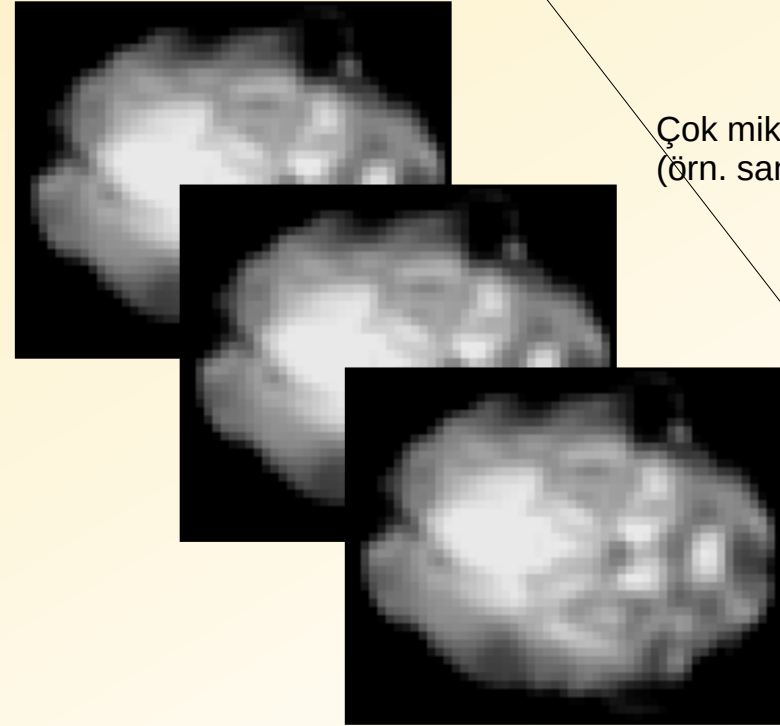
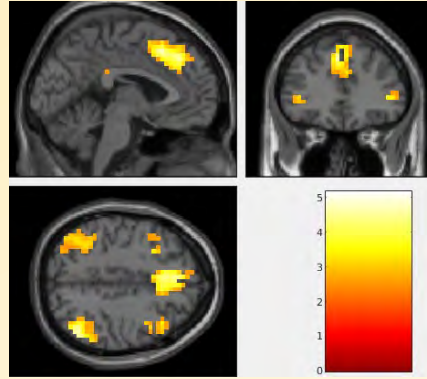
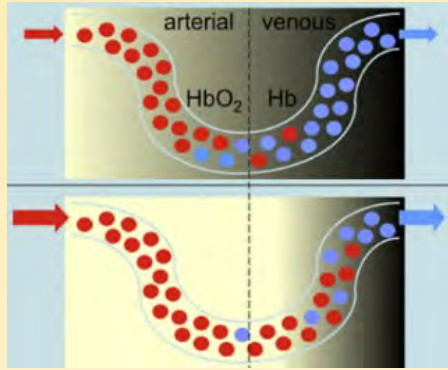


Fonksiyonel MRI

Fonksiyonel MRI

Çok miktarda resim
(örn. saniyede bir)

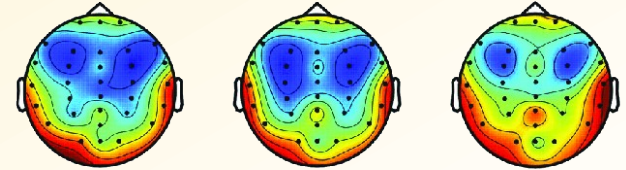
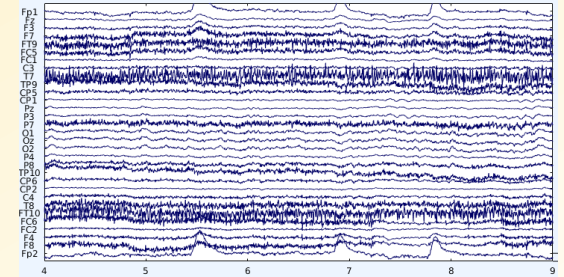
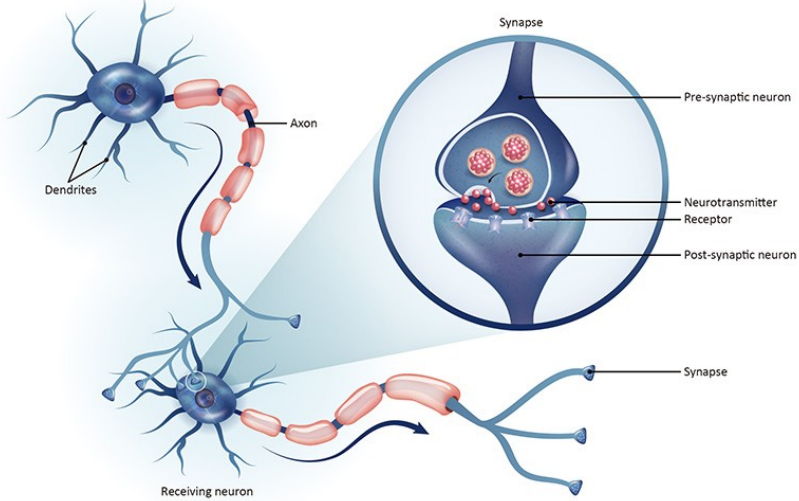
Düşük çözünürlük (~3mm)



↑ Sinirsel faaliyet □ ↑ Kanda oksijen □ fMRI sinyali (hemodinamik yanıt)

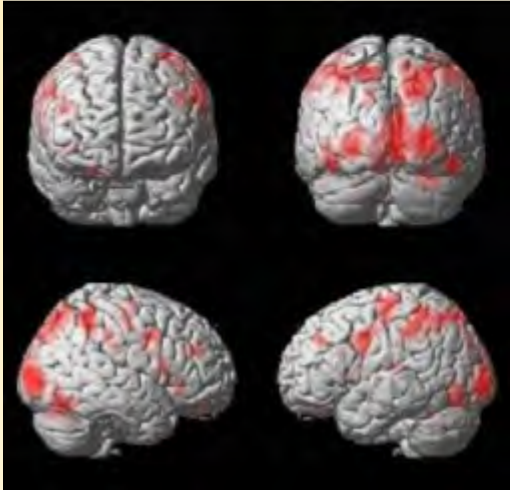
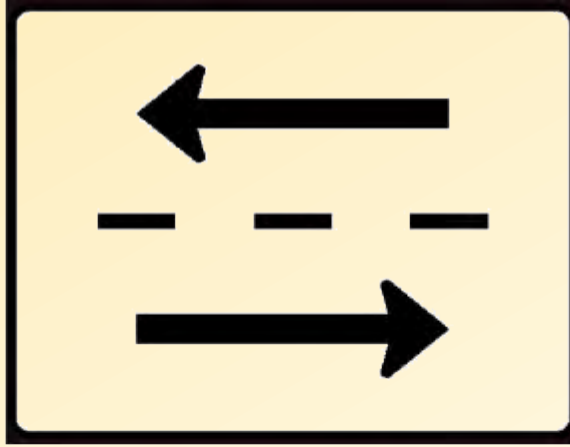
Elektrofizyoloji

