

GÖRKEM ALBAN

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ SAĞ. BİL. ENST.

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İSTANBUL-2012

**T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

**FONOLOJİK KISA SÜRELİ BELLEK DEPOSUNDAN
SORUMLU BEYİN BÖLGELERİNİN TRANSKRANYAL
MANYETİK UYARIMLA DEĞERLENDİRİLMESİ**

GÖRKEM ALBAN

**DANIŞMAN
PROF. DR. TAMER DEMİRALP**

**SİNİRBİLİM ANABİLİM DALI
SİNİRBİLİM**

İSTANBUL-2012

TEZ ONAYI

İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Sinirbilim Anabilim Dalı Sinirbilim Yüksek Lisans Programında Görkem ALBAN tarafından hazırlanan Fonolojik Kısa Süreli Bellek Deposundan Sorumlu Beyin Bölgelerinin Transkranyal Manyetik Uyarımla Değerlendirilmesi başlıklı Yüksek Lisans tezi, yapılan tez sınavında Jürimiz tarafından başarılı bulunarak kabul edilmiştir.

18 / 07 / 2012

Tez Sınav Jürisi

<u>Ünvanı Adı Soyadı (Üniversitesi, Fakültesi, Anabilim Dalı)</u>	<u>İmzası</u>
1.Prof. Dr. Tamer DEMİRALP	İstanbul Tıp Fakültesi
2.Prof. Dr. Ertan YURDAKOŞ	Cerrahpaşa Tıp Fakültesi
3.Prof. Dr. A. Emre ÖGE	İstanbul Tıp Fakültesi
4.Prof. Dr. Sacit KARAMÜRSEL	İstanbul Tıp Fakültesi
5.Prof. Dr. Ahmet ADEMOĞLU	İ.Ş.Ü. Müh. ve Doğa Bil. Fak.
	Fizyoloji Anabilim Dalı
	Fizyoloji Anabilim Dalı
	Nöroloji Anabilim Dalı
	Fizyoloji Anabilim Dalı
	Bilg. Müh. Bölümü

BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmayla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığı beyan ederim.

Görkem Alban(İmza)



İTHAF

Annem'e ithaf ediyorum...

TEŞEKKÜR

Yoğun ısrarlarıma dayanamayarak tez danışmanım olmayı kabul eden ve bir danışmandan beklenenin çok üzerinde emek harcayarak çalışmamın tamamlanmasını sağlayan sevgili hocam Tamer Demiralp'e,

Farklı bir deneysel ölçüm yöntemi öğrenmemi sağlayan ve çalışma ile ilgili sorularım için zaman ayıran sevgili A. Emre Öge'ye,

Çalışmanın oluşturulması aşamasından, veri toplama aşamasına kadar yanımda olan, elmanın diğer yarısı Sema Demirci'ye,

Katılımcıların MR görüntülerini hiçbir ücret almadan sağlayan Medica Tıp Merkezi'ne ve buna öncülük eden Fazıl Pierovi'ye,

Uyarım sistemi hakkında bizleri bilgilendiren ve başka bir ülkede olmasına karşın sorularımızı cevaplama çalışan Zübeyir Bayraktaroğlu'na,

Deneyin yapılmasını sağlayan sistem düzenlemelerini ve verilerin analiz edilebilmesi için gereken kodların yazımını gönüllü olarak yapan Bora Cebeci ve Basri Erdoğan'a,

Uyaranların hazırlanması aşamasında tüm bilgilerini paylaşmaktan çekinmeyen Mehmet Aygüneş'e,

Yetişemediğim evrak işlerinde desteğini esirgemeyen ve anksiyeteme ortak olan sevgili dönem arkadaşım Elif Kurt'a

Sıkılmadan süreç hakkındaki sorularımı cevaplayan İtir Kaşıkçı ve eski dostum Gökçer Eskikurt'a,

Laboratuvarımda karşılaşılan temel sorunlarda yardımımıza koşan Atilla Uslu'ya,

Bilimsel merakıma saygı duyan ve beni destekleyen çalışma arkadaşlarım Mehmet Şerif Top, Rana Salkın ve Pınar Ceylan'a

Bilime karşı varolan bu ilgimin farkına vararak lisans eğitimim ilk yıllarında laboratuvarının kapısı açarak bir araştırmacı olma motivasyonunu kazanmamı sağlayan, bir hocadan çok daha fazlası olan sevgili Münire Özlem Çevik'e

Uzun saatler boyunca süren çalışmamıza katılarak destek veren tüm katılımcılarımıza,

Son olarak her zaman yanımda olan aileme teşekkür ederim.

Bu çalışma, İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir. Proje No:14067

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAYI	İİ
BEYAN.....	İİİ
İTHAF.....	İV
TEŞEKKÜR.....	V
İÇİNDEKİLER	Vİİ
TABLolar LİSTESİTABLolar LİSTESİ.....	İX
ŞEKİLLER LİSTESİ	X
SEMBOLLER / KISALTMALAR LİSTESİ	Xİİ
ÖZET	XİV
ABSTRACT.....	XV
1. GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Bellek	3
2.2. Kısa Süreli Bellek / Çalışma Belleği	4
2.3. Çok Bileşenli Çalışma Belleği Modeli	6
2.3.1. Fonolojik Döngü	8
2.3.2. Görsel – Mekansal Yazboz Tahtası	11
2.3.3. Merkezi Yönetici.....	12
2.3.4. Epizodik Tampon.....	12
2.4. ÇB'nin Nöroanatomisi	12
2.5. Transkranyal Manyetik Uyarım (TMU)	17
2.5.1. Manyetik Uyarılar, Uyarım Modları ve Bobinler	19
2.5.2. TMU Kullanılarak Yapılan ÇB Çalışmaları	21
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	25
3.1. Katılımcılar	25
3.2. Deneysel Tasarım.....	25
3.3. Uyarılar.....	26
3.4. Transkranyal Manyetik Uyarım (TMU)	28
3.5. Veri Toplama	29
3.6. İstatistiksel Analiz.....	31

4. BULGULAR.....	32
4.1. Hedef uyaranlara verilen yanıtların doğruluğu	32
4.2. Hedef uyaranlara karşı reaksiyon süreleri.....	34
5. TARTIŞMA	36
KAYNAKLAR	43
FORMLAR	51
ETİK KURUL KARARI	55
ÖZGEÇMİŞ	59

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo1. Bulundukları liste türüne ve prob uyaran türüne göre sunulan uyaran ve yanıt sayıları.....	29
Tablo2. Hedef uyaranlara verilen doğru yanıt sayısının ortalamaları.....	33
Tablo3. Hedef Uyaranlar İçin Doğru Yanıtların Ortalama Reaksiyon Süreleri (ms).....	35

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1: Atkinson ve Shiffrin (1968).....	4
Şekil 2: Çok Bileşenli Çalışma Belleği Modeli, İlk Formülasyon. Baddeley ve Hitch, 1974.....	7
Şekil 3: Çok Bileşenli Çalışma Belleği Modeli, Baddeley (2000).....	8
Şekil 4: Çok Bileşenli Çalışma Belleği Modeli, Fonolojik Döngü.....	9
Şekil 5: Vigneau ve ark. (2005), tarafından yapılmış meta-analiz bulguları. Üst; 730 aktivasyon alanının sagittal projeksiyonu gösterilmektedir. Mavi ile gösterilmiş alanlar fonolojik alanları, kırmızı ile gösterilmiş alanlar semantik alanları, yeşil ile gösterilenler ise sözdizimle ilgili alanları göstermektedir. Alt: Aynı renkler kullanılarak sınıflama yapılmıştır. Ek olarak farklı bileşenlerin aynı lokasyonda yer alması ve ayrıştırılamaması durumunda tespit edilen alanlar sarı bir daire içine alınmıştır.....	15
Şekil 6: Burgess ve Hitch'in Modeli.....	16
Şekil 7: Hücresel Düzeyde Manyetik Uyarım.....	18
Şekil 8: Değişen manyetik akım ile dokuda indüklenen akım paralel fakat ters yöndedir.....	18
Şekil 9: Zamansal ve mekansal çözünürlük açısından diğer yöntemlerle karşılaştırılması.....	19
Şekil 10: Kelebek şeklinde (sol) ve yuvarlak (sağ) bobinler, oluşturdukları elektriksel alanlar ve beyin üzerinde etkilenen alanlar; 8 şeklinde bobin kortikal haritalamada kullanılacak kadar fokal bir uyarım sağlarken yuvarlak bobin geniş bir alana yayılan manyetik uyarım sağlamaktadır.....	21
Şekil 11: A) Sol silviyan fissürün sonlanma noktası supramarjinal girus olarak kabul edilmiş ve 3x3'lük matris içine uyarım alanları yerleştirilmiştir. B) Herbir denek için uyarım sonrası seçilen alanlar birer yuvarlak (içi boş) şeklinde gösterilmiştir. İçi beyaz renkle boyanmış daire ise çalışmaya katılan deneklerin ortalamasını göstermektedir.....	24
Şekil 12: Bellek setinin sunumu.....	26

Şekil 13: 3x3'lük matris içine yerleştirilen alanlar ve numaralandırılması.....	28
Şekil 14: Çakıştırma işlemi sonrası ortaya çıkan 3 boyutlu görüntü.....	30
Şekil 15: Fonolojik benzer kelimeler ile fonolojik benzer olmayan kelimelerin hedef uyarılara verilen ortalama doğru yanıtlar üzerindeki etkisi. (*F(1/13)=8.07; p=0,014).....	33
Şekil 16: 2. ve 6. Alanın uyarımı ile hedef uyarılara verilen doğru yanıtların reaksiyon sürelerinin plasebo uyarım ile karşılaştırılması. (* F(1/13)=8,97; p=0,01, ** F(1/13)=9,45; p=0,009).....	35
Şekil 17: Gömülü Süreçler Modeli; A. Gömülü Süreçler modelini oluşturan bileşenlerin şema halinde gösterimi. B. Gömülü Süreçler Modelini oluşturan bileşenlerin nöroanatomik yerleşimi.....	40

SEMBOLLER / KISALTMALAR LİSTESİ

BA: Broadmann Alanı

ÇB: Çalışma Belleği

EEG: Elektroensefalogram

EMG: Elektromiyografi

fMRI: Fonksiyonel Manyetik Rezonans Görüntüleme

F3: İnferiyor frontal girusun orbital kısmı

F3orb/F2: inferiyor frontal girusun orbital kısmı ile orta frontal girus arasındaki bağlantı F3td: İnferiyor frontal girusun pars triangularisinin dorsal kısmı

FB: Fonolojik Benzerlik

Hz: Hertz

KSB: Kısa Süreli Bellek

MUP: Motor Uyarılma Potansiyeli

min : Minimum

maks : Maksimum

μ V: Mikrovolt

ms: Milisaniye

PET: Pozitron Emisyon Tomografi

PT: Planum temporale

RoIS: Üst rolantik sulkus

RoIOp: Rolandik operkulum

Prec: Alt presantral sulkus

S: Saniye

SMG: Supramarjinal girus

TMU: Transkranyal Manyetik Uyarım

T1: Süperiyor temporal sulcus

T1a: Süperiyor temporal sulcusun anterioru

USB: Uzun Süreli Bellek

yTMU: Yineleyen Transkranyal Manyetik Uyarım

ÖZET

Alban, G. (2012). Tezin Adı. Fonolojik Kısa Süreli Bellek Deposundan Sorumlu Beyin Bölgelerinin Transkranyal Manyetik Uyarımla Değerlendirilmesi, İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Sinirbilim ABD. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul.

Çalışma belleği, dikkat yardımıyla bilgiyi çevrimiçi tutan, kısa süreli depolayan ve manipüle edip geri çağırabilen bir bellek sistemidir. Çalışma belleğinin çok bileşenli modeli, “merkezi yöneticiye” bağlı olarak çalışan “fonolojik döngü” ve “görsel-mekansal yazboz tahtası” olarak isimlendirilen iki alt sistemden oluşmaktadır. Fonolojik döngü ise “fonolojik depo” ve “sessiz tekrarlama” bileşeninden oluşmaktadır. Bu çalışmada sağlıklı katılımcılarda Transkranyal Manyetik Uyarım (TMU) kullanılarak fonolojik deponun nöroanatomik lokalizasyonu araştırılmıştır. Uyarım yapılacak alanlar literatür ışığında 3x3 lük bir matrisin merkezinde sol supramarjinal girus olacak şekilde belirlenmiştir. Çalışma belleği görevi olarak Sternberg görevinin görsel versiyonu anlamsız heceler kullanılarak uygulanmış, bellek setindeki uyarılardan 250, 300, 350 veya 400 ms sonra tek uyarım TMU veya plasebo uyarım yapılmış, deneklerin problemler karşı reaksiyon zamanları ve görevlerdeki doğruluk oranları kaydedilmiştir. İstatistiksel analizler inferiyor pariyetal korteksin ventral bölgesinin (supramarginal girusun üst ve arka kısmı) uyarımı ile elde edilen reaksiyon zamanlarının plasebo uyarımla elde edilenlerden anlamlı derecede daha kısa olduğunu göstermiştir. Ayrıca, hedef uyarılara verilen yanıtların doğruluğu, TMU alan ve zamanından bağımsız olarak bellek setindeki uyarılar sessel benzer olduğunda anlamlı derecede artmıştır. Çalışma belleğine alternatif olarak önerilen Gömülü Süreçler modelinde, fonolojik depo yerine uzun süreli bellekteki temsilleri aktive eden “dikkat odağı” mekanizması ileri sürülmüştür. Bulgularımız fonolojik deponun varlığını desteklemekle birlikte dikkat odağıyla da uyumludur.

Anahtar Kelimeler: çalışma belleği, fonolojik depo, transkranyal manyetik uyarım, supramarjinal girus, inferiyor pariyetal korteks

Bu çalışma, İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir. Proje No: 14067

ABSTRACT

Alban, G. (2012). Evaluation of Brain Regions which are Responsible for Phonological Short Term Memory Storage by Transcranial Magnetic Stimulation. İstanbul University, Institute of Health Sciences, Neuroscience Department. Master Thesis. İstanbul.

Working memory is a memory system which keeps information online, stores it for short term, manipulates and recalls it. The multi-component model of working memory is constructed by two sub-systems called “phonological loop” and “visio-spatial sketchpad”, which are controlled by the “central executive”. Phonological loop consists of two parts, “the phonological store” and “the rehearsal system”. In this study, the neuroanatomical localization of the phonological store was investigated by applying Transcranial Magnetic Stimulation (TMS) in healthy subjects. The stimulation sites were determined by placing a 3x3 matrix such that the left supramarginal gyrus is located at its center. A visual version of the Sternberg task with non-word stimuli was used as the working memory task; either a single pulse TMS or placebo stimulation was applied 250, 300, 350 or 400 ms after the presentation of the memory-set stimuli; and the response times and accuracy of the subjects to probe stimuli were recorded. Statistical analyses showed that the reaction times after the stimulation of the ventral region of the inferior parietal cortex (upper and posterior part of the supramarginal gyrus) were significantly shorter than those obtained after placebo stimulation. Additionally, independent from the site and time of the TMS stimulation, the accuracy of the target responses was significantly higher when the memory-set items consisted of phonologically similar stimuli compared with the non-similar ones. In the Embedded Processes approach that has been proposed as an alternative model to the working memory, the “focus of attention” that activates the representations in the long term memory replaces the phonological store. While our findings support the presence of the phonological store, they are also compatible with the “focus of attention”.

Key Words: working memory, phonological store, transcranial magnetic stimulation, supramarginal gyrus, inferior parietal cortex

The present work was supported by the Research Fund of İstanbul University. Project No. 14067

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Bellek, insan zihninin temel yapı taşlarından biri olarak kabul edilmektedir. Kognitif bilimlerde bellek bilgiyi alan, depolayan, yeniden yapılandırabilen ve gerektiğinde depolanan bilgiyi geri çağırabilen bir sistem olarak tanımlanmaktadır. Belleğin yapısını anlamak için yapılan davranışsal çalışmalardan ilki olarak kabul edilen, Atkinson ve Shiffrin' in (1958) yapmış olduğu deneysel çalışmalar sonrasında bellek; duysal kayıtlar, kısa süreli bellek ve uzun süreli bellek olarak sınıflandırılmıştır. Belleğin sırasal ve süreçsel işleyişini açıklayan bu sistematik hala popülerliğini korumakla birlikte yeni bulgular ışığında farklı bellek alt sistemleri tanımlanmaktadır (Benjafield, 1992). Tanımlanan bu farklı alt sistemlerden en çok ilgi göreni Baddeley ve Hitch tarafından 1974 yılında geliştirilmiş olan “Çalışma Belleği” modelidir. Çalışma Belleği dikkat yardımıyla bilgiyi çevrimiçi tutan, kısa süreli olarak depolayan, depolanan bilginin manipülasyonunu sağlayabilen ve bilgiyi geri çağırabilen bir bellek sistemi olarak tanımlanmaktadır. Çalışma Belleği merkezi yöneticiye bağlı olarak çalışan “fonolojik döngü” (ing: phonological loop) ve “görsel-mekansal yazboz tahtası” (ing: visuo-spatial sketchpad) olarak isimlendirilen iki alt sistemden oluşmaktadır. Modele göre fonolojik döngü, “fonolojik depo” (ing: phonological store) ve “aktif sessiz tekrarlama” (ing: articulatory sub-vocal rehearsal process) olarak ikiye ayrılmaktadır. Dikkat yardımıyla alınan bilgi aktif sessiz tekrarlama sistemi tarafından tekrar edilmekte ve fonolojik depoda yer alan temsilleri ile eşleşmektedir (Baddeley, 1986, 1990, 1992, 1996; 1998a; 1998b; 2000; Della-Sala ve ark., 1991; Gathercole ve Baddeley, 1990; Conrad ve Hull, 1964).

Çalışma Belleği incelemelerinde sıkça kullanılan bir deneysel paradigma olan Sternberg paradigması işitsel ve görsel modaliteler altında uygulanabilmektedir. Öncelikli olarak kişi bir dizi halinde sunulan uyaranları (bellek seti) kodlamaktadır. Bellek setinin tamamlanmasını takip eden belirli bir saklama (retansiyon) süresi sonrasında kişiden, tek tek sunulan prob uyaranların bellek setinde olup olmadığına karar vermesi istenmektedir (Sternberg, 1966). Bu kararı verebilmek için kişi, bellek setini gördüğü ya da işittiği anın bitiminden prob uyaranları tek tek gördüğü ya da işittiği anın başlangıcına kadar bellek setini kısa süreli belleğinde tutmaya çalışmaktadır.

Çalışma belleğinde yer alan fonolojik döngü alt sistemi ile ilgili araştırmalar incelendiğinde farklı nörogörüntüleme teknikleri kullanıldığı görülmektedir. Çalışmalarda farklı deneysel desenler ve paradigmlar kullanılmakla beraber Fonksiyonel Manyetik Rezonans Görüntüleme Tekniğı (fMRI), Pozitron Emisyon Tomografi (PET) ve Transkranyal Manyetik Uyarım (TMU) deneysel araçlar olarak kullanılmaktadır. TMU invazif olmayan ağrısız ve kolay uygulanabilir bir teknik olarak hem kognitif sinirbilim alanındaki deneysel çalışmalarda hem de nöroloji kliniğinde yaklaşık 20 yıldır kullanılmaktadır. Son yıllarda, katılımcının yapısal MRI görüntüsü üzerinde transkranyal manyetik uyarımın uygulandığı bölgeyi yüksek bir mekânsal çözünürlükle belirlemeye olanak sağlayan navigasyonlu TMU sistemleri geliştirilmiştir.

Yapılan bu çalışma ile sağlıklı katılımcılarda navigasyonlu TMU kullanılarak fonolojik depo lokalizasyonunun önceki araştırmalardan daha fokal olarak tanımlanması amaçlanmıştır. Bu amaçla çalışma belleğı görevi olarak Sternberg paradigması, uyarın olarak fonolojik boyutu ön plana çıkartmak ve semantik süreçleri devre dışı bırakmak için sessel benzerliğı olan tek hecelik anlamsız kelimeler kullanılarak uygulanmıştır. Uyarınların ekranda görünmesini takip eden 250, 300, 350 ve 400 ms'de tek uyarım TMU ya da plasebo uyarım uygulanmıştır. Deney sonunda katılımcıların reaksiyon zamanı ve görevlerdeki doğruluk oranları dikkate alınarak fonolojik deponun fokal lokalizasyonu değerlendirilmiştir.

2. GENEL BİLGİLER

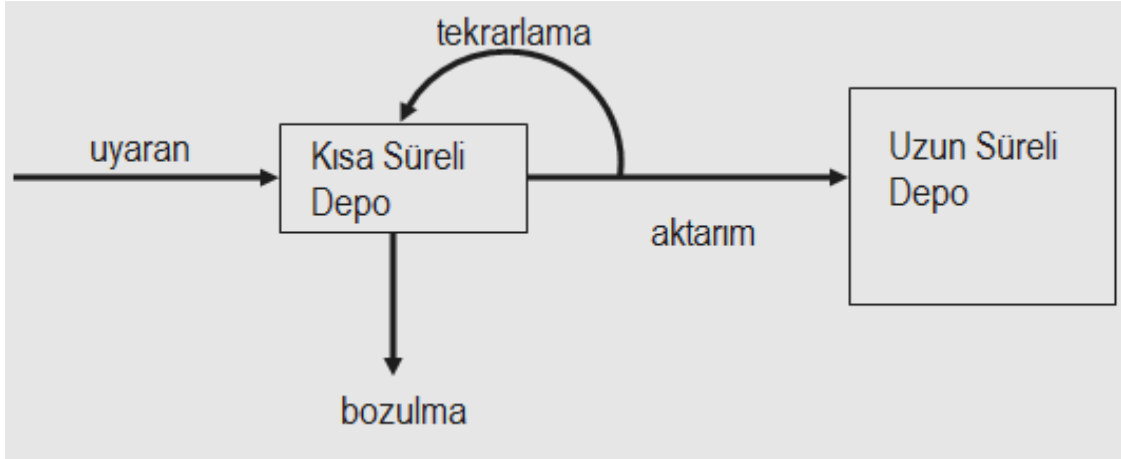
2.1. Bellek

Hem psikoloji hem de felsefe yaklaşık 100 yıldır insan zihninin temel yapı taşı olarak kabul edilen bellek ile ilgili açıklamalarda bulunmaktadır. Bellek yeni bilgilerin algılanması, kodlanması, uzun ya da kısa süreli depolamak üzere düzenlenmesi, depolanan bu bilginin istenildiğinde geri getirilmesi gibi fonksiyonların tamamını içeren bir bilişsel süreç olarak tanımlanabilir.

Bellek ile ilgili sınıflandırmalar açısından literatür incelendiğinde Maine de Biran tarafından belleğin birbirinden farklı sistemler olarak tanımlandığı görülmektedir (Maine de Biran, 1804/1929). Yapmış olduğu sınıflandırmada belleği motor becerilerin kazanılmasını içeren mekanik bellek, olayların saklandığı temsili bellek ve duyguların depolandığı duygusal bellek olmak üzere üçe ayırmıştır. Biran'ın belleğin işlevlerine bağlı olarak yaptığı bu sınıflamanın günümüz modellerine oldukça benzer olduğu görülmektedir (Squire, 2004).

Zaman içinde pek çok düşünür belleğin zamansal olarak sınıflandırılmasıyla ilgili yorumlarda bulunmuşsa da bağımlı ve bağımsız değişkenlerin tanımlandığı ilk deneysel bellek çalışması Ebbinghaus tarafından 1885 yılında yapılmıştır. Yaptığı çalışmada denek olarak kendisini kullanmasıyla tanınan Ebbinghaus çalışmasını “Bellek” adında bir monogram ile sunmuştur. Bu çalışma sonucunda uyaranların özelliklerine bağlı olarak öğrenme ve unutmanın zamansal değişimi tespit edilmiştir. Öğrenme sonrasında geçen zaman arttıkça unutma miktarındaki artışı gösteren “unutma eğrisi” bellek literatüründe önemli bir bulgu olarak kabul edilmektedir (Ebbinghaus, 1885).

Belleğin yapısını anlamak üzere yapılan çalışmalar sonrası Atkinson ve Shiffrin (1968) belleği sistematik olarak “duysal kayıtlar”, “kısa süreli bellek” (KSB) ve “uzun süreli bellek” (USB) şeklinde sınıflandırmıştır (Şekil 1).



Şekil 1: Atkinson ve Shiffrin (1968)

Bilgi işlemedeki ilk basamak olarak kabul edilen duysal kayıtlar uyarının fiziksel özelliklerinin (sıklık, şiddet, süre, v.b.) bir kopyasını içeren, dikkatten bağımsız, bilinçdışı bir süreç olarak tanımlanır. KSB ise duysal kayıtlardan dikkat yoluyla alınan bilginin USB'ye atılmadan önceki “bekleme odası” şeklinde tanımlanmıştır. Buna ek olarak KSB sürecinin bilginin kaydedildiği (kodlama), saklandığı (retansiyon) ve geri çağrıldığı üç dönemi içerdiği ileri sürülmüştür. Bilgi işlemedeki son basamak olarak kabul edilen USB ise kapasite ve zaman sınırı olmayan bir sistemdir.

KSB hasarı olan olgularda yapılan nöropsikolojik çalışmalarla, belleğin zamana bağlı özelliklerine ek olarak fonksiyonuna bağlı özelliklere de sahip olduğunu, kısaca belleğin bütün olmaktan ziyade parçalardan oluştuğunu gösteren bulgular elde edilmiştir (Milner, 1965; Shallice, 1970). Günümüzde belleğin fonksiyonlarına bağlı olarak çalışma belleği (ÇB) (working memory), sözel olarak ifade edilebilir bellek (declarative memory), prosedüral veya motor bellek (procedural memory), örtük bellek (implicit memory), referans belleği (reference memory) gibi değişik bellek alt sistemleri de tanımlanmaktadır (Benjafield, 1992).

2.2. Kısa Süreli Bellek / Çalışma Belleği

KSB duysal kayıtlardan alınan bilginin pasif olarak depolandığı ve geri çağrıldığı bir sistem olarak kabul edilirken ÇB bilgiyi dikkat yoluyla alan, kısa süreli olarak depolayan, depolanan bilginin manipülasyonunu yapabilen ve gerektiğinde bilgiyi geri çağırabilen bir sistem olarak tanımlanmaktadır (Baddeley ve Hitch, 1974).

Tanımlamalarındaki farka rağmen KSB ve ÇB çoğu zaman birbirleri yerine kullanılmaktadırlar.

Farklı yaklaşımlarda farklı süreler önerilse de, deneysel çalışmalarda KSB için kullanılan saklama süresinin 12 saniyeyi aşmadığı görülmektedir (Atkinson ve Shiffrin 1968; Gazzaniga ve ark. 2002; Mesulam 2004). KSB’de saklanan bilgiler USB’ye kodlanmadığında pasif olarak ya da aktif süreçlerle ortadan kalkar.

KSB’nin diğer bir belirleyici özelliği ise kapasitesidir. Ebbinghaus’un anlamsız hecelerden oluşan bir listenin doğru şekilde hatırlanması için gereken tekrar sayısını tespit etmek üzere yaptığı çalışmalarda, 7 heceden oluşan listelerin tek seferde öğrenildiği gözlenmiş olsa bile KSB kapasitesini belirlemeye yönelik ilk çalışmanın 1956 yılında Miller tarafından yapıldığı kabul edilmektedir. Günümüzde yapılan birçok araştırma da bu bulguya paralel olarak KSB kapasitesinin 7 ± 2 birimle (her bir sayı, ses, hece, kelime, görsel imaj v.b.) sınırlı olduğunu göstermektedir. Yakın zamanda yapılan çalışmalarla akılda tutulan birim sayısının bilişsel gelişime bağlı olarak arttığı tespit edilmiştir. Üç yaşındaki bir çocuk ortalama olarak 3 birim, yedi yaşındaki bir çocuk 5 birim, yetişkin bir insan ise 7 birimlik bir malzemeyi saklayabilmektedir (Korkmaz, 2000).

KSB kapasitesini ölçmek üzere kullanılan yöntemler genel olarak “hatırlama” performansını ölçen testler ve “tanıma” performansını ölçen testler şeklinde iki kategoride incelenebilir. Uyarının sunulmasının ardından hiçbir ipucu olmaksızın geri çağırılması “hatırlama”, çeşitli ipuçları ile (uyarana ait bir özelliğin sunulması, uyarının bir grup içinde ayırdedilmesi, v.b.) geri çağırılması ise “tanıma” olarak kabul edilmektedir. Bu iki kavram görünürde birbirlerine çok benzemekle birlikte farklı bilişsel süreçleri aktive etmektedir. Bu iki tip performans arasındaki farkı ölçmek üzere yapılan çalışma sonuçları incelendiğinde hatırlama performansının, tanıma performansından daha kötü olduğu görülmektedir (MacDougall, 1904). Uyarıların sunulan sıraya uygun olarak geri çağırılması istendiğinde “sıralı hatırlama performansı”, sırasını önemsemeksizin hatırlaması istendiğinde ise “serbest hatırlama performansı” ölçülmektedir. KSB kapasitesini aşan sayıda uyarıdan oluşmuş listelerle serbest hatırlama tekniği kullanılarak yapılan çalışmalarda, deneklerin listenin başındaki ve sonundaki kelimeleri daha iyi hatırladığı tespit edilmiştir (Murdock, 1962). Bu etkiye “yenilik etkisi” (recency) denilmektedir.

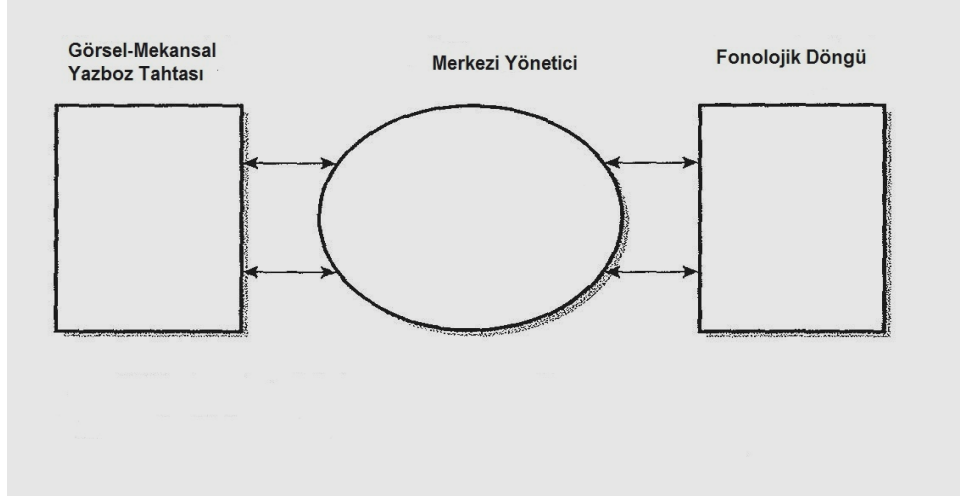
KSB’de depolanan bilginin geri çağırılması esnasında kullanılan tarama süreçlerini incelemek üzerine Sternberg (1966) tarafından bir dizi deneysel çalışma yapılmıştır. Bu süreçleri ölçmek üzere daha sonra Sternberg Paradigması olarak adlandırılacak bir deneysel yöntem kullanılmıştır. Bu yöntemde denekten öncelikle birkaç uyarandan oluşan (harf, hece, resim, v.b) bir bellek setini KSB’ye kaydetmesi (kodlama) ve belirli bir süre aklında tutması (saklama) istenir. Saklama süresinin sonunda ise denegın sunulan yeni uyarıların (prob) bellek setinde olup olmadığını değerlendirmesi gerekmektedir.

KSB’deki tarama süreçleri ile ilgili iki hipotez Sternberg Paradigması ile sınanmıştır. İlk hipotez olan “paralel işleme” hipotezine göre probun bellek setinde olup olmadığı kararııı vermek için, prob bellek setindeki uyarıların hepsiyle aynı anda karşılaştırılmalıdır. İkinci hipotez olan “seri işleme” hipotezinde ise prob KSB’de tutulan bellek setindeki her bir elemanla tek tek karşılaştırılmalıdır. Bu hipoteze göre bellek seti listesi uzadıkça karşılaştırma süreci ve beraberinde reaksiyon süresi uzamaktadır. Klasik bulgu, bellek setinin büyümesiyle (bellek yükünün artmasıyla) birlikte reaksiyon süresinde doğrusal bir uzamadır ve Sternberg bu bulguyu bellek tarama sürecinin ardışık (ing: serial) bir süreç olduğu şeklinde yorumlamıştır.

Yapılan deneysel çalışmalar ve raporlanan nörolojik olgular KSB ve USB kavramlarının doğruluğunu kanıtlamakla birlikte, Shallice ve Warrington’un 1970 yılında bildirdikleri iletim afazili bir hasta ile yaptıkları bilişsel çalışmalar ek bir bellek sisteminin daha tanımlanması gerektiğini akla getirmiştir. Bunun üzerine çalışma belleği (ÇB) kavramı ortaya atılmıştır.

2.3. Çok Bileşenli Çalışma Belleği Modeli

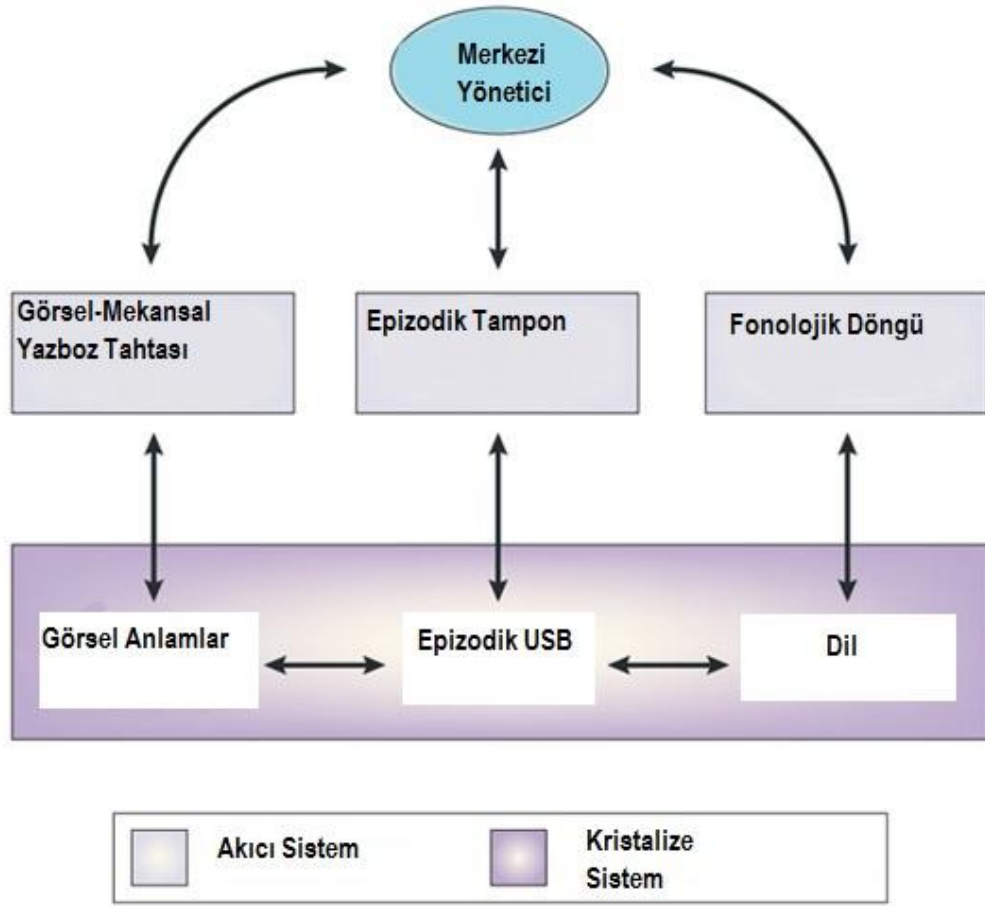
Çok bileşenli çalışma belleği modeline göre çalışma belleği; öğrenme, kavrama, mantık yürütme gibi karmaşık görevlerde bilginin kısa süreli depolanmasını ve manipüle edilmesini sağlayan bir sistem olarak tanımlanmıştır (Baddeley, 1998). Elde edilen farklı bulguların açıklanabilmesi için Baddeley ve Hitch (1974) tarafından aynı anda farklı iki görevin birlikte yürütölmesini içeren bir dizi deneysel çalışma yapılmış ve elde edilen bulgularla 3 bileşenli bir çalışma belleği modeli geliştirmiştir (Şekil 2).