- Elektroensefalogram (EEG) ve Olayla İlişkili Potansiyeller (ERP)



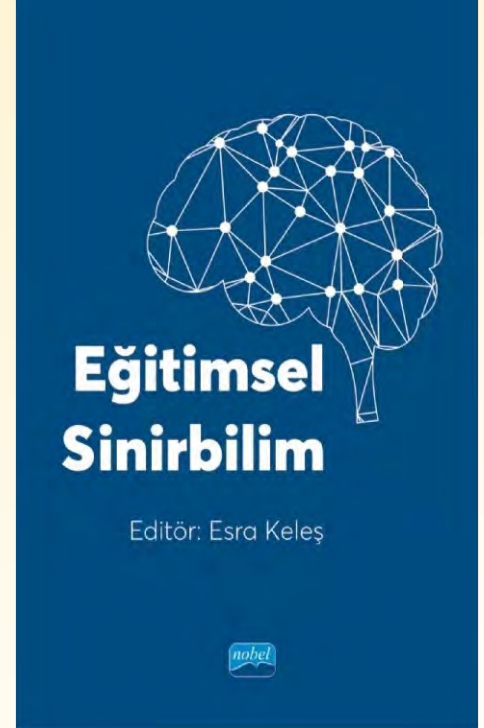
Eğitimsel Sinirbilim

Eğitimsel Sinirbilim



Eğitimsel Sinirbilimin Amaçları

- Bilişsel sinirbilim çalışmalarını eğitim için yorumlamak
- Öğrenme süreçlerinin biyolojik temellerini davranışsal verileri de katarak anlamak
- Biyolojik verileri erken tanı ve müdahalelerin verimliliğini ölçmek için kullanmak
- Sinirbilim okuryazarlığını arttırmak



Eğitimsel Sinirbilim Analiz Seviyeleri

- Sosyo-Kültürel
- Kişisel
- Bilişsel / Davranışsal
- Sinirsel ve fizyolojik
- Genetik



Evrensel

Temel Çalışma Alanları

- Bilişsel gelişim
- Dil gelişimi
- Okuma ve disleksi
- Matematik
- Bilişsel ve davranışsal bozukluklar
- Sinirbilim okuryazarlığı ve nöromitler

Örnek 1: Disleksi (okuma güçlüğü)

- Dil işleme ile ilişkili beyin bölgelerinde yapısal ve fonksiyonel farklılıklar
- Fonolojik işleme bozuklukları
- Dil alanları arasındaki bağlantılarda zayıflık
- Erken dönemde beyin temelli belirteçlerin saptanması ile erken müdahale
- Fonolojik eğitim ve nöroplastisiteye dayalı yöntemler
- Görsel odaklı modellerden fonolojik işleme odaklı yaklaşıma geçiş

Örnek 2: Matematik Öğrenme ve Diskalkuli

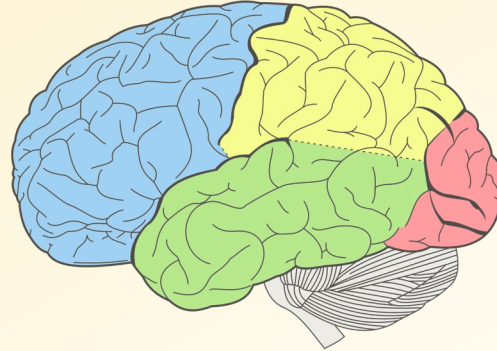
- Beyinde görsel, dokunsal ve motor fonksiyonların birleştiği parietal alanlarda yapısal ve fonksiyonel farklılıklar
- Sözel, görsel ve sembolik temsillerin ayrı ağlarda temsili
- Erken müdahale ile büyüklük işleme sistemleri ve sayılar arasında bağlantı kurma
- Fiziksel nesneler ve görselleştirme tekniklerinin birlikte kullanımı

Nöromitler

Beyin ve biliş ile ilgili yanıltıcı bilgiler

Nöromit: Öğrenme biçimleri

- “Öğrenciler, öğrenme stillerine (örneğin işitsel, görsel, kinestetik gibi) uygun olarak sunulan bilgiyi daha iyi öğrenirler. “



Nöromit: Akılcı Sol Beyin – Bohem Sağ Beyin

- “Beyninin sağ yarım küresini baskın olarak kullanan öğrenciler yaratıcı, beyninin sol yarım küresini baskın olarak kullanan öğrenciler ise rasyonel-akademik görevlerde daha başarılı olur.”

Sol beyin: Akılcı
düşünce,
mantık,
matematik ...



Right Brain: Yaratıcı
ve sanatçı

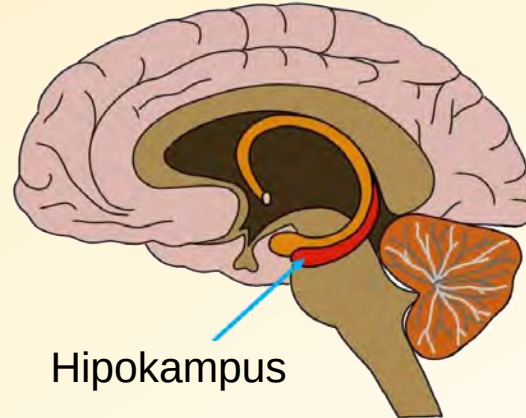
Nöromit: Beyin Kapasitesi

- “Beynimizin sadece belli bir yüzdesini kullanırız.”

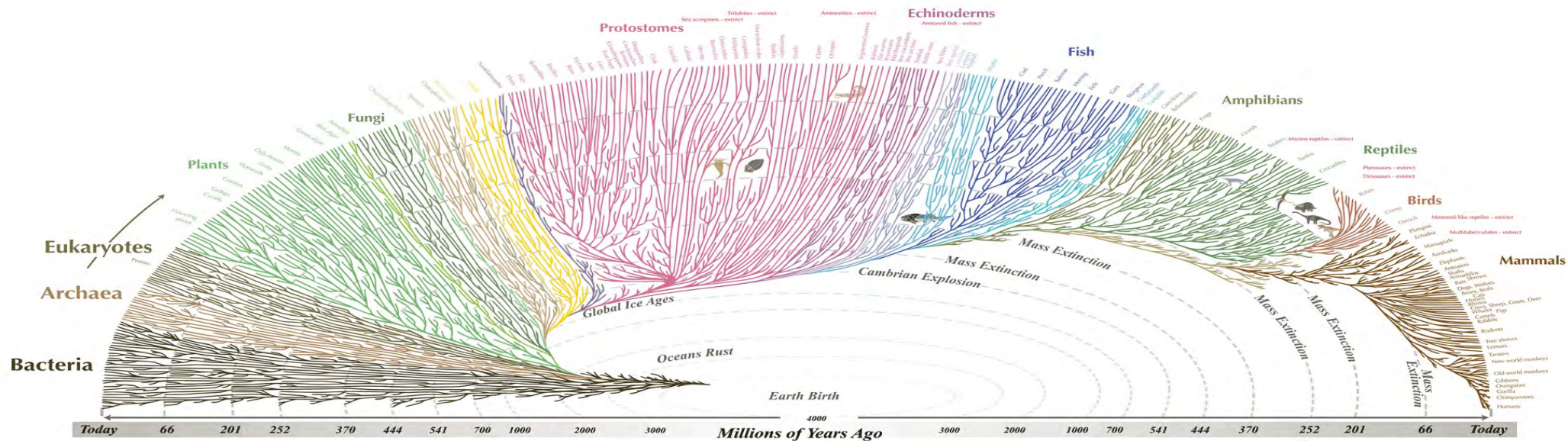


Nöromit: Hafıza bir kutudur

- “Hafızanın beyinde saklanması bir bilginin bilgisayarda saklanması gibidir. Her bir hatıra beynin küçük bir parçasında tutulur”

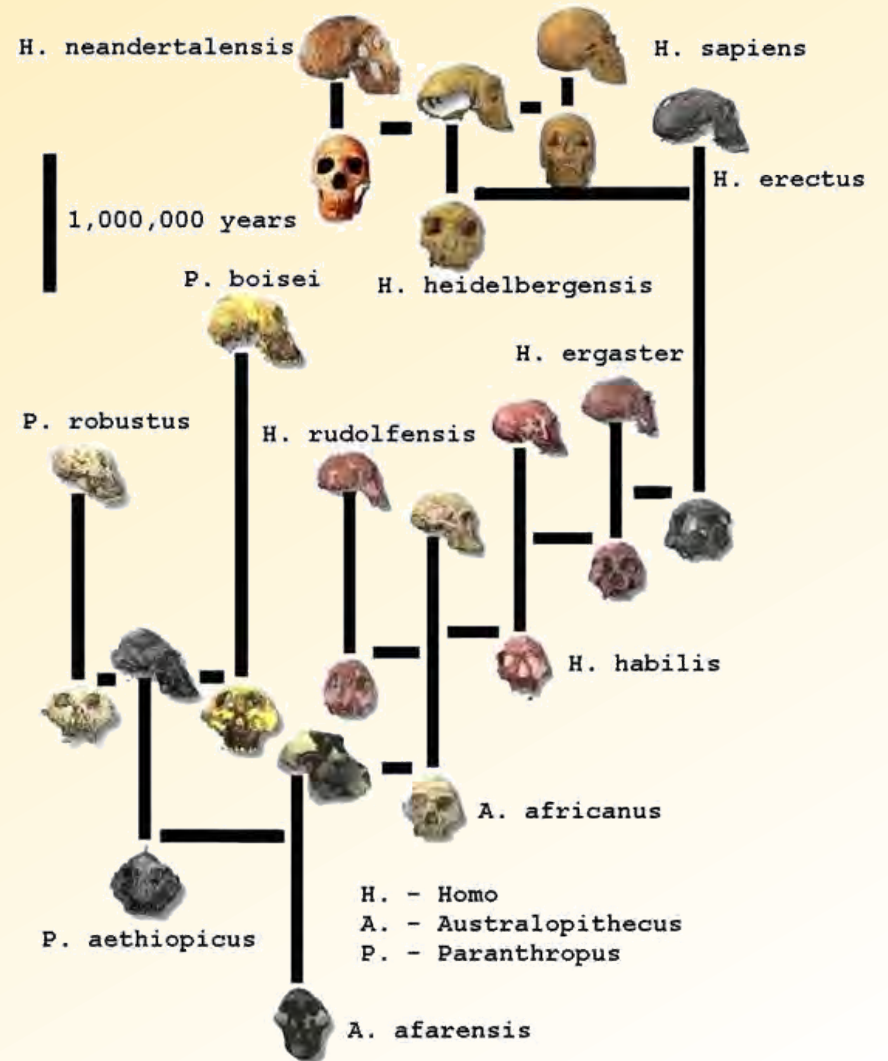
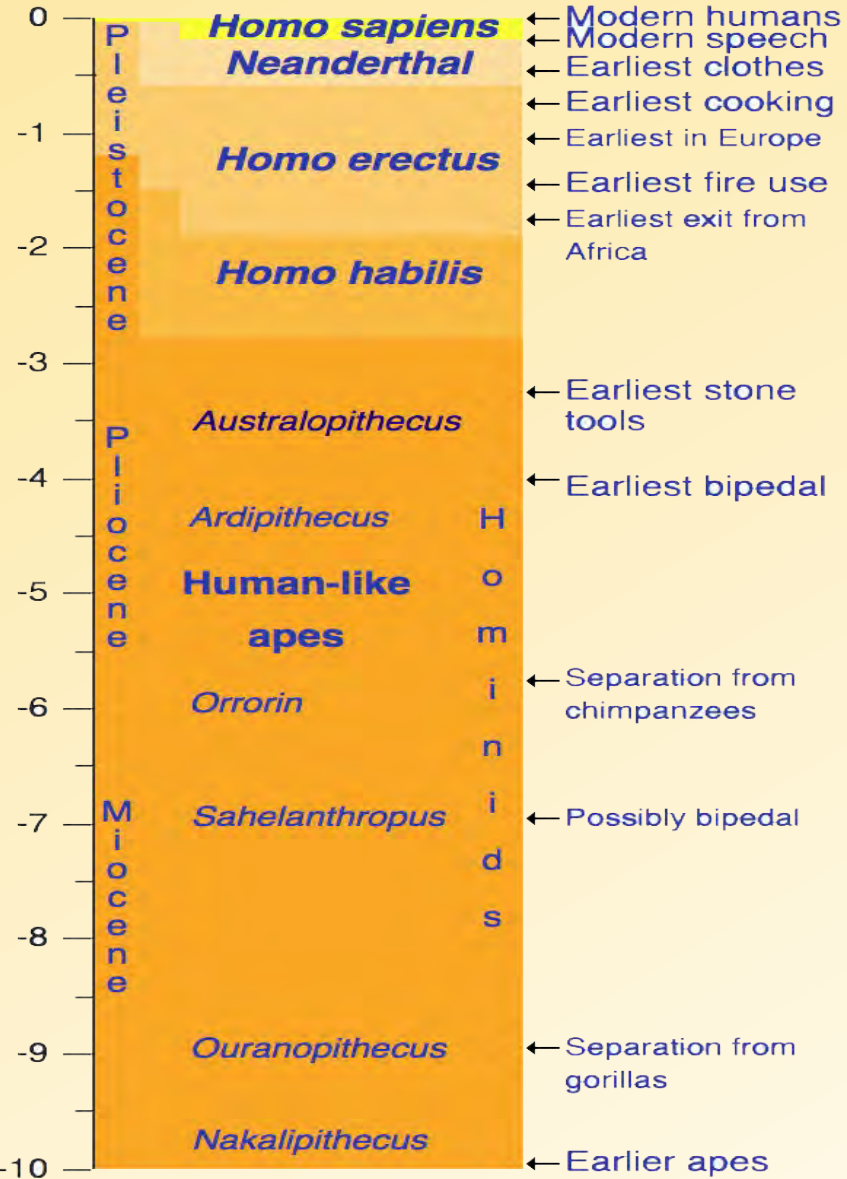