Şekil 2: Çok Bileşenli Çalışma Belleği Modeli, İlk Formülasyon. Baddeley ve Hitch, 1974.

Farklı duysal modalitelerden gelen bilgiler düşünülerek, seslerin ve sözel (verbal) uyarıların kodlandığı “fonolojik döngü” ve görsel-mekansal ve kinestetik bilgilerin depolandığı “görsel mekansal yazboz tahtası” gibi iki alt sistem tanımlanmıştır. Bu ilk formülasyonda “merkezi yönetici”, fonolojik döngü ve görsel-mekansal yazboz tahtası yoluyla alınan bilgilerin bellekte tutulması, işlenmesi ve değiştirilmesine ilişkin süreçleri denetleyen bir sistem olarak tanımlanmıştır.

Çalışma Belleğine dair yapılmış bu üç bileşenli model pek çok özelliği açıklamakla birlikte, KSB ile USB arasında olduğu varsayılan ilişkiyi açıklamakta yetersiz kalmaktadır. Bu nedenle modele “epizodik tampon” (ing: episodic buffer) adıyla yeni bir bileşen eklenmiştir (Şekil 3).



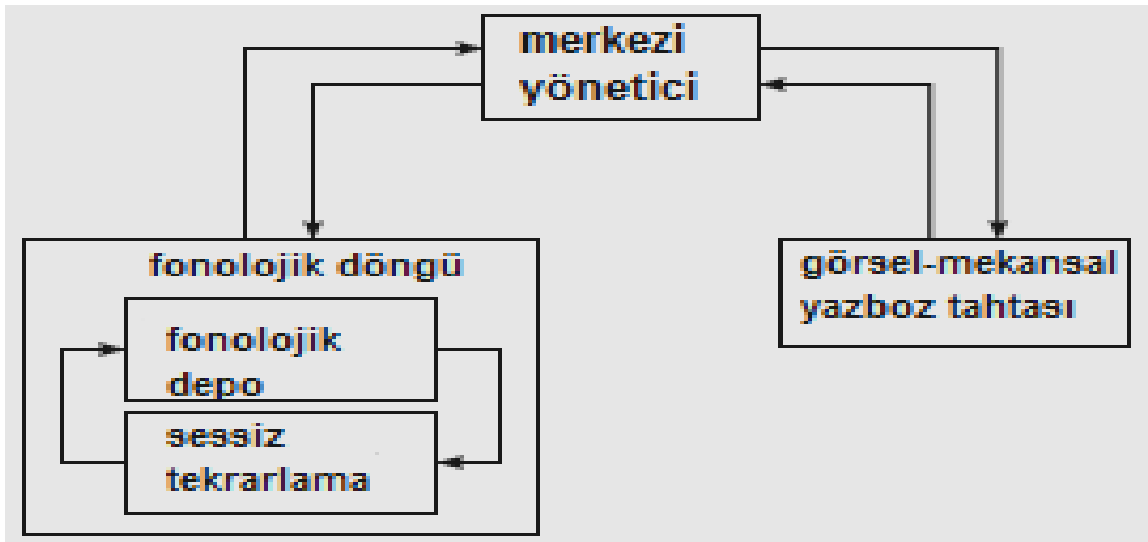
Şekil 3: Çok Bileşenli Çalışma Belleği Modeli, Baddeley (2000)

Epizodik tampon her bir alt sistemden gelen bilgiyi depolayabilen ve ÇB ile USB arasında geçici bir arayüz ve entegre edici bir sistem olarak tanımlanmaktadır (Baddeley, 2000). Bu tampon USB'den bağımsız bir depolama alanı sağladığı gibi temel olarak uzun süreli epizodik öğrenme için önemli bir basamağı da oluşturmaktadır.

2.3.1. Fonolojik Döngü

Modelin (şekil 4) geliştirildiği yıllarda fonolojik döngünün fonolojik temsilleri kodlamaya ilişkin bir sistem olduğu düşünülse de, sonrasında yapılan pek çok çalışmayla “aktif sessiz tekrarlama” ve “fonolojik bellek deposu” olarak isimlendirilen iki alt sistemden oluştuğuna dair güçlü kanıtlar bulunmuştur (Baddeley, 1992; Della-Sala ve ark., 1991). Modele göre yeni öğrenilen sessel ya da sözel malzemelerin (telefon numaraları, kelime listeleri, yabancı dil, v.b.) öncelikle sessel çözümlemeleri yapılır ve fonolojik bellek deposunda fonolojik temsilleriyle depolanır. Depolanan bu

bilginin çevrimiçi saklanabilmesi için sessiz tekrarlama mekanizması ile yenilenmesi gerekir. Aktif sessiz tekrarlama sadece fonolojik olarak kodlanan bilginin saklanmasını sağlamakla kalmaz, aynı zamanda görsel olarak kodlanan bilginin isimlendirilerek kaydedilmesini ve depolanmasını da sağlar. Normal dil üretimi ve normal kavrayışa sahip olan, fakat kompleks cümleleri ancak yüzeysel olarak aklında tutabilen P.V. vakasının açık bir fonolojik kısa süreli bellek hasarı yaşadığını tespit eden Baddeley ve arkadaşları “fonolojik bellek” terimini önermiştir (Gathercole ve Baddeley, 1990; Vallar ve Baddeley, 1984a; Vallar ve Baddeley, 1984b).



Şekil 4: Çok Bileşenli Çalışma Belleği Modeli, Fonolojik Döngü

Fonolojik bir depolamanın yapıldığına dair kanıtlar seslerden, hecelerden ve kelimelerden oluşan listelerle yapılan sıralı hatırlama çalışmalarına dayanmaktadır. Conrad ve Hull tarafından 1964 yılında yapılan çalışmada deneklerden 6 harften oluşan listeleri hatırlamaları istendiğinde, benzer seslerden oluşan listelerin (T,C,V,D,B,G) hatırlama oranlarının benzer olmayanlara (B,W,Y,K,R,X) kıyasla daha az olduğunu tespit etmişlerdir. Aynı etkiyi ölçmek üzere kelimeler kullanılarak yapılan bir çalışmada, fonolojik benzer kelimelerden oluşan listelerin (man, cat, map, cab, can) %9.6 oranında doğru hatırlandığı, fonolojik benzer olmayan listelerin (pit, day, cow, sup, pen) ise %81.2 oranında doğru hatırlandığı bulunmuştur (Baddeley, 1996a). Ortaya çıkan bu bozucu etki “fonolojik benzerlik etkisi” olarak adlandırılmaktadır. Fonolojik benzerlik etkisinin USB performansı gerektiren deneysel koşullarda ortaya çıkıp

çıkmadığını araştırmak üzere yapılan çalışmada ise, materyalin USB ile ilişkilendirildiği durumda fonolojik benzerlik etkisinin kaybolduğu tespit edilmiştir (Baddeley, 1996b).

Fonolojik döngünün diğer bileşeni olan aktif sessiz tekrarlamaya sisteminin varlığına dair kanıtlar ise “kelime uzunluğu etkisi” adı verilen çalışmalardan gelmektedir. 5 heceli kelimelerden oluşan listeler kullanıldığında, hatırlama performansının tek heceli kelimelerden oluşan listelere kıyasla %50 azaldığı tespit edilmiştir (Baddeley ve ark., 1975). Kullanılan kelimelerin hecelerindeki artışın tekrarlamayı zorlaştırdığı ve bu nedenle hatırlama performansını bozduğu yönündeki görüşlere ek olarak, uzun kelimelerin sunulmasının zamansal olarak uzun sürdüğünü ve bu nedenle unutmayı kolaylaştırdığını savunan görüşler de bulunmaktadır (Cowan ve ark., 1992; Doshier & Ma, 1998; Henry, 1991; Baddeley ve ark., 2002).

KSB hasarı olan olgularla yapılan çalışmalardan belki de en önemlisi olan P.V. olgusu, konuşmasında herhangi bir sorun olmayan saf fonolojik KSB hasarlı bir hasta olarak bildirilmiştir. Bu olgu üzerinde yapılan çalışmalar neticesinde, kendi diline (İngilizce) ait ilişkisiz kelime çiftlerini öğrenmekte normal deneklerle aynı performansı sergilediği, fakat Rusçada az bilinen kelime çiftlerini öğrenmesini gerektiren görevde normal deneklerden başarısız bir performans sergilediği tespit edilmiştir. Elde edilen bu bulgular hiçbir anlam ifade etmeyen yabancı kelimeleri depolamak için yalnızca fonolojik kodların kullanılabileceği, semantik kodlama yapılabildiği durumlarda fonolojik benzerliğin bozucu etkisini yitirdiği şeklinde açıklanmıştır. Bu çalışma sonrası fonolojik döngünün yeni kelimelerin öğrenilmesinde de etkili olduğu ileri sürülmüştür (Baddeley ve ark., 1988).

Fonolojik benzerlik etkisi ve kelime uzunluğu etkisini ölçmek üzere Papagno ve Vallar (1992) birkaç aşamadan oluşan bir çalışma yapmıştır. Birinci aşamada fonolojik benzerlik gösteren kelimeler ve kelime olmayan/anlamsız heceler (non-word) kullanılarak oluşturulmuş çiftler listeler halinde sunulmuş ve kelime olsun ya da olmasın fonolojik benzerliğin hatırlama üzerinde bozucu etkisi olduğu tespit edilmiştir. Ortaya çıkan bu olumsuz etki kelime olmayan grupta, kelime olanlara kıyasla daha büyük orandadır. Deneyin ikinci aşamasına saklama döneminde 8 sayıdan oluşan bir listenin sıralı hatırlanmasını gerektiren ek bir bilişsel görev eklenmiştir. Sonuçlar incelendiğinde kelime olan grupta fonolojik benzerlik etkisi tespit edilmezken kelime olmayan grubun fonolojik benzer olan çiftleri hatırlama performansının bozulduğu

tespit edilmiştir. Sonuç olarak kelimelerin kodlanmasında semantik özelliklerin kullanılması fonolojik benzerlik etkisini ortadan kaldırmıştır. Deneyin üçüncü ve son aşamasında diğer koşullar birinci aşamadaki haliyle korunarak uyaranların içerdiği hece sayısı (2 heceden oluşan çiftler ve 4 heceden oluşan çiftler) değiştirilmiştir. Sonuçlar kelime uzunluğu etkisinin anlamsız kelimelerin hatırlanması istendiğinde ortaya çıktığını göstermektedir. Bu çalışma bulguları bir bütün olarak değerlendirildiğinde, fonolojik benzerlik etkisinin uyarana ait farklı bir özelliğin kodlanamadığı (anlamsız heceler gibi) koşullarda ortaya çıktığı görülmektedir.

ÇB'ni inceleyen çalışmaların hepsinde fonolojik benzerlik etkisinin tespit edilemiyor olması üzerine hangi deneysel koşullarda bu etkinin ortaya çıktığını tespit etmek üzere yapılan bir çalışmada (MacAndrew ve ark.,2002), fonolojik benzerlik etkisinin kelimelerin sıralı olarak hatırlanması gereken bilişsel görevlerde ortaya çıktığı tespit edilmiştir. Aynı amaçla yapılan farklı bir çalışmada ise fonolojik benzer kelimelerin sunuş sırasına uygun olarak hatırlanmasını gerektiren görevlerde fonolojik benzerlik etkisinin ortaya çıktığı ve hatırlama performansının bozulduğu tespit edilmiştir (Copeland & Radvansky, 2001). Bu görevden farklı olarak okunan cümlelerin son kelimelerinin hatırlanmasını gerektiren bilişsel görevde ise fonolojik benzerliğin iyileştirici bir etkiye sahip olduğu görülmüştür. Sonuç olarak hatırlanması istenen kelimeler, bağlamsal ve semantik ipuçlarına sahip ise fonolojik benzerlik etkisi ortaya çıkmamakta bunun yerine hatırlanması istenen kelimeler USB' de yer alan bilgilerle ilişkilendirildiği için daha iyi hatırlanmaktadır.

2.3.2. Görsel – Mekansal Yazboz Tahtası

KSB'nin genel olarak sessel özellikler üzerinde temellendiği düşünülmesine karşın uyaranların görsel özelliklerinin de kodlandığı yaygın olarak kabul görmektedir. Modele ait bu alt sistem görsel, mekansal ve kinestetik bilginin geçici olarak depolandığı ve manipüle edildiği bir sistem olarak tanımlanmaktadır. Bu alt sistemin kapasitesi 4 birim olarak kabul edilmektedir (Baddeley, 2003a). Bir okuma görevinde satırın soldan sağa doğru takibi görsel kısa süreli depolama gerektirdiği gibi birkaç basamaklı sayılarla yapılacak matematiksel işlemler için de yazboz tahtası kullanılarak açıklanan bir sisteme gerek duyulmaktadır.

Yapılan çalışmalarda bellek görevine bağlı olarak öncelikle mekansal bilginin kodlandığı (Baddeley & Lieberman, 1980), renk ve şekil gibi görsel özelliklerin

kodlamanın temelini oluşturduğu (Logie, 1986), buna ek olarak motor ve kinestetik bilginin de kodlanabileceği ileri sürülmüştür (Smyth & Pendleton, 1990). Bu alt sistem ile ilgili yürütülen çalışmalar görsel kodlamanın ve mekansal kodlamanın birbirinden ayrı süreçleri içerdiğini göstermektedir (Della-Sala ve arkadaşları, 1999).

2.3.3. Merkezi Yönetici

Çok bileşenli çalışma belleği modelinin en önemli parçası olmasına karşın en az anlaşılan bileşeni olan merkezi yönetici diğer iki alt sistemin kontrolünü sağlayan bir bileşen olarak tanımlanmıştır. Modelin ilk halinde tariflenen merkezi yönetici, sadece iki alt sistemle ilişkili olmaktan ziyade tüm karmaşık konulara ilişkin bir süreç olarak tanımlanmıştır.

Bu kavramı geliştirmek üzere Shallice ve Norman iki bileşenli bir “dikkat kontrol modeli” önermiştir. Önerilen bu modele göre alışkanlıkları içeren davranışsal kalıplar çevreden gelen örtük uyaranlarla kontrol edilmekte ve bu ilk bileşeni oluşturmaktadır. İkinci bileşen ise rutin kontrolün yetersiz kaldığı durumda devreye giren “denetleyici dikkat sistemi”dir (Shallice, 1982). Baddeley’e göre bu denetleyici sistem fonolojik döngü ve görsel-mekansal yazboz tahtasından hangisinden gelen bilginin bilinçli olarak işleneceğinin kararını vermektedir. Bu özelliği ile denetleyici dikkat sistemi mantık yürütme, karar verme, ketleme gibi yönetici işlevlerin de önemli bir bileşenidir (Baddeley, 2003a).

2.3.4. Epizodik Tampon

Epizodik tampon, fonolojik döngü ve görsel-mekansal yazboz tahtasından gelen bilgilere ek olarak USB’deki ilişkili bilgileri de entegre edebilen, kapasitesi sınırlı bir geçici depolama sistemi olarak kabul edilir. Bu sistem bilinçli farkındalık ile depolanan bilgiyi alma ve gerektiğinde değiştirme kapasitesine sahip merkezi yürütücü tarafından kontrol edilir. Bu sistemin modele eklenmesi ile ÇB ile USB arasındaki ilişkiye bir açıklama getirilmiştir (Baddeley, 2000).

2.4. ÇB’nin Nöroanatomi

Bilişsel fonksiyonlar ve beyin arasındaki ilişkinin araştırılması otopsi çalışmalarına kadar uzanmaktadır. Günümüzde psikolojinin davranışsal teknikleri, tıp bilimlerinin patolojilerden elde ettiği bulgular, matematik ve mühendislik bilimlerinin sağladığı ölçümleme ve modelleme araçları kullanılarak beyni ve davranışı anlamak

amacıyla ortak çalışmalar yürütülmektedir. Özellikle biyomühendislik alanındaki gelişmeler psikoloji alanında yapılan çalışmalara yeni bir boyut kazandırmış, beyin ve davranış arasındaki ilişkileri gözlemleme ve manipüle etme imkanı sağlamıştır. Fonksiyonel Manyetik Görüntüleme (fMRI), Pozitron Emisyon Tomografi (PET), Elektroensafologram (EEG) ve Transkranyal Manyetik Uyarım (TMU) gibi invazif olmayan teknikler kullanılarak yapılan çalışmalar pek çok bilişsel işlevin değerlendirilmesine imkan tanımaktadır.

ÇB pek çok üst düzey bilişsel işlevin gerçekleştirilmesinde rol oynayan önemli bir bellek sistemi olarak kabul edildiğinden nöroanatomik temelleri üzerine pek çok araştırma yapılmıştır (D'Esposito, 2007). Bilişsel süreçler ve beyin bölgeleri arasındaki ilişkiyi inceleyen çeşitli çalışmaların çok bileşenli çalışma belleği modeline ait alt sistemlerin anatomik lokalizasyonu hakkında kanıtlar sağladığı görülmektedir (Baddeley, 2003a).

Çok bileşenli ÇB modelinin alt bileşenleri üzerine yapılan bir PET çalışmasında fonolojik deponun sol posteriyor pariyetal kortekste (özellikle supramarjinal girus) lokalize olduğu tespit edilmiştir. Aktif sessiz tekrarlama alt sisteminin ise sol hemisferdeki konuşma alanları (özellikle Broca), sol lateral ve mediyal premotor korteks ve ek olarak kontralateral serebellum aktivasyonu ile ilişkili olduğu belirtilmiştir (Paulesu ve ark., 1993; Awh ve ark., 1996).

Çok bileşenli ÇB modelinde bahsi geçen alt sistemlerin nöroanatomi üzerine yapılan bir gözden geçirme çalışmasında, sözel çalışma belleğinden sol posteriyor pariyetal korteks, Broca alanı ve sol dorsolateral prefrontal korteksin sorumlu olabileceği sonucuna varılmıştır. Yine aynı çalışmada mekansal depolama için sağ posteriyor pariyetal alan, anterior singulat korteks ve sağ premotor alanların etkili olduğu bildirilmiştir (Hartley ve Speer, 2000).

Buckner ve Tulving (1995) yapmış oldukları PET çalışmalarının sonuçlarını değerlendirdiklerinde ÇB'yi ölçmek için kullanılan deneysel görevlerin beyinde yaygın bir aktivasyona neden olduğunu tespit etmişlerdir. Buna karşın sözel ÇB görevi kullanılarak yapılan çalışmalarda baskın olarak Broadmann'ın (BA) 44, 45 ve 46. alanlarının güçlü aktivasyon gösterdiği, mekansal ÇB görevleri kullanılarak yapılan çalışmalarda ise baskın olarak sağ pariyetal alanların aktive olduğu raporlanmıştır.

Spesifik olarak fonolojik depolama sisteminin lokalizasyonunu belirlemek üzere yapılan çalışmalar incelendiğinde, bu fonksiyonun supramarjinal girus ve angüler girusun aktivasyonuna bağlı olarak ortaya çıktığı ileri sürülmüştür. Buna ek olarak KSB hasarı olan hastalarda da sol inferiyor pariyetal korteks, yaygın olarak inferiyor supramarjinal girus ve angüler girus hasarı bildirilmektedir (Becker ve ark., 1999).

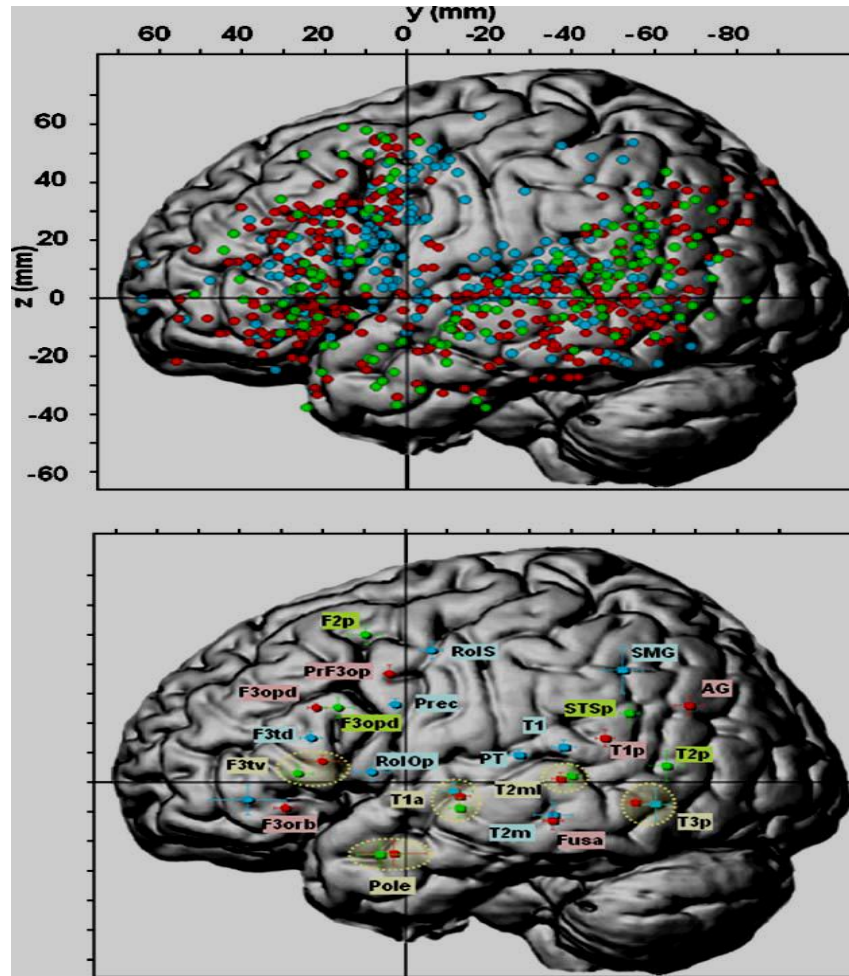
Burton ve arkadaşları (2005) tarafından farklı sözel ÇB görevlerinin ve farklı modalitelerde yapılan sunumların hangi beyin alanlarını aktive ettiğini tespit etmek üzere bir çalışma yapılmıştır. Yapılan fMRI çalışması sonucunda hem görsel hem de işitsel sunumun inferiyor frontal alanları aktive ettiği, görsel olarak sunulmuş anlamsız kelimelerin inferiyor frontal alanlarda daha güçlü bir aktivasyona neden olduğu tespit edilmiştir. Buna ek olarak işitsel görevlerin her ikisinde de inferiyor frontal alanlara ek olarak bilateral superiyor temporal alanlar, görsel sunum koşulunda ise lingual girus aktivasyonu tespit edilmiştir.

Kullanılan sözel uyaranların kelime olması ya da olmaması (anlamsız kelime) durumuna bağlı olarak beynin farklı alanlarının aktive olup olmadığını araştırmak üzere yapılan çalışmada her iki durumda da inferiyor frontal, superiyor temporal ve inferiyor pariyetal alanların aktive olduğu tespit edilmiştir. Diğer çalışmadan farklı olarak bu çalışmada inferiyor frontal alanlar açısından iki durum arasında anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir (Newman & Twieg, 2001). Xu ve arkadaşları tarafından 2001 yılında yapılan bir çalışmada ise kelime olan ve olmayan uyaranların ortak alanları aktive etmekle beraber kelime olmayanların supramarjinal girus ve komşu alanları aktive ettiği tespit edilmiştir.

Fiebach (2001) yapmış olduğu çalışmada inferiyor frontal girusun farklı bölgelerinin farklı fonksiyonlardan sorumlu olduğunu tespit etmiştir. Sol inferiyor frontal girusun part opercularisinin (BA 44) sessiz tekrarlamaya ek olarak karışık cümlelerin işlenmesinden de sorumlu olabileceğini başka bir deyişle ÇB'nin sözdizimsel bir fonksiyonu olabileceğini öne sürmüşlerdir. Sonrasında yapılan başka bir çalışmada ise sol inferiyor frontal girusun part orbitalisinin (BA 47) semantik işlemeden sorumlu olduğu tespit edilmiştir (Bookheimer, 2002).

Dil alanları üzerinde yapılan kapsamlı bir meta-analiz çalışmasında, fonoloji ile ilgili 5 frontal, 6 temporal küme (clusters) tanımlanmıştır. Bu çalışmanın bulgularına göre frontal küme; üst rolandik sulkus (RoIS), alt presantral sulkus (Prec.), inferiyor

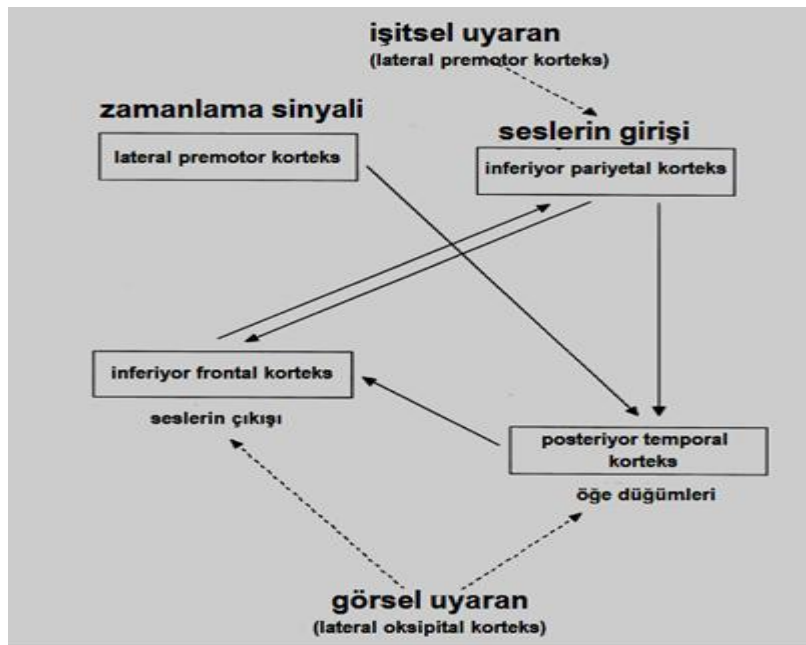
frontal girusun pars triangularisinin dorsal kısmı (F3td), rolandik operkulum (RoIOp) ve inferior frontal girusun orbital kısmı (F3) ile orta frontal girus arasındaki bağlantı (F3orb/F2) olarak tanımlanmıştır. 6 temporal kümenin 4'ü süperiyor temporal sulcus'un (T1) anterior kısmı (T1a), planum temporale (PT), T1'in orta kısmı ve supramarjinal girus (SMG) üst kısmı olarak ayrılmıştır. Diğer 2 fonolojik temporal küme ise temporal sulkusun orta bölgesinin çevresine konumlandırılmıştır (Vigneau ve ark., 2005). Bu çalışma genel olarak fonolojik frontal alanların posteriyor bölgelerde dağılım gösterdiğini, temporal lobda ise süperiyor temporal girus ve supramarjinal girusda lokalize olduğunu tespit etmiştir (Şekil 5).



Şekil 5: Vigneau ve ark. (2005), tarafından yapılmış meta-analiz bulguları. Üst; 730 aktivasyon alanının sagittal projeksiyonu gösterilmektedir. Mavi ile gösterilmiş alanlar fonolojik alanları, kırmızı ile gösterilmiş alanlar semantik alanları, yeşil ile gösterilenler ise sözdizimle ilgili alanları göstermektedir. Alt: Aynı renkler kullanılarak sınıflama yapılmıştır. Ek olarak farklı bileşenlerin aynı lokasyonda yer alması ve ayrıştırılamaması durumunda tespit edilen alanlar sarı bir daire içine alınmıştır.

Pariyetal korteks üzerinde yapılan ayırıştırıcı lokalizasyon çalışmalarından birinde ise sol inferiyor pariyetal korteksin farklı bölgelerinin farklı süreçlerden sorumlu olduğu ileri sürülmüştür. Ravizza ve arkadaşlarının yaptığı fMRI çalışması sonucunda inferiyor pariyetal korteksin ventral kısmındaki aktivasyon fonolojik kodlama ile ilişkilendirilmiştir. Inferiyor pariyetal korteksin dorsal kısmının ise fronto-pariyetal yönetici sistemi kontrol ettiği ileri sürülmüştür. Buna ek olarak uyarının sözel olması ya da olmaması durumunda aktivasyon alanlarının değiştiği, uyarının sözel olmasının inferiyor pariyetal korteksin ventral bölgesini aktive ederken dorsal kısmında uyarın türünden etkilenmeyen daha az güçlü bir aktivasyon tespit edilmiştir (Ravizza ve ark., 2004).

Bu bulgular ve çok bileşenli çalışma belleği görevleri kullanılarak elde edilen diğer bazı nöroanatomik veriler, Burgess ve Hitch (1992) tarafından önerilen ve isimleriyle anılan nöroanatomik modelle uyumludur. Bu modelde superiyor temporal kortekse gelen işitsel bilginin fonetik girişi inferiyor pariyetal korteks üzerinden sağlanmaktadır. Fonem çıkışı inferiyor frontal korteks aktivitesi ile her bir birimin çözülmesi ise posteriyor pariyetal korteks aktivitesi ile açıklanmıştır. Bu anatomik alanlar arasında doğrudan ve dolaylı ilişkiler olduğu ileri sürülmüştür (Şekil 6).



Şekil 6: Burgess ve Hitch'in Anatomik Modeli (1992).

2.5. Transkranyal Manyetik Uyarım (TMU)

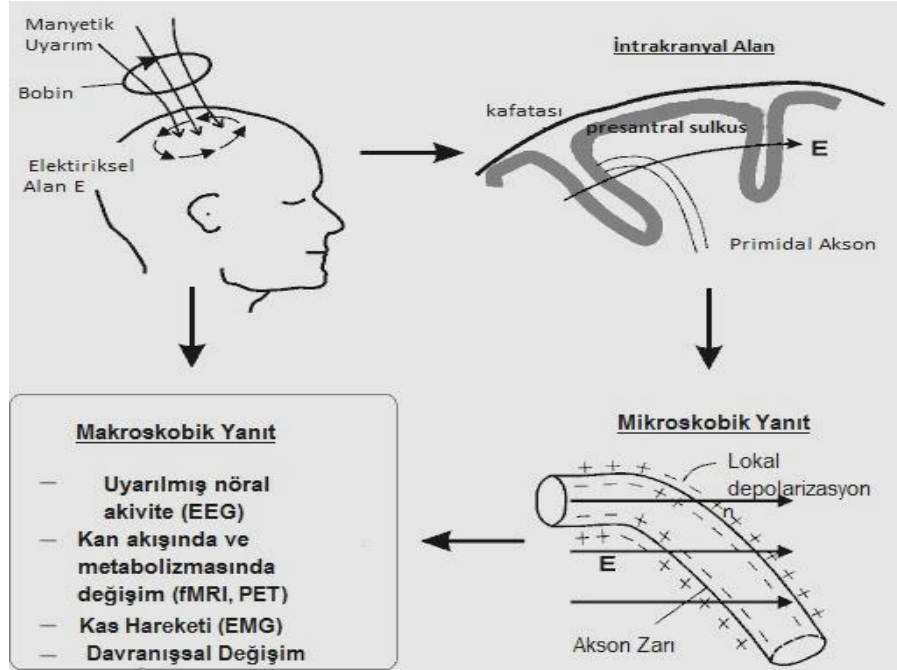
Transkranyal Manyetik Uyarım (TMU, ing: Transcranial Magnetic Stimulation, TMS) bir bobin aracılığı ile serebral korteks üzerinde geçici fakat güçlü bir elektriksel akım oluşturan invazif olmayan bir yöntemdir.

Tarihsel gelişim incelendiğinde insan beynini uyarmak üzere yapılan ilk girişimin 1800'lü yılların başlarında Felice Fontana tarafından gerçekleştirildiği görülmektedir. Fontana ölmüş kişilerin spesifik beyin bölgelerine voltaik pil uygulaması yaparak fasial spazm oluşturmuş, böylece beynin dışardan uyarılabilir olduğunu göstermiştir. İnsanlarda ilk kortikal elektriksel uyarım Penfield ve Jasper (1954) tarafından beyin ameliyatlarında uygulanmıştır. Yine 1954 yılında Gualtierotti ve Paterson, kafa derisinden motor korteksi 20-150 Hz frekansında 20-70 mA'lık akımlarla uyarak karşı ekstremitelerde hareket oluşturmuşlardır.

İletken bir cisim içinde akım oluşturma esasına dayanarak geliştirilen elektromanyetik indüksiyon (elektrik enerjisinin manyetik alanı etkilemesi sonucunda manyetik alanların da elektrik enerjisine çevrilebileceği) ilk kez 1831 yılında Michael Faraday tarafından bulunmuştur. 1896'da fizikçi ve hekim d'Arsonval, kişinin kafası bir bobin içindeyken bobinden belirli bir frekansta (110 volt şiddetinde, 30 amper ve 42 Hz) akıtılan akımın indüklediği manyetik alanın fosfen ve vertigo oluşumuna yol açtığını bulmuştur.