Beynin ve bilişin evrimi



All the major and many of the minor living branches of life are shown on this diagram, but only a few of those that have gone extinct are shown. Example: Dinosaurs - extinct





Takribi son ~3 milyon yılda meydana gelmiş değişimler:

- Sürekli iki ayak üzerinde yürüme
- Artan et tüketimi
- Değişik coğrafi ve iklim şartlarına uyum
- Ateş kullanma ve yemek pişirme
- Alet yapma ve kullanma
- Dil
- Karmaşık sosyal gruplar ve sosyal yetiler
- Sindirim sisteminin küçülmesi ve beynin büyümesi

Mandrill



Macaque



Bear



Chimpanzee



Human



Baboon



Lion



Cheetah



Dog



Cat



Giraffe



Kudu



Mouflon



Goat



Wallaby



Peccary



Rabbit



Rat



Mouse



5 cm

İnsan beyninin tek özelliği büyük olması mı?

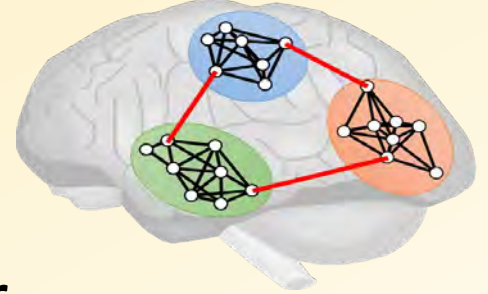
- 2.5 milyon yılda üç kat büyüme



- Büyüme dışında yapısal ve fonksiyonel değişiklikler

Beyin yapısındaki temel değişiklikler

- Beyin büyüdükçe:
 - Beyaz maddenin gri maddeye oranı artar
 - Nöron istasyonlarının oluşma eğilimi artar
- Görece olara koku ve görsel bölgeler küçük, beyincik ve temporal bölgeler büyük
- Yüksek beyaz/gri madde oranı



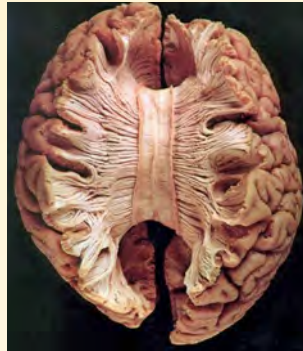
Beyin yapısındaki temel değişiklikler

- Prefrontal bölgeler daha büyük ve girdili çıktıllı (yüzey alanı yüksek): planlama, yürütücü işlevler, problem çözebilme vs..