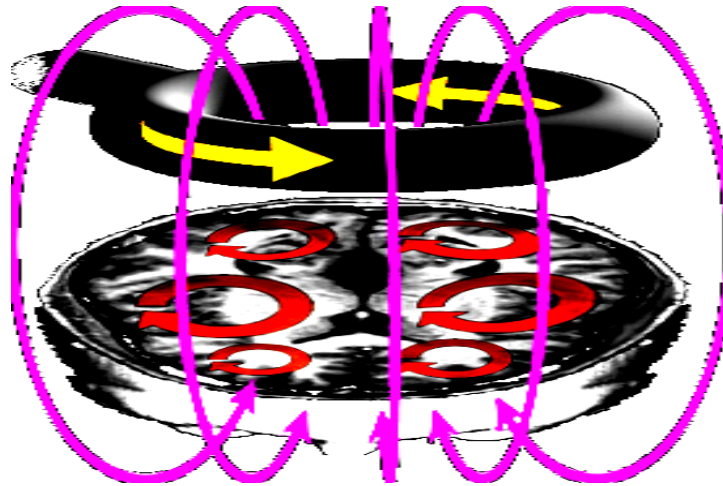
TMU ise ilk olarak 1985'te İngiltere'de Sheffield Üniversitesi'nden Anthony Barker ve grubu ile Royal Hampshire Hastanesi ortaklığında motor korteks fonksiyonlarının modülasyonunu sağlamak için geliştirilmiştir. TMU'nun klinik çalışmalarda kullanılmasının ardından ilk güvenlik kılavuzu yayınlanmış ve 1986 yılında ilk ticari TMU cihazı geliştirilmiştir. Cihazın geliştirilmesiyle birlikte klinik uygulamalarda kullanılması yaygınlaşmıştır (Baker ve ark., 1985; Baker, 2002).

Manyetik uyarım ile elektriksel uyarımın hücresel düzeyde çalışma mekanizmaları temel olarak aynıdır (Şekil 7). Manyetik uyarımın elektriksel uyarımdan tek farkı akım oluşturmada manyetik alan uyarımı kullanmasıdır. Her iki uyarımda da yük öncelikle hücre zarını uyarır ve zar potansiyelinde bir değişiklik oluşturur. Zarın depolarizasyonu aksiyon potansiyelinin başlamasını sağlar. Aksiyon potansiyeli normal sinir ileti mekanizmalarıyla hücre boyunca ilerler (Pascual-Leone ve ark. 2002).



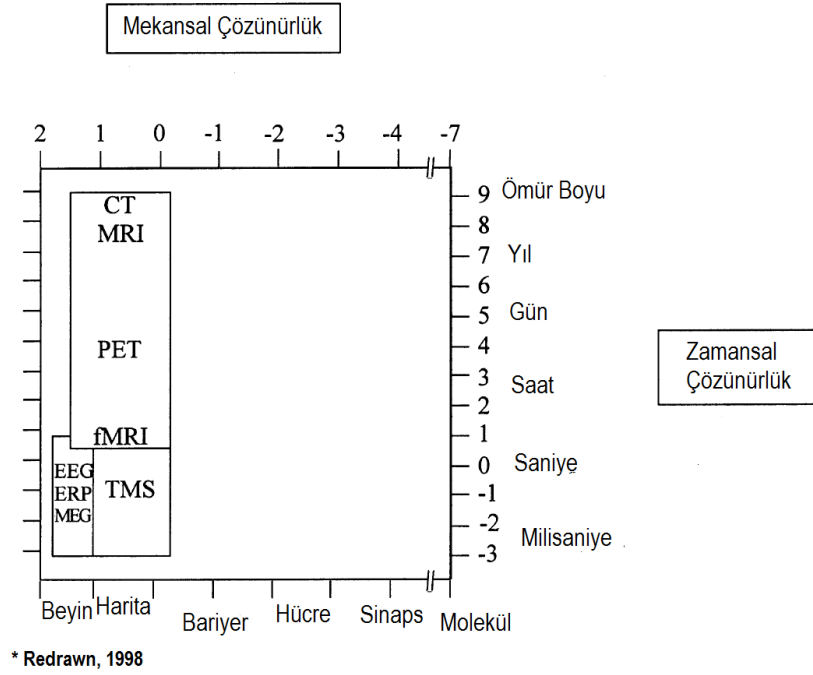
Şekil 7: Hücresel Düzeyde Manyetik Uyarım

Manyetik uyarım ile oluşan manyetik alan, kemik ve yumuşak dokudan etkilenmeden geçer (giysi ve hava dahil). Manyetik alan uyarımı dokuda bir elektrik alan indükler ve indüklenen akım bobindeki akıma paralel fakat ters yöndedir (Şekil 8).



Şekil 8: Değişen manyetik akım ile dokuda indüklenen akım paralel fakat ters yönededir.

TMU kortikal kan akımı ve kortikal metabolizma değişikliklerini açığa çıkararak korteks üzerinde bölgesel aktiviteleri değiştirebilir. Buna ek olarak primatlarla yapılan çalışmalar TMU'nun nöral yolları etkileyerek uyarım bölgesinin dışındaki alanları da etkileyebileceğini göstermektedir (Abdeen & Stuchley, 1994). Buna karşın, TMU yönteminin zamansal ve mekansal çözünürlük açısından görüntüleme tekniklerinden daha avantajlı olduğu ileri sürülmektedir (Şekil 9).



Şekil 9: Zamansal ve mekansal çözünürlük açısından diğer yöntemlerle karşılaştırılması

2.5.1. Manyetik Uyarılar, Uyarım Modları ve Bobinler

Manyetik uyarım uyarılmak istenen alanın oldukça yakınında tutulan bobin aracılığıyla yapılmaktadır. Bu bobinler doku üzerinde uyarım boyunca etkisini gösteren ve ardından kaybolan elektriksel bir alan oluşturmak üzere kullanılır.

Uyarım tipleri açısından değerlendirildiğinde manyetik uyarım monofazik, bifazik ve polifazik olmak üzere 3 gruba ayrılırlar. Bu manyetik uyarım tipleri arasında hassasiyeti en yüksek olan monofazik uyarımdır. Monofazik uyarım ayrıca daha az ses ve daha az ısı üretmektedirler.

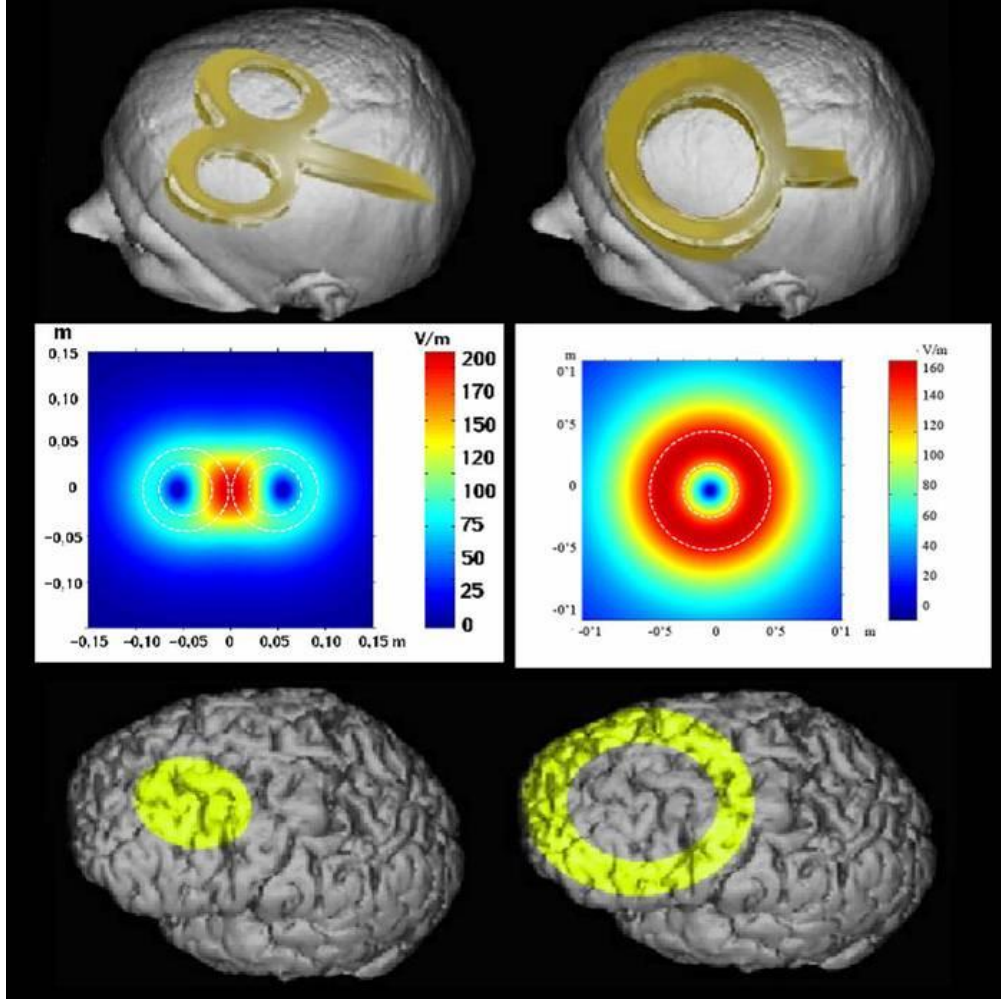
TMU kullanılarak yapılabilecek uyarım modları tek uyarım (single-pulse), yinelenen uyarım (yTMU, ing: repetitive Transcranial Magnetic Stimulation, rTMS) ve çift uyarımdır (paired-pulse). Tek uyarımda tüm uyaran tipleri, çift uyarımda monofazik uyumlar, yTMU’da ise bifazik uyarımlar kullanılır.

Tek uyarım ilk kez motor korteksin uyarılması için kullanılmıştır, ancak buna ek olarak insan görme sistemi ve yüksek bilişsel işlevlerin (dikkat, bellek, dil v.b.) değerlendirilmesi ile ilgili çalışmalarda da kullanılmaktadır. Tek uyarım TMU’nun genel olarak uyarım yapılan alanda eksitasyon yaptığı düşünülmektedir. Fakat primer motor korteks üzerinde yapılan tek uyarım çalışmalarının bir kısmı inhibe edici etkisinin olduğunu bildirmiştir (Anand & Hotson, 2002).

Çift uyarım TMU tek bir bobin ya da iki bobin kullanılarak yapılan birbirinden bağımsız iki uyarımı içermektedir. Bu iki uyarımın şiddeti ve uyarımlar arası süre belirlenerek intrakortikal inhibisyon ve fasilasyon çalışmaları yapılmaktadır. Bilişsel süreçlerin değerlendirildiği çift uyarım TMU çalışmalarında genellikle reaksiyon zamanını uzatıcı yani inhibe edici bir etkisi olduğu görülmektedir (Anand & Hotson, 2002).

yTMU saniyeler içinde tekrarlı pek çok uyarımı içeren ve frekansı 1 ile 25 Hz arasında değişebilen bir uyarımdır. yTMU tek uyarıma kıyasla nöral aktivitede daha uzun süreli ve daha kuvvetli bir değişikliğe neden olmaktadır. Bu güçlü uyarım beraberinde bir takım güvenlik sorunlarını da getirmektedir (Anand & Hotson, 2002).

Manyetik uyarım sırasında oluşacak manyetik alanının belirlenmesinde birincil faktör kullanılan bobindir. Bobinler şekillerine bağlı olarak 8 ya da kelebek şeklinde bobinler ve yuvarlak bobinler olmak üzere isimlendirilmektedir (Şekil 10).



Şekil 10: Kelebek şeklinde (sol) ve yuvarlak (sağ) bobinler, oluşturdukları elektriksel alanlar ve beyin üzerinde etkilenen alanlar; 8 şeklinde bobin kortikal haritalamada kullanılacak kadar fokal bir uyarım sağlarken yuvarlak bobin geniş bir alana yayılan manyetik uyarım sağlamaktadır

2.5.2. TMU Kullanılarak Yapılan ÇB Çalışmaları

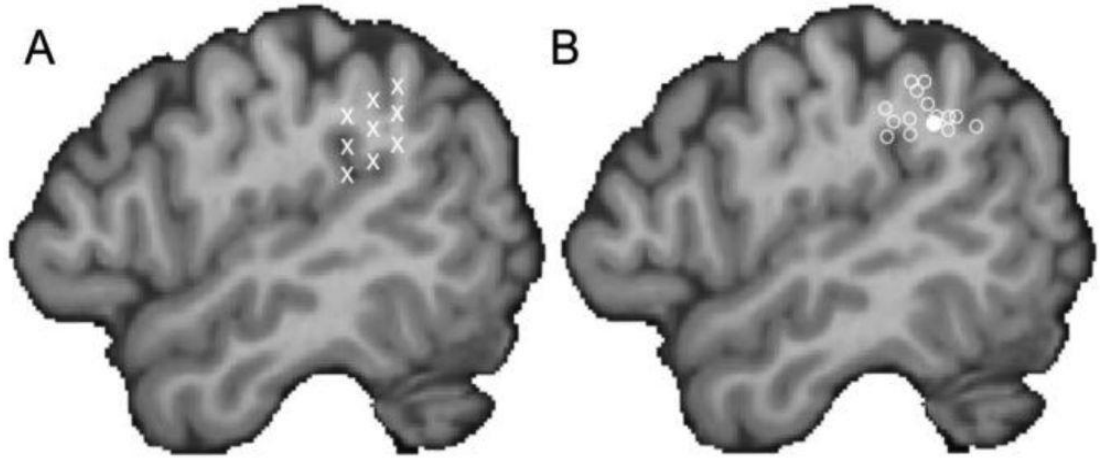
TMU beyin davranış ilişkisini açıklamak üzere bilişsel çalışmalarda kullanımı gün geçtikçe artan bir deneysel yöntemdir. Beynin dışarıdan oldukça fokal olarak manipüle edilebilmesini sağlayan navigasyonlu TMU, acısız olması ve uygun kullanımda önemli yan etkilerinin olmaması açısından avantajlıdır. Bilişsel işlevlerin TMU ile değerlendirildiği çalışmaların temelinde beyinde yapay ve geçici bir lezyon oluşturarak işlevin yerleştirilmesi yatmaktadır. ÇB, TMU kullanılarak değerlendirilen bilişsel işlevlerin başında yer almaktadır. Bu bölümde bu tezin konusu olan fonolojik döngünün incelendiği çalışmalar anlatılacaktır.

Herwing ve arkadaşları tarafından 2003 yılında yapılan çalışmada sözel depolamadan sorumlu beyin alanları fMRI rehberli TMU ile değerlendirilmiştir. Çalışmada deneklerden 1 ve 6 arasında değişen sayıda ünsüz harfin bulunduğu Sternberg görevini (saklama periyodu 6 saniye) fMRI altında gerçekleştirmeleri istenmiştir. fMRI altında görev esnasında ortaya çıkan alanlar Talairach koordinatları ((Talairach & Tournoux, 1988) referans alınarak haritalanmış ve TMU için uygun olan alanlar tespit edilmiştir. Aktivasyon alanlarının değerlendirilmesi her bir denek için bireysel olarak yapılmıştır. Sonuç olarak BA 8, 9, 10, 44, 45 ve 46'yı kapsayan anterior ve dorsolateral prefrontal alanlarda aktivasyona ek olarak inferior pariyetal sulkus ve inferior pariyetal lob (BA 7 ve 10) aktivasyonu tespit edilmiştir. Tüm deneklerde premotor korteks aktivasyonu (BA 6) ve bir kısmında bitişik olarak BA 44 yani Broca aktivasyonu tespit edilmiştir. Bu çalışmada her bir denek için öncelikle istirahat durumunda tek uyarımlı TMU ile Motor Uyarılma Potansiyelleri (MUP) tespit edilmiş ve bu değerin % 110'u uyarım eşiği olarak kabul edilmiştir. Uyarım Sternberg görevinin saklama periyodunun ikinci yarısında 3 saniye için 15 Hz'lik 45 uyarımdan oluşan yTMU şeklinde gerçekleştirilmiştir. Analizlerde deneklerin doğru tanıma oranları kullanılmıştır. Uyarım sonuçları değerlendirildiğinde, premotor ve pariyetal alanların ikisinin birden kontrol alanları ile kıyaslandığında hata oranını arttırdığı görülmektedir. Yapılan analiz neticesinde bu farklılığın yalnızca premotor alan için anlamlı düzeyde olduğu (fMRI sonuçları ile uyumlu), pariyetal alanlar için istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir. Elde edilen bulgular ışığında, sessiz tekrarlamamanın bir içsel konuşma süreci olduğu ve premotor-pariyetal alanların etkileşimi ile gerçekleştiği öne sürülmüştür. Pariyetal alanlarda beklenen aktivasyonun bulunmaması ise inferior pariyetal sulkusun derinliğine bağlı olarak uyarım yapılamaması ile açıklanmıştır.

Kirschen ve arkadaşları (2006) fonolojik bellek deposunun kapasitesinin TMU ile iyileştirilmesini amaçlayan bir çalışma yapmıştır. Bu çalışmada da bir önceki çalışmada olduğu gibi fMRI rehberli TMU kullanılmıştır. fMRI ölçümü bellek yükünün 2 ile 6 arasında değiştiği, ünsüz harflerin kullanıldığı bir Sternberg görevi (saklama süresi 6 saniye) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. fMRI sonucunda tespit edilen sol inferior pariyetal alan uyarım için kullanılmıştır. Motor korteks üzerinde yapılan uyarımın gözle görülür el hareketine neden olan en küçük değeri motor uyarılma eşiği olarak alınmış ve bu değerin %120'si TMU değeri olarak kabul edilmiştir. Uyarım, 8

şeklinde bobin kullanılarak saklama periyodunun 1., 3., ve 5. saniyesinde üç ardışık uyarım şeklinde uygulanmıştır. TMU aşamasında denekler aynı görevin sessel benzerlik gösteren ve göstermeyen kelimelerden oluşmuş haliyle test edilmiştir. Sol inferiyor pariyetal alanın uyarılması sonucu deneklerin sessel benzerlik gösteren uyarılara, benzerlik göstermeyenlere kıyasla anlamlı düzeyde daha hızlı ve marjinal düzeyde daha doğru yanıt verdiği tespit edilmiştir. Başka bir deyişle sol inferiyor pariyetal korteks üzerinde yapılan TMU sözel ÇB'yi kolaylaştırmaktadır (fasilitasyon). Sol inferiyor pariyetal hasarın sözel ÇB performansını bozduğu yönündeki bulgularla bir paradoks oluşturmaktadır.