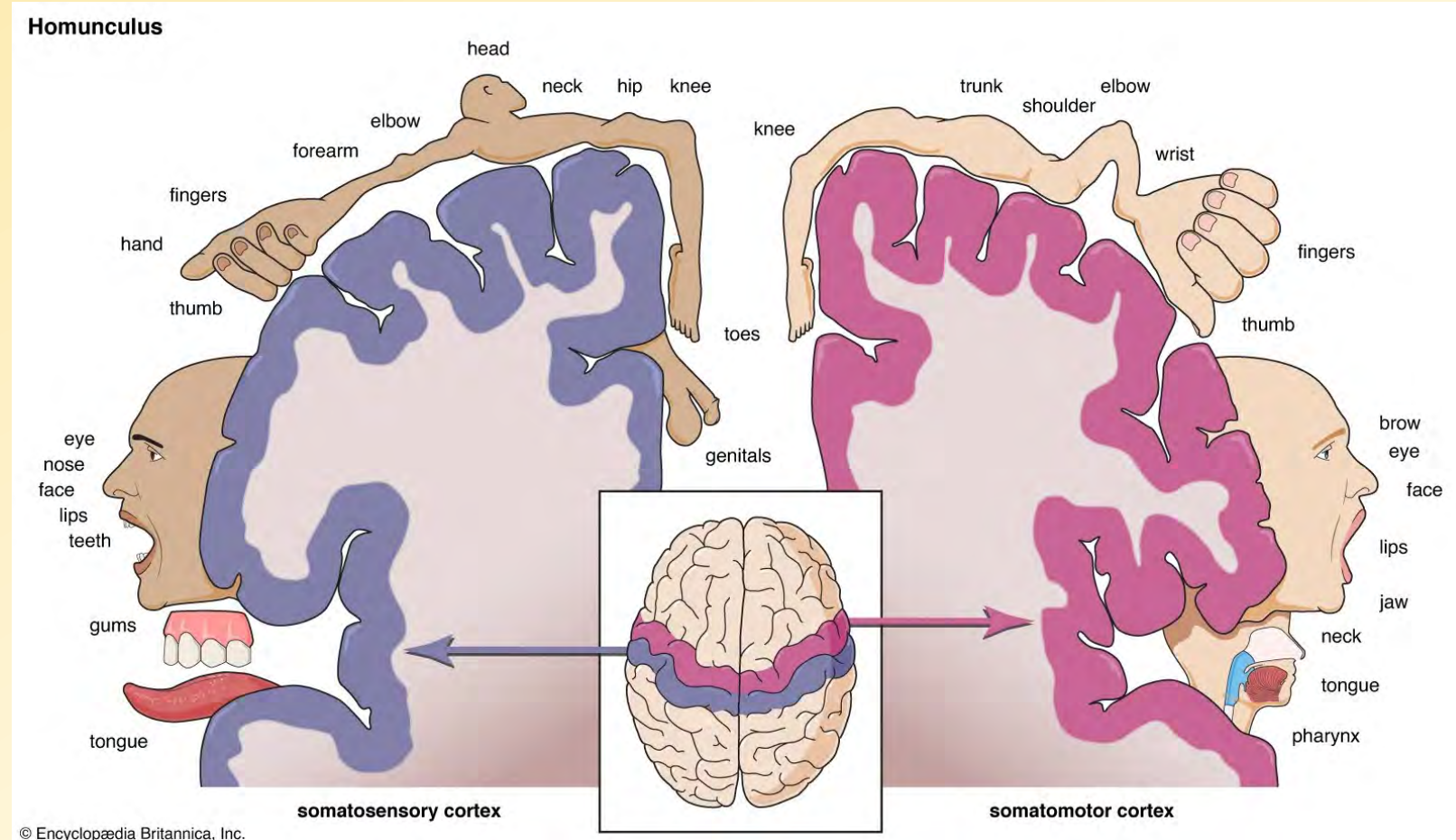


Asimetri

- El yetenekleri, alet kullanma, dil, matematik vs.
- Anatomik asimetri en çok insanlarda görülür



Algısal ve eylemsel homunculi



Hangisi insan beynine daha çok benziyor?



Beyin neden bir bilgisayar değil?

Makineler/Bilgisayarlar

- Tasarım planı
- Parçalar arasında açık işlevsel görev paylaşımı
- Bilinçli tasarım kararları
- Yeni işlevler kazanmak için tasarımın baştan yapılabilme imkanı

Biyolojik sistemler

- Küçük adımlı değişimler
- O anki çevresel ihtiyaçlara cevap verecek değişimler
- Rastgelelik
- Yeni baştan tasarımın imkansızlığı ve halihazırda var olan tasarımın bir sonraki değişiklikleri kısıtlamaları



Algısal ve Motor Bölgelerin Semantik Kullanımı

- Eylemsel sistemlerin dilde kullanımı:
 - "İt", "tekmele", "kaldır" gibi fiillerin işlenmesi sırasında motor bölgelerin çalışması (Pulvermüller, 2005)
- Olumsuz cümleler dile getirirken yukarı, olumlu cümlelerdeyse aşağı kol hareketlerinin daha yavaş yapılması
=> Dilin anlamlandırılması eylemsel sistemleri kullanır

- Dilde kavramsal metaforlar
 - "Borsanın yükselmesi", "umudun artması", "soğuk insan"
- Bir eylemi yapmanın, hayal etmenin, ve izlemenin benzer sistemleri aktive etmesi

Matematiksel Yetiler: Parmaklar ve matematik arasındaki ilişki

- El ve parmak etkileşimlerinin matematiksel gelişime etkisi
- Parmak hissi ve parmakla saymanın matematiksel gelişimle ilişkisi
- Beyinde parmakla ilgili algısal ve eylemsel sistemlerin matematik için kullanılması



Bedenlenmiş Biliş

- Biliş ve eylemsel sistemler arasındaki ilişki
- Bilişin çevre, vücut ve beyinin etkileşimi ile ortaya çıkması
- Öğrenme ve bilişin çalışılması için sadece beyin ve bilişe odaklanmamak. Fiziksel ve kültürel bağlamın önemi.

Beyinde matematik

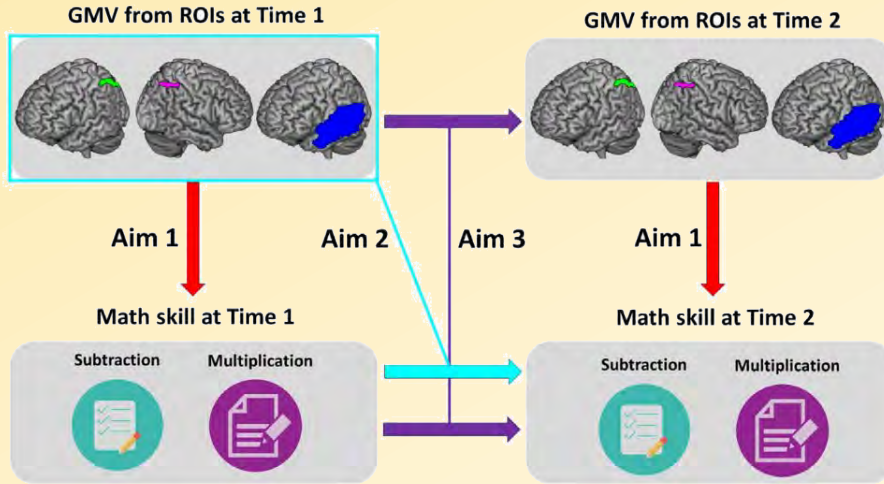
Matematiksel gelişim ve yetiler üzerine çalışmalar

- Matematiksel gelişim
- Diğer bilişsel yetilerle ilişkiler
- Matematik öğrenme güçlüğü
- Matematiksel performansı etkileyen faktörler
- Beyin yapısı ve fonksiyonun matematikle ilişkisi
- Sosyal-kültürel ortamın rolü



Matematiksel Yetilerin Yapısal Temelleri

- 3-8. sınıf çocukları
- Çıkarma ve çarpma performansının beyin yapılarıyla ilişkisi



Gray matter volume in left intraparietal sulcus predicts longitudinal gains in subtraction skill in elementary school

Macarena Suárez-Pellicioni^{a,*}, Firat Soylu^a, James R. Booth^b

Suárez-Pellicioni, M., Soylu, F., & Booth, J. R. (2021). Gray matter volume in left intraparietal sulcus predicts longitudinal gains in subtraction skill in elementary school. *NeuroImage*, 235(April), 118021.