Stoeckel ve arkadaşlarının 2009 yılında yapmış olduğu çalışmada ise supramarjinal girus ve angüler girusun fonolojik ve semantik bilgi işleme süreçleri üzerindeki etkisini ölçmek üzere TMU uygulanmıştır. Diğer iki çalışmadan farklı olarak bu çalışmada fMRI rehberliği kullanılmamıştır. Araştırmacılar hangi alanlarda çalışacaklarına da TMU kullanarak karar vermişlerdir. Çalışmada fonolojik karar verme (benzer ya da değil), anlamsal karar verme (anlamsal benzer ya da değil) ve görsel karar verme (harf dizileri aynı ya da değil) görevleri kullanılmıştır. Hangi alanlarda çalışılacağına karar vermek için deneklerin anatomik MR kayıtları üzerinden supramarjinal girus orta nokta olacak şekilde 3x3'lük bir matris içinde 9 alan işaretlenmiştir (Şekil 11). Ardından fonolojik karar verme görevi esnasında uyarının ekranda belirmesinden 100 ms sonra yTMU (10hz/300ms) uygulanarak doğru yanıtlar kaydedilmiş ve reaksiyon zamanı plasebo uyarımdan daha hızlı olan alanlar seçilmiştir. Asıl deneyde tek uyarım TMU, uyarının ekranda görünmesini takip eden 120., 180., 240. veya 300. ms'de ve sistemin verebileceği maksimum uyarımın %55'i kullanılarak uygulanmış ve deneklerin reaksiyon zamanları ve yanıtların doğrulukları kaydedilmiştir. Araştırma sonuçları incelendiğinde doğruluk açısından anlamlı bir fark bulunmamış fakat reaksiyon zamanları açısından semantik uyarıların fonolojik uyarılardan daha uzun reaksiyon zamanlarına neden olduğu tespit edilmiştir. Buna ek olarak en kısa yanıt sürelerinin görsel karar verme görevinde olduğu bildirilmiştir. TMU uyarım zamanlamasının etkilerini incelemek üzere yapılan analizde ise 240. ve 300. ms'de yapılan uyarımın fonolojik karar verme için inhibe edici etkisi olduğu gözlenmiş, fakat bu etki istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bulunmamıştır. 180. ms'de yapılan uyarımın ise fonolojik karar verme görevinde reaksiyon zamanını 16 ms kadar kısaltıcı etkisi anlamlı düzeyde bulunmuştur.



Şekil 11: A) Sol silviyan fissürün sonlanma noktası supramarjinal girus olarak kabul edilmiş ve 3x3'lük matris içine uyarım alanları yerleştirilmiştir. B) Herbir denek için uyarım sonrası seçilen alanlar birer yuvarlak (içi boş) şeklinde gösterilmiştir. İçi beyaz renkle boyanmış daire ise çalışmaya katılan deneklerin ortalamasını göstermektedir.

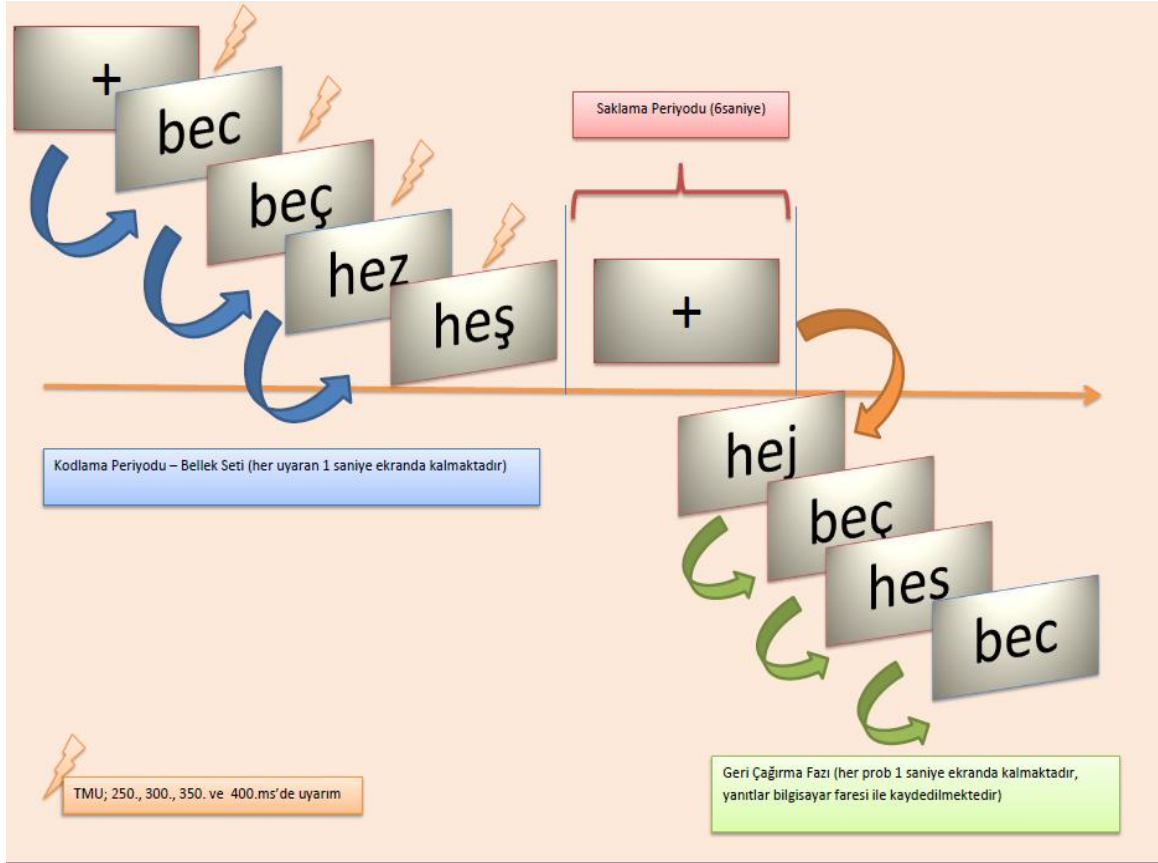
3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Katılımcılar

Çalışma için belirlenen katılım koşullarına göre 18 yaşından büyük, normal veya düzeltilmiş görüşe sahip ve diğer duysal sistemlerinde herhangi bir patolojisi bulunmayan, nörolojik ve psikiyatrik öyküsü olmayan, sağ elini kullanan 14 sağlıklı kadın çalışmaya katılmıştır. Çalışma öncesinde deneklerin el tercihinin belirleyebilmek amacıyla ilk olarak Chapman ve Chapman (1987) tarafından geliştirilmiş, Nalçacı ver ark. (2002) tarafından Tükçe geçerlik ve güvenilirlik çalışması yapılmış 13 soruluk El Tercihi Anketi uygulanmıştır. El Tercihi Anketi sonucunda 13 ile 17 puan arasında puan alan denekler sağlıklı olarak kabul edilmiş ve çalışmaya alınmıştır.

3.2. Deneysel Tasarım

Bu çalışmada ÇB performansını ölçmek üzere yaygın olarak kullanılan Sternberg tanıma testinin görsel versiyonu kullanılmıştır. Bu çalışmada 4 ayrı heceden oluşan bellek seti ve reaksiyon almak için 4 prob uyaran (2 tanesi hedef uyaran, 2 tanesi karıştırıcı uyaran) kullanılmıştır. Uyaranlar bellek setine ve prob setine rastlantısal olarak yerleştirilmiştir. Uyaran sunumu ekranın ortasında beliren “+” işareti (fiksasyon noktası) ile başlamıştır. Fiksasyon işaretinin 3 saniye ekranda kalmasının ardından bellek setindeki her uyaran 1 saniye ekranda kalmış ve 6 saniye saklama süresinin ardından denekler farenin sağ ya da sol tuşuna basarak gördükleri problemlerin bellek setinde olup olmadığı kararını bildirmişlerdir. Tüm problemlere verilen yanıtlar ve reaksiyon süreleri uyaranları sunan bilgisayar tarafından kaydedilmiştir. Çalışma öncesinde deneklere gördükleri uyaranları sessiz olarak okumaları ve prob uyaranlara olabildiğince hızlı yanıt vermeleri gerektiğini içeren yönerge okunmuş ve 3 set deneme yapılmıştır. TMU uygulanacak her kortikal alan için her biri 8 bellek seti ve problemlerinden oluşan 4 blok kullanılmıştır. Bloklar arasında 2 dakika ara verilmiştir. Bir bellek setinin zaman doğrusu üzerinde gösterimi Şekil 12’de sunulmuştur.



Şekil 12: Bellek setinin sunumu

3.3. Uyarılar

Fonolojik deponun araştırılması hedeflendiği için deneylerde, 3 harfli, anlamsız ve sessel benzer ve benzemez heceler kullanılmıştır. Bunun için öncelikle, ünsüz-ünlü-ünsüz dizilimli 3 harften oluşan tüm olası heceler havuzu oluşturulmuştur. Oluşturulan bu heceler anlamsız olduğunun kontrolü için Büyük Türkçe Sözlük'te bulunan 3 harfli kelimeler bu havuzdan çıkarılmıştır. Bu işlem sonrasında 2478 heceden oluşan bir liste oluşmuş ve anadili Türkçe ikinci dili İngilizce olan 6 kişiden oluşmuş bir yargıcı grubuna değerlendirilmek üzere elektronik ortamda iletilmiştir. Yargıcı grubundan her heceye ortalama 2 saniye süre ile bakmaları, hem Türkçe hem de İngilizce olarak anlamlı bulmaları durumunda 2, başka bir kelime ile güçlü bir şekilde çağrışım yaptığını düşündükleri durumda 1, anlamsız bulduklarında ise 0 şeklinde puanlamaları istenmiştir. Puanlamanın tamamlanması sonrasında 0 puan alan 1747 hece deneyde kullanılmak üzere seçilmiştir.

Türkçede yer alan ünsüzlerin sesbilgisel görünümü temel olarak üç etmene bağlı olarak belirlenmektedir. Bunlar, ünsüzün çıkış yeri, ünsüzün çıkış biçimi ve ünsüzün oluşumu sırasındaki ses tellerinin titreşim durumudur. Ünsüzlerin sesbilgisel görünümü ünsüzün oluşun noktası, oluşma biçimi ve oluşum sırasındaki gırtlak durumuna göre belirlenmektedir (Özsoy, 2004). Türkçede ünsüzler temel dudaksıl, dişsil/dudaksıl, dişsil, dişeti/dişıyuvasil, öndamaksıl, damaksıl, artdamaksıl ve gırtlaksıl olmak üzere 8 noktada oluşmaktadır. Oluşma biçimi dikkate alındığında ise ünsüzlerin patlamalı, sürtünmeli, patlamalı/sürtünmeli, genizsil, akıcı ve kayıcı olabileceği görülmektedir. Son olarak hava akımının gırtlaktan geçerken ses tellerinin değişik durumlarına göre ünsüzler ötümlü ve ötümsüz olabilir.

Bu çalışmada ses benzerliği yüksek uyaranlar kullanılacaktır. Ses benzerliği yüksek olan en küçük çiftlerin (üç harfli anlamsız hecelerden son harfleri sessel benzerlik gösterenler) bulunabilmesi için, çıkış yeri ve çıkış biçimi aynı olan ancak oluşum sırasında ses tellerindeki titreşim durumu farklı olan ünsüzler kullanılmıştır. Bu açıdan oluşturulan en küçük çiftlerde ayrımı sağlayan sesbirimler ve sesbirimcikler şunlardır:

- 1) * patlamalı, dudaksıl, ötümlü: /b/
Örnek: mub, köb
* patlamalı, dudaksıl, ötümsüz: /p/, [p], [ph]
Örnek: mup, köp
- 2) * patlamalı, dişsil, ötümlü: /d/
Örnek: füd, lad
* patlamalı, dişsil, ötümsüz : /t/, [t], [th]
Örnek: füt, lat
- 3) * patlamalı, artdamaksıl, ötümlü: /g/, [g], [ɟ]
Örnek: zög, hig
* patlamalı, artdamaksıl, ötümsüz: /k/, [k], [kh], [c]
Örnek: zök, hik
- 4) * sürtünmeli, dişsil/dudaksıl, ötümsüz /f/, [f], [ɸ]
Örnek: mof, lıf
* sürtünmeli, dişsil/dudaksıl, ötümlü /v/, [v], [β]
Örnek: mov, lıv

5) * sürtünmeli, dişeti/dişyuvasıl, ötümlü: /z/

rnek: joz, rz

* sürtünmeli, dişeti/dişyuvasıl, ötümsüz: /s/

rnek: jos, rs

6) * sürtünmeli, ndamaksıl, ötümlü: /ř/

rnek: rej, moj

* sürtünmeli, ndamaksıl, ötümsüz: /ř/

rnek: reş, moş

7) * patlamalı/sürtünmeli, ndamaksıl, ötümlü: /j~/

rnek: bec, vac

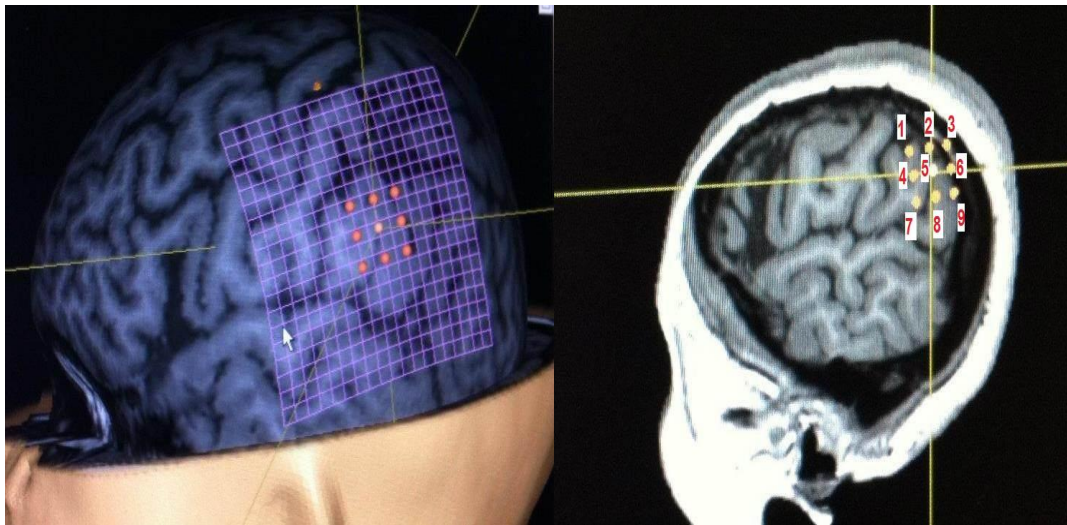
* patlamalı/sürtünmeli, ndamaksıl, ötümsüz: /ç/

rnek: beç, vaç

1747 heceden bu bilgiler doğrultusunda fonolojik benzerlik gösteren heceler (maf-mav gibi) ve fonolojik benzerlik göstermeyen heceler (maf-tun gibi) seçilerek kullanılmıştır.

3.4. Transkranyal Manyetik Uyarım (TMU)

Çalışmada uyarım yapılacak alanlar literatürde yer alan bilgiler ışığında sol supramarjinal girus 3x3 lk bir matrisin merkezinde olacak şekilde belirlenmiş ve etrafındaki 8 alan (soldan sağa ve yukarıdan aşağı numaralandırılarak) işaretlenmiştir (şekil 13).



şekil 13: 3x3'lk matris içine yerleştirilen alanlar ve numaralandırılması.

Plasebo uyarım yapmak için supramarginal girus seçilmiş olup, bobinin pozisyonu kafa yüzeyine dik olacak şekilde uyarım yapılmıştır. Çalışmada tek TMU uyarımları sekiz şeklinde mono-fazik bobin kullanılarak, bellek setinde yer alan uyarımların ekranda belirmesinden sonraki 250., 300., 350. veya 400. ms'de uygulanmıştır. Bir sette 32 uyarım, bir alanın tamamında ise 128 uyarım yapılmıştır (Tablo. 1).

Tablo1. Bulundukları liste türüne ve prob uyarın türüne göre sunulan uyarın ve yanıt sayıları.

	Hedef Uyarın Sayısı	Çeldirici Uyarın Sayısı
Fonolojik Benzer Listeler	32	32
Fonolojik Benzer Olmayan Listeler	32	32

3.5. Veri Toplama

Öncelikli olarak deneklere araştırma hakkında bilgi verilerek gönüllü onam formu imzalatılmıştır. Denekler başlarını yaslayabilecekleri rahat bir koltuğa oturtulduktan sonra EMG kayıtlarını alabilmek için tek kullanımlık yüzey elektrotları sağ 1. dorsal interosseöz kas üzerine takılmıştır. Çalışmada TMU için navigasyonlu Nexstim eXimia 3.2.1 (Finlandiya) sistemi kullanılmıştır. Navigasyon sistemine uygun olarak alınan MR kayıtları navigasyon sistemine yüklenmiştir. Navigasyon sistemi tarafından kızılötesi kameralar aracılığı ile takip edilecek olan kafa takip gözlüğü deneğin kafasına sabitlenmiştir. Navigasyon sistemindeki MR görüntüsü üzerinde nazion ve her iki kulak bölgesinde 3 nokta işaretlenmiş, ardından infrared kameralar ile pozisyonu algılanan sayısallaştırma kalemi kullanılarak deneğin kafası üzerinde eş noktalar belirlenmiştir. Böylece sistemdeki MR görüntüsü ile deneğin kafası 3 boyutta karşılaştırılmıştır (Şekil 14).



Şekil 14: Çakıştırma işlemi sonrası ortaya çıkan 3 boyutlu görüntü.

Kullanılan kafa takip gözlüğü sürekli olarak kızılötesi kameralar aracılığıyla takip edildiğinden, navigasyon sistem tarafından otomatik olarak MR görüntüsünün kafanın değişen pozisyonuna uygun olarak değiştirilmesi sağlanmaktadır. Ayrıca yine kızılötesi kamera tarafından üzerindeki işaretleyiciler yardımıyla pozisyonu algılanabilen TMU bobini sayesinde manyetik uyarımların uygulandığı beyin bölgesinin navigasyon sisteminin ekranında izlenmesi de mümkün olmaktadır.

Çakıştırma işleminin başarılı bir şekilde sonlanmasının ardından, öncelikle EMG ekranından spontan EMG kaydı takip edilerek artefakt kontrolü yapılmış ve ardından motor eşik tespit çalışmalarına başlanmıştır. Motor eşik tespiti için primer motor korteks üzerinde el alanı olarak bilinen anatomik noktanın çevresindeki ortalama 32 farklı alan maksimum uyarımın % 70 ile uyarılarak EMG’de ortaya çıkan yanıtlar takip edilmiştir. Primer motor korteks üzerinde yapılan bu uyarımlar sonrasında, anatomik lokasyon da dikkate alınarak elde edilen en büyük EMG yanıtının ortaya çıktığı alan el alanı olarak kabul edilmiştir. El alanının tespiti sonrasında, uyarım şiddeti düşürülerek istirahat durumunda motor uyarılma eşiği tespit edilmiştir. 10 denemenin yarısında

EMG’de 50 μ V düzeyinde yanıt oluşturan uyarı şiddeti istirahat durumu motor uyarılma eşiği olarak kabul edilmiştir. Her bir katılımcı için bu işlem sonucunda tespit edilen istirahat uyarılma eşiğinin %70’i uyarım değeri olarak kullanılmıştır. TMU uyarımları mono-fazik 8 şeklinde bobin kullanılarak uygulanmıştır.

Uyarım eşiğinin tespiti sonrası deneğin konforu açısından EMG elektrotları çıkarılmış ve 5 dakikalık bir ara verilmiştir. Ara sonrasında deneğe uygulanacak deney prosedürü standartlaştırılmış yönerge ile anlatılmış, ardından deneklerin deneye alışabilmeleri için 3 bellek seti kullanılarak ön-deneme yapılmıştır. Bunun ardından esas deneye geçilmiş ve denekler aksini talep etmedikçe her 3 kortikal noktanın çalışılmasından sonra 15 dakikalık aralar verilmiştir.

3.6. İstatistiksel Analiz

Hedef uyaranlara doğru yanıt sayıları ve reaksiyon zamanları üzerine, TMU uyarım alanı (9 alan), TMU uyarım zamanı (250, 300, 350, 400 ms) ve bellek setindeki uyaranların sessel benzerliğinin (sessel benzer veya benzemez uyaranlar) etkileri 3 faktörlü yinelenmiş ölçümler için ANOVA testi ile analiz edilmiştir. İkinci bir adımda ise, hedef uyaranlara verilen doğru yanıt sayıları ve reaksiyon zamanları üzerine her TMU uyarım alanının etkisi, TMU uyarım zamanı (250, 300, 350, 400 ms) x bellek setindeki uyaranların sessel benzerliği (sessel benzer veya benzemez uyaranlar) faktörlerini içeren yinelenmiş ölçümler için ANOVA testi kullanılarak plasebo koşuluyla karşılaştırılmıştır. Analizler SPSS 16.0 programı kullanılarak yapılmıştır.

4. BULGULAR

4.1. Hedef uyarılara verilen yanıtların doğruluğu

Öncelikle hedef uyarılara verilen doğru yanıtlar üzerine tüm deneysel değişkenlerin etkilerini incelemek için TMU uyarım alanı (9 bölge) x TMU uyarım zamanı (250, 300, 350, 400 ms) ve bellek setindeki uyarıların sessel benzerliği (sessel benzer veya sessel benzemez) faktörlerini içeren yinelenmiş ölçümler için ANOVA testi uygulanmıştır. Bu analiz sonucunda, hedef uyarılara verilen yanıtların doğruluğu üzerine, TMU alan ve zamanından bağımsız olarak sadece bellek setindeki uyarıların sessel benzerliğinin anlamlı bir etki yaptığı saptanmıştır ($F(1/13)=8.07$; $p=0,014$). Bu etki, bellek setinde sessel benzer uyarılar yer aldığında hedef uyarılara karşı verilen doğru yanıt sayısının ($6,901 \pm 0,121$), sessel benzer olmayan uyarılarla elde edildenden ($6,627 \pm 0,142$) daha yüksek olmasından kaynaklanmaktadır (Şekil 15). TMU uygulanan 9 alan veya 4 zaman arasında ise hedef uyarılara verilen doğru yanıt sayısı açısından anlamlı bir fark saptanmamıştır.

İkinci olarak, hedef uyarılara verilen doğru yanıtlar açısından TMU uygulanan her bir alanın plasebo uyarımdan anlamlı bir fark oluşturup oluşturmadığı araştırılmıştır. Bunun için, her bir TMU uyarım alanında elde edilen doğru yanıt sayıları plasebo uyarım ile elde edilenlerle, TMU zamanı (250, 300, 350, 400 ms) ve bellek setindeki uyarıların sessel benzerliği (sessel benzer veya sessel benzemez) faktörlerini içeren yinelenmiş ölçümler için ANOVA testi ile karşılaştırılmıştır. TMU uyarım zamanı ve bellek setindeki uyarıların sessel benzerliğinden bağımsız olarak, 9 farklı bölgenin TMU ile uyarımı ve plasebo uyarım ile elde edilen ortalama doğru yanıt sayıları Tablo 2'de gösterilmiştir. Ortalama doğru yanıtlanan hedef uyarı sayısı açısından en düşük değer plasebo uyarımla ($6,643 \pm 0,149$), en yüksek değer ise 8. alanın uyarımıyla ($6,973 \pm 0,152$) elde edilmiştir. Ancak, bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Ayrıca, bu karşılaştırmalarda TMU zamanı veya sessel benzerlik faktörleri de istatistiksel olarak anlamlı bir farka yol açmamıştır.

Tablo 2. Hedef uyaranlara verilen doğru yanıt sayısının ortalamaları

	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Std. Hata
1. alan	14	6,399	6,976	6,688	,133
2. alan	14	6,522	7,210	6,866	,159
3. alan	14	6,356	7,055	6,705	,162
4. alan	14	6,387	7,006	6,696	,143
5. alan	14	6,446	7,159	6,813	,160
6. alan	14	6,348	7,188	6,768	,194
7. alan	14	6,367	6,954	6,661	,136
8. alan	14	6,644	7,302	6,973	,152
9. alan	14	6,417	6,994	6,705	,133
plasebo	14	6,322	6,964	6,643	,149



Şekil 15: Fonolojik benzer kelimeler ile fonolojik benzer olmayan kelimelerin hedef uyaranlara verilen ortalama doğru yanıtlar üzerindeki etkisi. (*F(1/13)=8.07; p=0,014).

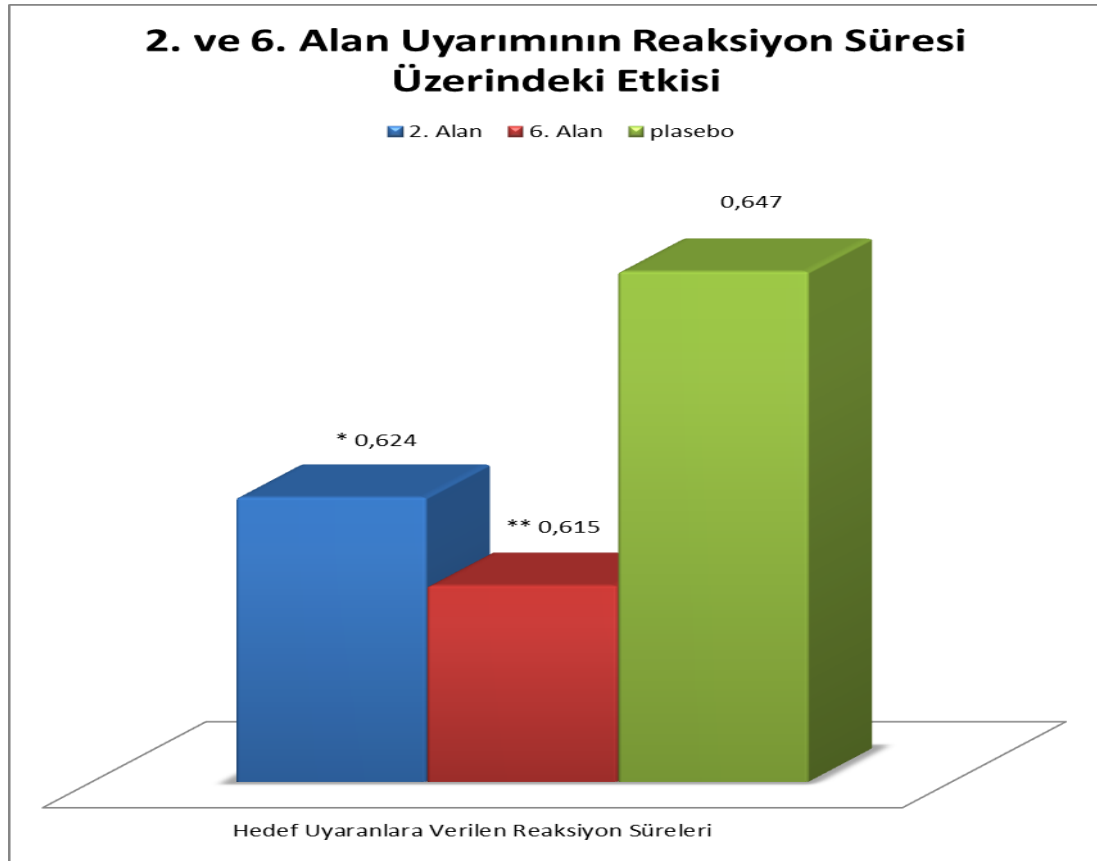
4.2. Hedef uyaranlara karşı reaksiyon süreleri

Doğru yanıtlanan hedef uyaranlara karşı elde edilen reaksiyon zamanları üzerine tüm deneysel değişkenlerin etkilerini incelemek için TMU uyarım alanı (9 bölge) x TMU uyarım zamanı (250, 300, 350, 400 ms) ve bellek setindeki uyaranların sessel benzerliği (sessel benzer veya sessel benzemez) faktörlerini içeren yinelenmiş ölçümler için ANOVA testi uygulanmıştır. Bu analiz sonucunda, farklı bölgelere farklı zamanlarda uygulanan TMU uyarımlarının ve uyaranların sessel benzerliğinin reaksiyon zamanları üzerine anlamlı bir etkisi olmadığı saptanmıştır.

İkinci olarak, doğru yanıtlanan hedef uyaranlara karşı elde edilen reaksiyon zamanları üzerine TMU uygulanan her bir alanın plasebo uyarımdan anlamlı bir fark oluşturup oluşturmadığı araştırılmıştır. Bunun için, her bir TMU uyarım alanında elde edilen hedef uyaran reaksiyon zamanları plasebo uyarım ile elde edilenlerle, TMU zamanı (250, 300, 350, 400 ms) ve bellek setindeki uyaranların sessel benzerliği (sessel benzer veya sessel benzemez) faktörlerini içeren yinelenmiş ölçümler için ANOVA testi ile karşılaştırılmıştır. TMU uyarım zamanı ve bellek setindeki uyaranların sessel benzerliğinden bağımsız olarak, 9 farklı bölgenin TMU ile uyarımı ve plasebo uyarım ile elde edilen ortalama reaksiyon zamanları Tablo 3'te gösterilmiştir. Ortalama reaksiyon zamanları açısından en yüksek değer plasebo uyarımla ($0,647 \pm 0,020$), en düşük değer ise 6. alanın uyarımıyla ($0,615 \pm 0,014$) elde edilmiştir. İstatistiksel analizler, 6. Alanın uyarımı ile elde edilen reaksiyon zamanının plasebo uyarımla elde edilen reaksiyon zamanından anlamlı derecede daha kısa olduğunu ortaya koymuştur ($F(1/13)=9,45$; $p=0,009$). Benzer şekilde, 2. alana yapılan TMU uyarımı ile de plasebo uyarımla elde edilenden anlamlı derecede daha kısa bir reaksiyon zamanı elde edildiği saptanmıştır ($F(1/13)=8,97$; $p=0,01$. Şekil 16). Diğer alanlarda uygulanan TMU uyarımları ise plasebodan anlamlı derecede farklı bir reaksiyon zamanına yol açmamıştır.

Tablo 3. Hedef Uyarılar İçin Doğru Yanıtların Ortalama Reaksiyon Süreleri (ms)

	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Std. Hata
1. alan	14	,604	,679	,642	,017
2. alan	14	,588	,660	,624	,017
3. alan	14	,583	,673	,628	,021
4. alan	14	,581	,675	,628	,022
5. alan	14	,575	,673	,624	,023
6. alan	14	,585	,645	,615	,014
7. alan	14	,613	,689	,651	,018
8. alan	14	,602	,672	,637	,016
9. alan	14	,590	,669	,629	,018
(plasebo)	14	,604	,690	,647	,020



Şekil 16: 2. ve 6. Alanın uyarımı ile hedef uyarılara verilen doğru yanıtların reaksiyon sürelerinin plasebo uyarım ile karşılaştırılması. (* $F(1/13)=8,97$; $p=0,01$, ** $F(1/13)=9,45$; $p=0,009$).

5. TARTIŞMA

Transkranyal Manyetik Uyarım (TMU) kafa derisi üzerinden, bilinç açıkken uygulanabilen non-invazif ve acısız bir yöntem olarak kognitif sinirbilim çalışmalarında gün geçtikçe daha fazla kullanılmaktadır. Özellikle navigasyonlu TMU tekniği kullanılarak yapılan çalışmalar fMRI çalışmalarından elde edilen mekansal bulguların daha yüksek bir mekansal çözümleme ile değerlendirilmesine imkan sağladığı gibi, zamansal olarak da daha yüksek bir çözümleme gücüne sahiptir.

Çalışma Belleği (ÇB) pek çok bilişsel işlevin gerçekleştirilmesi için gerekli bir sistem olarak kabul edilmektedir. Bu çalışmada çok bileşenli çalışma belleği modelinde yer alan fonolojik depolama alt sisteminin lokalizasyonu TMU yöntemi kullanılarak araştırılmıştır. ÇB ile ilgili olarak en yaygın kabul gören çok bileşenli model, merkezi yönetici, fonolojik döngü ve görsel mekansal yazboz tahtası bileşenlerinden oluşmaktadır (Baddeley ve Hitch, 1974). Daha sonraki çalışmalarda fonolojik döngü bileşeninin de, aktif sessiz tekrarlama ve fonolojik bellek deposu olarak isimlendirilen iki alt sistemden oluştuğu ileri sürülmüştür (Baddeley, 1992; Della-Sala ve ark., 1991). Bu modele göre sözel uyarılar öncelikle sessel çözümlemeye geçirildikten sonra, fonolojik bellek deposunda fonolojik temsilleriyle depolanır. Depolanan bu bilginin çevrimiçi saklanabilmesi için sessiz tekrarlama mekanizması ile yenilenmesi gerekir.

Bu modele dayanak oluşturan temel bulgu fonolojik benzerlik etkisinin sıralı hatırlama performansını içeren bilişsel görevlerde depolamayı ve geri çağırmayı bozan bir etki yaratmasıdır (Baddeley, 1966a, 1968; Conrad, 1964; Henson ve ark., 1996; Wickelgren, 1965a, 1965b). Temel varsayım, fonolojik benzerlik gösteren uyarıların bellekte tutulması için yapılan sessiz tekrarlama işlemi sırasında depolanan fonolojik temsillerin birbirleri ile karışarak hatırlama performansını bozmasıdır. Bizim çalışmamızda ise fonolojik benzerliğin doğru hatırlama performansı açısından bozucu değil kolaylaştırıcı (fasilite edici) bir etkisi olduğu tespit edilmiştir. Literatür incelendiğinde de, fonolojik benzerliğin çalışma belleği performansını bozucu etkisinin her zaman tespit edilememiş olduğu görülmektedir (MacAndrew ve ark., 2002; Copeland & Radvansky, 2001; Papagno & Vallar, 1992). Kullanılan bellek görevinin sıralı ya da spontan olması, kullanılan sözel uyarıların anlamlı ya da anlamsız oluşu, uyarıların bir bağlam içinde sunulup sunulmaması ve kısa süreli depolanması istenen

sözel uyarının USB ile ilişkilendirip ilişkilendirilemeyeceği gibi değişkenlerin fonolojik benzerlik etkisinin ortaya çıkmasında önemli bir rol oynadığı tespit edilmiştir.