Bloklarla oynamanın 3-4. sınıf çocuklarında matematiksel yetiler ve beyin fonksiyonu üzerine etkisi



- 3-4. sınıf çocukları
- İki ayrı davranışsal ve fMRI ölçüm
- Bir ay süreli oyun etkileşimi
- Kurallı ve serbest blok oyunlarının karşılaştırılması

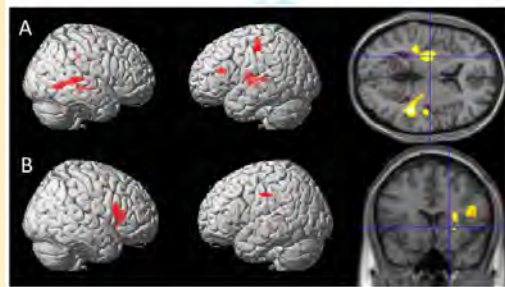


Figure 4: Structured Block Play: (A) Depicts activation increases after structured block play for addition. (B) Depicts activation increases after structured block play for subtraction.

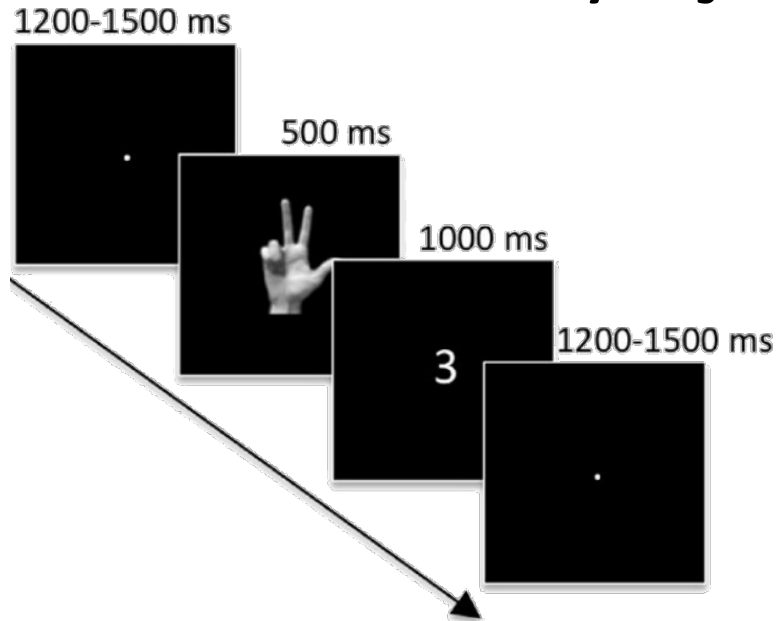


Structured versus free block play: the impact on arithmetic processing

Sharlene D. Newman ^{a, b, c, ✉}, Erin Loughery ^b, Ambur Ecklund ^b, Cindy You ^b, Hannah Von Werder ^b, Firat Soylu ^d

Newman, S., Loughery, E., Ecklund, A., You, C., Von Werder, H., & Soylu, F. (2020). Structured versus free block play: the impact on arithmetic processing. *Trends in Neuroscience and Education*

Parmak-Sayı İşaretlerinin Beyinde İşlenmesi



Montring (MO)

Counting (CO)

Non-canonical (NC)



Contents lists available at [ScienceDirect](https://www.sciencedirect.com)

Neuroscience Letters

journal homepage: www.elsevier.com/locate/neulet

Research article

ERP differences in processing canonical and noncanonical finger-numeral configurations

Firat Soylu*, Brian Rivera, Mona Anchan, Nathaniel Shannon

Soylu, F., Rivera, B.*, Anchan, M.*, & Shannon, N.*
(2019). ERP differences in processing canonical and noncanonical finger-numeral configurations. *Neuroscience Letters*, 705, 74–79.

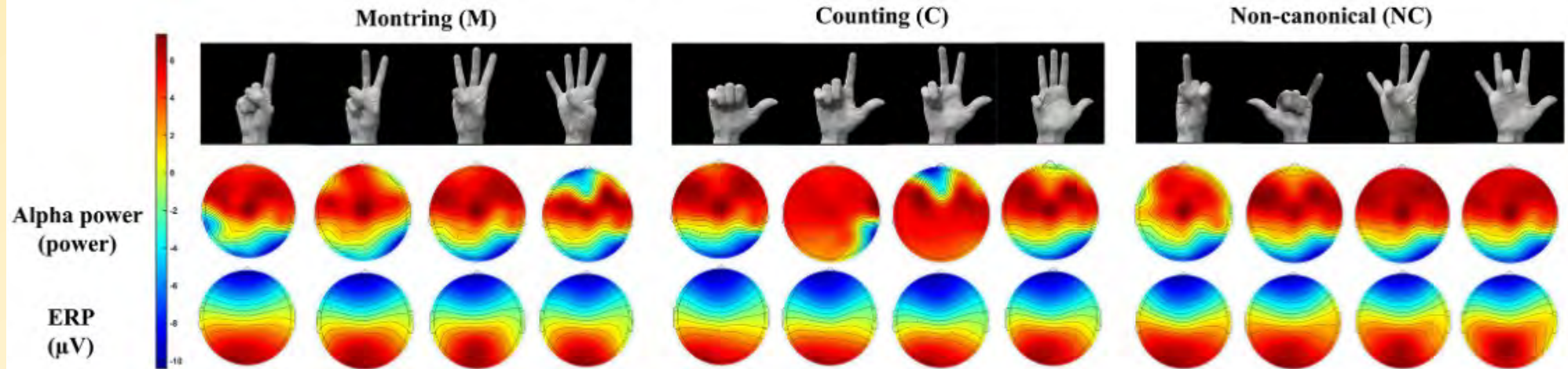
Soylu, F. (2019). Public dataset: ERP differences in processing canonical and noncanonical finger-numeral configurations, *Harvard Dataverse*.

Makine Öğrenmesi ile Parmak-Sayı Analizi



Journal of
Numerical Cognition

EEG Decoding of Finger Numeral Configurations With Machine Learning

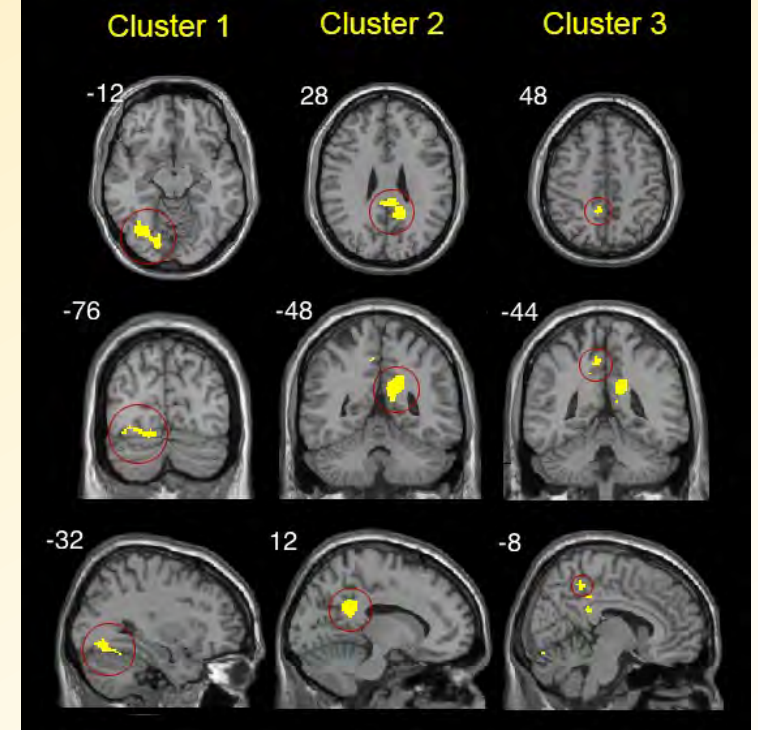


Salehzadeh, R.*, Rivera, B.*, Man, K., Jalili, N., & Soylu, F. (2023). EEG Decoding of Finger Numeral Configurations With Machine Learning. *Journal of Numerical Cognition*, 9(1), 206-221

Salehzadeh, R.*, Soylu, F., & Jalili, N. (2023). A comparative study of machine learning methods for classifying ERP scalp distribution. *Biomedical Physics & Engineering Express*

Parmak Hissi ve Aritmetik

- Parmak hissi performansı ve aritmetik arasındaki ilişki
- Yüksek parmak hissi → Sayı bölgelerinde düşük aktivasyon



Journal of Numerical Cognition
jnc.psychopen.eu | 2363-8761



Research Reports

The Differential Relationship Between Finger Gnosis, and Addition and Subtraction: An fMRI Study

Firat Soylu^a, David Raymond^b, Arianna Gutierrez^b, Sharlene D. Newman^b

[a] The University of Alabama, Tuscaloosa, AL, USA, [b] Indiana University, Bloomington, IN, USA

Parmak Hissinin Yapısal Temelleri

NEUROSCIENCE RESEARCH ARTICLE

Firat Soylu et al. / Neuroscience 404 (2019) 82–90

Gray Matter Correlates of Finger Gnosis in Children: A VBM Study

Firat Soylu,^{a,*} Roy Seo,^b Morgan Newman^c and Sharlene D. Newman^d

^aThe University of Alabama, Tuscaloosa, USA

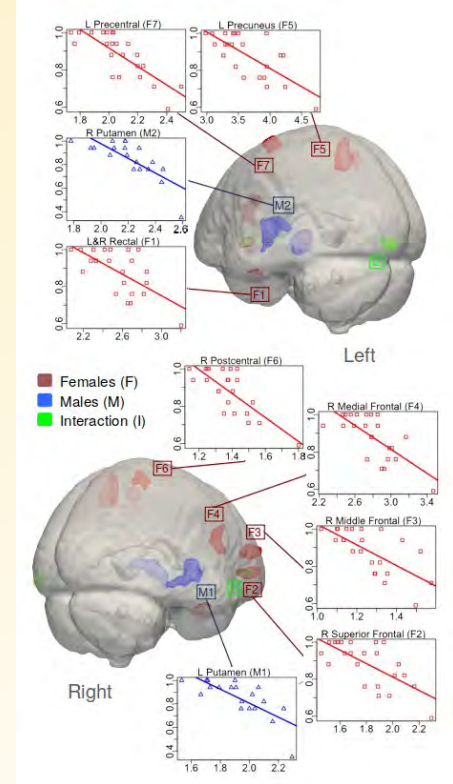
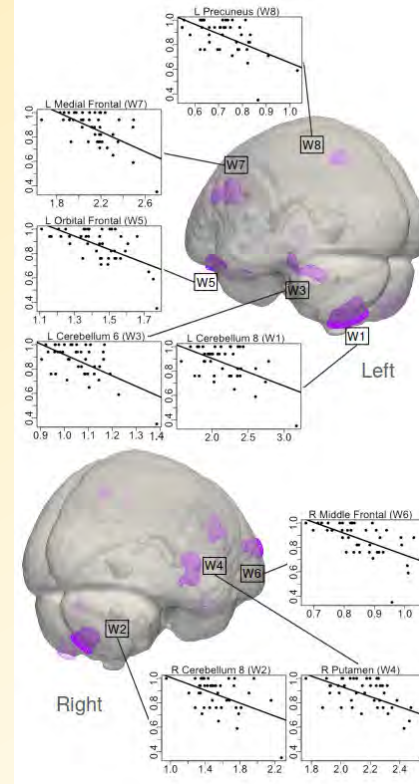
^bUniversity of Washington, Seattle, USA

^cVanderbilt University, Nashville, USA

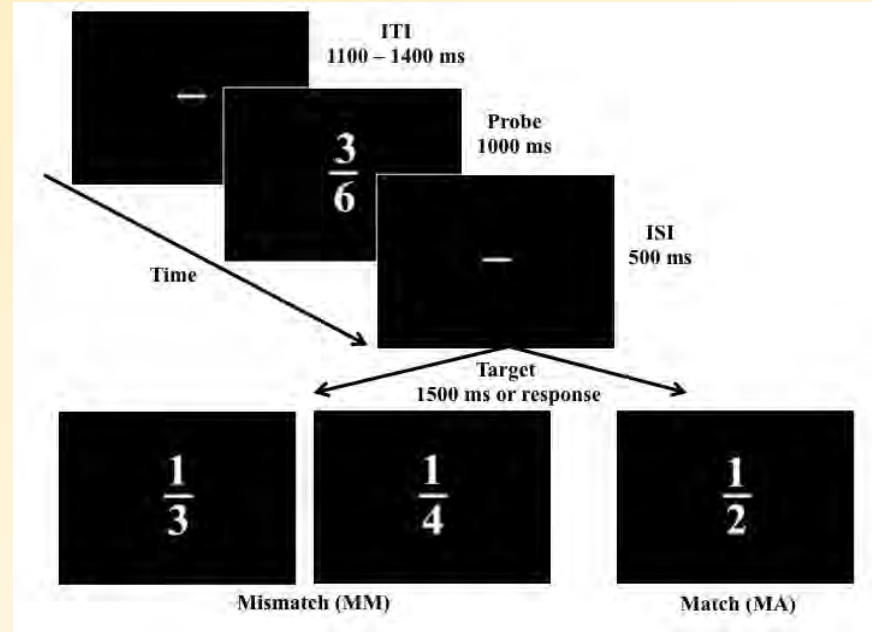
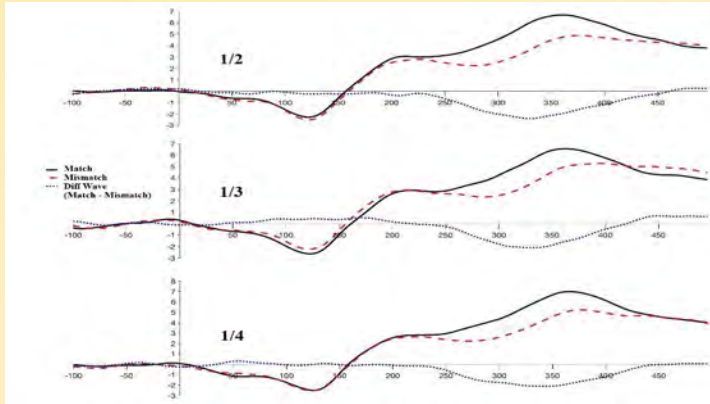
^dIndiana University, Bloomington, USA

Abstract—Accumulating evidence relates finger gnosis (also called finger sense or finger gnosis), the ability to identify and inc to cognitive processing, particularly numerical cognition. Multiple studies have shown that finger gnosis scores correlate with c ical skills in children. Neurosychological cases as well as magnetic stimulation studies have also shown that finger gnosis is

- 7-10 yaş arası çocuklar
- Gri madde hacminin parmak hissi performansı ile ilişkisi



Kesirlerin Beyinde İşlenmesi

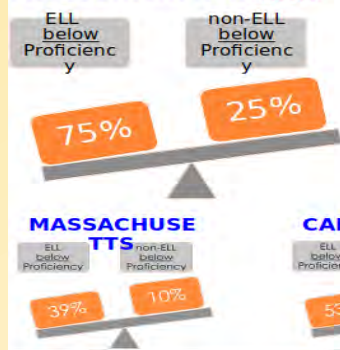


Brian Rivera

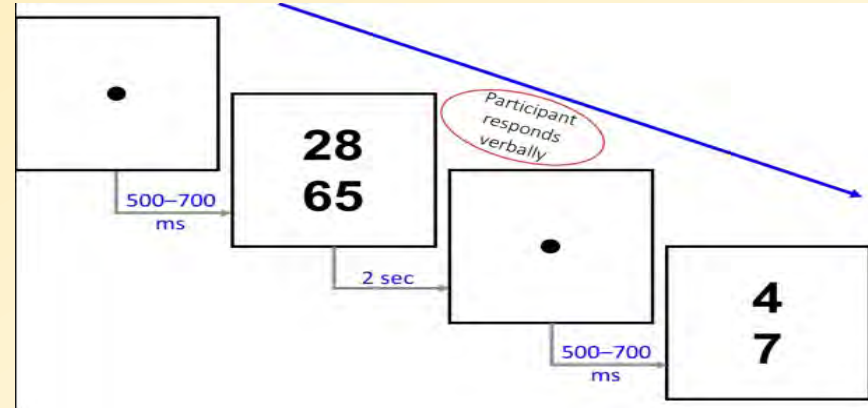
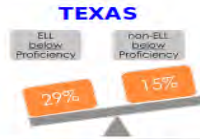
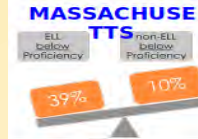
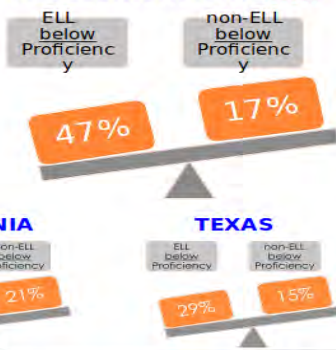
Rivera, B.*, & Soyulu, F. (2021). Incongruity in Fraction Verification Elicits N270 And P300 ERP Effects. *Neuropsychologia*

İki Dillilerde Aritmetik İşlem

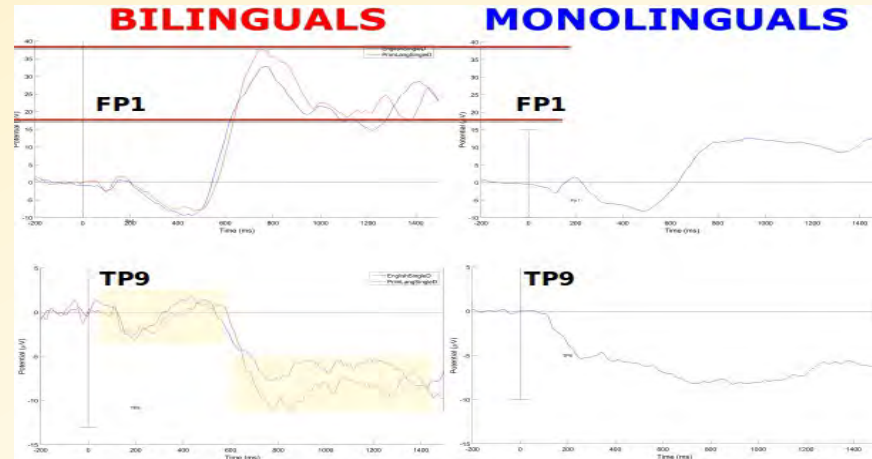
4th grade **ALABAMA** Assessment (2017, NAEP)



4th grade **NATIONAL** Assessment (2017, NAEP)



Mona Anchan



Kapanış

Gelecek için önemli temalar:

- Teknoloji kullanımının beyin gelişimi, hayat boyu öğrenme ve ruhsal sağlık üzerine etkisi
- Yapay zekanın eğitimde kullanılmasının duygusal-sosyal gelişim üzerine etkisi
- Beslenme, uyku ve egzersiz alışkanlıklarındaki değişimin beyin ve ruhsal sağlık üzerine etkisi

Teşekkürler!

Dr. Fırat Soylu fsoylu@ua.edu