Bu tez çalışmasında ÇB'yi ölçmek için kullanılan Sternberg görevi, sıralı veya serbest hatırlama performansını değil, sunulan prob uyarıların tanınmasını esas almaktadır. Görevde kullanılacak sessel benzer uyarıların seçimi aşamasında semantik kodlama etkisini ortadan kaldırmak için, hem anlamlı hem de anlamlı bir kelime ile çağrışım yaptığı düşünülen heceler dışlanarak sadece fonolojik kodlama etkisi ön plana çıkarılmıştır. Sözel uyarıların görsel olarak sunulması durumunda da fonolojik kodlama ve depolama yapıldığı yönündeki bulgular değerlendirilerek ve uyarı sunumunda daha kesin bir zamanlama sağlayabilmek için uyarılar görsel modalitede sunulmuştur (Baddeley, 2003a). Uyarıların salt fonolojik kodlamanın etkili olmasını sağlayacak şekilde özenle seçimine rağmen fonolojik benzer uyarılarla ortaya çıkan kolaylaştırıcı etki, kullanılan deneysel görevin sıralı hatırlama performansını ölçmüyor olması ile açıklanabilir. TMU uyarı tekniği kullanılarak yapılan bir başka çalışmada da, sıralı hatırlama görevi içermeyen bir Sternberg görevinin kullanılması sonucunda elde edilen bulguların bizim çalışmamızda ulaşılan bulgularla aynı yönde olduğu görülmektedir (Kirschen ve ark., 2006). Sonuç olarak, tanımaya dayalı Sternberg görevini kullanan her iki çalışmada da sessel benzerlik doğru yanıt sayısını arttırırken, sıralı hatırlama görevini kullanan çalışmalarda hatırlama performansını bozmuştur. Baddeley ve Hitch'in (1974) orijinal çalışmasında fonolojik döngü olarak adlandırdıkları kurgunun kanıtı olarak ileri sürdükleri sessel benzerliğin hatırlama performansını bozucu etkisine zıt yöndeki bu bulgu, ÇB görevinin niteliğine bağlı olarak sessel benzerliğin hatırlama üzerine olumlu etkisinin de olabildiğini ortaya koymaktadır. Bu zıtlık, muhtemelen fonolojik döngünün fonolojik depo ve tekrarlama bileşenlerinin sessel benzerlikten farklı yönde etkilenmelerinden kaynaklanıyor olabilir. Sessiz tekrarlama sürecinin uyarı sunum sırasına uygun olarak gerçekleşeceği göz önüne alınırsa, sessel benzerliğin sıralı hatırlama görevindeki bozucu etkisinin fonolojik döngünün tekrarlama bileşeniyle ilişkili olduğu; sırasız tanıma görevinde kolaylaştırıcı bir etki oluşturmamasının ise fonolojik depoya bağlantılı olduğu ileri sürülebilir. Sessel benzer uyarıların nöral temsillerinin de içerdiği benzerlikler, bellekten sırasız olarak geri çağrılmalarını kolaylaştırıcı bir etki yaratıyor olabilir.

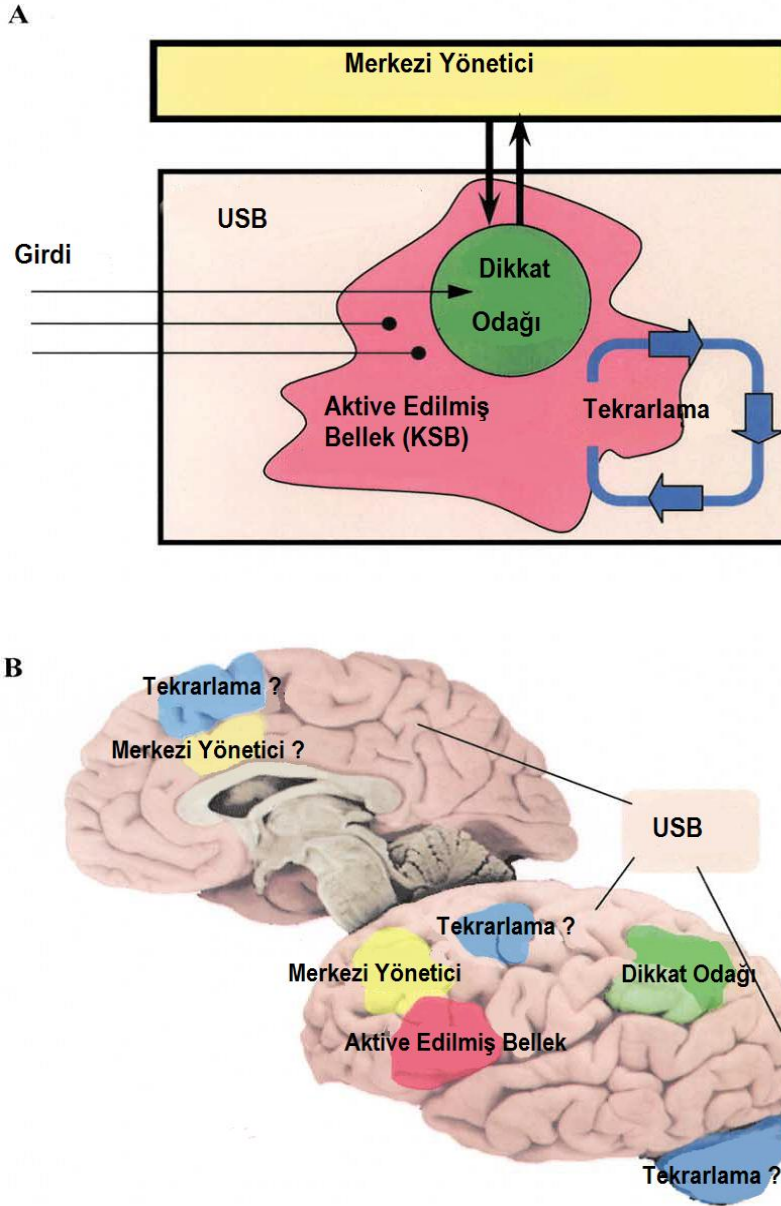
Bu çerçevede fonolojik bilginin depolanması ve tekrarlanmasından sorumlu yapıların anatomik lokalizasyonlarının ayrıştırıldığı çalışmalar gözden geçirilmiştir. Çalışma belleğinin süreçsel özelliklerinden olan yeniden kodlama, depolama, tekrarlama ve gruplama gibi fonksiyonların incelendiği bir fMRI çalışmasında, fonolojik bilginin kısa süreli depolanması durumunda sol supramarjinal girus aktivasyonu tespit edilmiştir. Sol dorsolateral premotor korteksin zamansal sıranın saklanması fonksiyonuyla ilişkili olduğu, Broca alanının ise görsel uyaranların fonolojik kodlanmasında rol oynadığı ileri sürülmüştür (Henson ve ark., 1999). Yapılan diğer bir görüntüleme çalışmasında da sözel malzemelerin kullanıldığı tanıma testlerinde bilateral inferior frontal (BA 40) ve inferior pariyetal (BA 44) alanlarda aktivasyon tespit edilmiştir (Paulesu ve ark., 1993). Çok bileşenli çalışma belleği modelinde tanımlanmış olan fonolojik döngü alt sisteminin depolama ve tekrarlama bileşenlerinin nöroanatomik olarak ayrıştırılması amacıyla yapılan bu çalışmada kullanılan kafiye karar testlerinde (seslerin kafiye olup olmadığına karar verme), yalnızca güçlü inferior frontal alan (özellikle Broca Alanı) aktivasyonu tespit edilmiştir. Bu çalışmanın sonucunda BA 40'ın tekrarlama, BA 44'ün ise fonolojik depolamadan sorumlu alanlar olabileceği ileri sürülmüştür. Özetle, fonolojik depolamanın inferior pariyetal (özellikle supramarjinal girus) fonolojik tekrarlamanın ise inferior frontal alanlarda lokalize olduğu yönünde yaygın bir kanaatin olduğu görülmektedir.

Bizim çalışmamızda, fonolojik depo bileşenine yoğunlaşıldığı için çalışılacak alanlar inferior pariyetal korteks üzerinde supramarjinal girus orta nokta olacak şekilde 3x3'lük bir matrise konumlandırılmıştır. Bulgularımız, sessel benzerlikten bağımsız olarak 2. ve 6. alanlarda TMU uyarımına bağlı olarak reaksiyon zamanlarının anlamlı derecede kısaldığını göstermekte, fonolojik deponun inferior pariyetal korteksin ventral kısmında lokalize olabileceği görüşünü desteklemektedir. Sonuç olarak, sessel benzerlikten olumlu yönde etkilenen ve TMU ile reaksiyon zamanlarında anlamlı kısaltmaya yol açan bu iki alanın, çok bileşenli ÇB modelindeki fonolojik depo ile bağlantılı olduğu düşünülmüştür. Bu alanlar, fonolojik karar verme göreviyle fonolojik depolama işlevinin araştırıldığı Stoeckel ve arkadaşlarının (2009) TMU çalışmasının nöroanatomik sonuçlarıyla ve Ravizza ve arkadaşlarının (2004) fMRI bulgularıyla tutarlılık göstermektedir.

TMU, mekansal çözünürlüğünün yanısıra zamansal çözünürlüğü de yüksek bir yöntem olduğu için, bilişsel çalışmalarda kullanılan tek uyarımlı TMU için uyarım zamanlarını tespit etmek de önem taşımaktadır. Fonolojik karar verme görevi kullanılarak yapılan bir yTMU çalışmasında uyarım zamanı değiştirilerek (120,180,240, 300) 10 Hz frekansında üç ardışık uyarımdan oluşan diziler uygulanarak uygun uyarım zamanı tespit edilmeye çalışılmış ve 180. ms’de yapılan uyarımın reaksiyon süresini anlamlı derecede kısalttığı tespit edilmiştir. 240. ve 300. ms’de yapılan uyarımın ise reaksiyon zamanları üzerinde anlamlılık düzeyine ulaşmayan uzatıcı bir etkisi olduğu bulunmuştur (Stoeckel ve ark., 2009). Sternberg görevi uyguladığımız çalışmamızda ise tek uyarımlık TMU zamanları uyaran sunumundan sonraki 250., 300., 350. ve 400. ms olarak belirlenmiş, ancak supramarginal girusun ventralindeki 2. ve 6. alanlarda reaksiyon zamanlarında elde edilen kısaltmada TMU zamanının anlamlı bir etkisi saptanmamıştır.

Sözel uyaranların işlenmesi sürecinde TMU’nun uygulandığı zamandan bağımsız bir etki elde edilmesi, TMU uygulanan bölgenin doğrudan fonolojik temsillerin kaydediliyor olmasına aykırı bir bulgudur. Bu çerçevede, Baddeley’in geliştirdiği çok bileşenli ÇB modelinden farklı bir model olan Gömülü-Süreçler Modelini de (Cowan, 1998, The Embedded-Processes Model) gözden geçirmekte fayda görülmektedir. Gömülü-Süreçler modeline göre supramarginal girusu da kapsayan inferiyor pariyetal alanlarda fonolojik depolama sistemi değil “dikkat odağı” (ing: focus of attention) adı verilen bir sistem lokalizedir (Şekil 17). Baddeley’in önerdiği fonolojik depolama sisteminin aksine Gömülü-Süreçler modelinde bilginin USB deposundaki temsillerini aktive eden bir sistem gereklidir ve bu bağlamda depolama için ayrı bir bellek sistemi tanımlamaya gerek yoktur. Baddeley’in önerdiği tekrarlama bileşeni bu modelde de bilginin muhafaza edilebilmesi için destek veren bir sistem olarak yer almaktadır. Bu modele göre öncelikle kapasitesi sınırlı olan dikkat odağı USB’de “gömülü” bilgilerin sadece küçük bir kısmına odaklanarak daha belirgin hale getirir. Bu aktivasyon sayesinde hali hazırda USB’deki erişilebilir tüm bilgilerin işlenebildiği kabul edilmektedir.

Gömülü Süreçler Modeli



Şekil 17: Gömülü-Süreçler Modeli; A. Gömülü Süreçler modelini oluşturan bileşenlerin şema halinde gösterimi. B. Gömülü Süreçler Modelini oluşturan bileşenlerin nöroanatomik yerleşimi

Gömülü-Süreçler modelini destekleyen nöroanatomik çalışmalar incelendiğinde, sol pariyetal korteksin sözel uyarıların kullanıldığı deneysel görevlerde aktive olduğunu gösteren çok sayıda çalışma olmasına karşın sözel olmayan uyarılar kullanıldığında aktivasyon bildiren çalışmalar da bulunmaktadır (Belger ve ark., 1998; Carlson ve ark., 1998; Klingberg, 1998; Nystrom ve ark., 2000; Owen ve ark., 1998;

Reuter Lorenz ve ark., 2000; Smith ve ark., 1996; Zurowski ve ark., 2002). Bu bulgular sol pariyetal alanlarda uyarıların sözel olmasından bağımsız olarak bir işleme yapıldığını göstermektedir. Cümle kavrama ve pasif kelime dinleme gibi hatırlamayla ilişkili olmayan görevlerin (ing: non-mnemonic task) kullanıldığı çalışmalarda da artan pariyetal korteks aktivasyonunun tespit edilmiş olması bu alanın sadece depolama ile ilişkili olmadığını göstermektedir (Frederici ve ark., 2000; Petersen ve ark., 1988).

Bizim çalışmamızda plasebo uyarımdan farklı olarak reaksiyon sürelerinde fasilitasyon gözlenen 2. ve 6. alanın nöroanatominin, Cowan'ın dikkat odağı olarak tanımladığı fonksiyonun lokalizasyonu ile aynı olduğu görülmektedir. Farklı TMU zamanları ile anlamlı bir fark bulmamış olmamız ise, bu alanların doğrudan bellek setindeki uyarıların fonolojik temsillerini kaydetmekten çok, USB'de bu temsillerin yer aldığı bölgeleri geçici olarak aktif hale getiren dikkat odağını barındırdığını düşündürmektedir. Çünkü, var olan bir temsili aydınlatan mekanizmanın, bir bilginin geçici olarak kodlanması sürecine göre zamana daha az bağımlı çalışması beklenir. Ayrıca, sessel benzer uyarıların çalışmamızda olduğu gibi daha iyi tanınıyor olması da, benzer fonolojik özelliklere sahip temsillerin USB'de yakın yerleşimleri ve bu nedenle dikkat odağı tarafından daha etkin aktive edilebilmelerine bağlı olabilir. Bu çerçevede, bulgularımız en az fonolojik depo hipotezi kadar gömülü süreçler hipotezine de uygun görünmektedir.

Bilişsel çalışmalarda TMU yönteminde kullanılacak uyarım şiddeti de önemli bir noktadır. TMU çalışmalarında kullanılan uyarım şiddetleri motor uyarılma potansiyelleri (MUP) temel alınarak hesaplanmaktadır. Bazı çalışmalarda motor eşik tespiti için gözle görülür motor hareketi sağlayan uyarım kullanılırken, bu çalışmada olduğu gibi EMG yanıtlarını değerlendirerek motor eşik tespiti yapan çalışmalar da bulunmaktadır. Gözle görülür motor hareketi oluşturan uyarım değerini kullanarak motor uyarılma eşiğini tespit etmek hem objektif bir yöntem değildir hem de gereğinden fazla bir uyarım yapmayı gerektirir. Çalışmalar arası farklılık gösteren diğer bir konu ise, motor uyarılma eşiğinin yüzde kaçının deneyde kullanılacağıdır. Bazı çalışmalarda motor uyarılma eşiğinin % 120'si, bazı çalışmalarda % 110, bazı yTMU çalışmalarında ise %55'i uyarım şiddeti olarak kullanılmıştır. Bu çalışmada birbirine yakın alanlar üzerinde uyarım yapıldığından, uyarımın etkisinin çevre alanlara dağılmasının engellenmesi amacıyla EMG yanıtları esas alınarak tespit edilen motor uyarılma

eşliğinin %70'i kullanılmıştır. Sonuç olarak diğer çalışmalardaki uyarım şiddetleri ile karşılaştırıldığında ortalama bir değer olmasına karşın, uyarım şiddetinin arttırılmasının anlamlılık düzeyine ulaşmayan bulguları değiştirebileceği düşünülmektedir.

Bu çerçevede, gelecekte yapılacak çalışmalarda, TMU uyarım şiddeti arttırılarak bulgularımızın daha belirgin hale getirilmesi ve bellek setinde fonolojik temsili olan ve olmayan türden uyaranlar kullanarak aynı bölgenin uyarımı ile, bulgularımızı açıklamak açısından çok bileşenli ÇB modeli ile Gömülü-Süreçler modelinden hangisinin daha geçerli olduğu ortaya konabilir.

KAYNAKLAR

Abdeen, M.A., Stuchley, M.A. (1994). Modelling of magnetic field stimulation of bent neurons. *IEEE. Trans Biomed Eng* 41: 1092-1095.

Anand, S. & Hotson, J. (2002). Transcranial magnetic stimulation: neurophysiological applications and safety. *Brain and Cognition*, 50, 366–386.

Atkinson, R.C. ve Shiffrin, R. (1968). Human memory: A proposed system and its control processes. İçinde. Spence, K.W. (Ed.), *The psychology of learning and motivation: Advances in research and theory*. New York: Academic Press; 89–105.

Awh, E., Jonides, J., Smith, E.E., Schumacher, E.H., Koeppel, R.A., Katz, S. (1996). Dissociation of storage and rehearsal in verbal working memory: evidence from PET. *Psychol. Sci.* 7, 25–31.

Baddeley, A.D., Hitch, G.J. (1974). Working memory. In G.A. Bower (Ed.), *Recent advances in learning and motivation* (Vol. 8, pp. 47–90). New York: Academic Press.

Baddeley, A.D. (1996a). Short-term memory for word sequences as a function of acoustic, semantic, and formal similarity. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 18, 362–365.

Baddeley, A.D. (1996b). The influence of acoustic and semantic similarity on long-term memory for word sequences. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 18, 302–309.

Baddeley, A.D., Thomson, N., Buchanan, M. (1975). Word length and the structure of short-term memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 14, 575–589.

Baddeley, A.D. (2003a). Working Memory: Looking back and looking forward. *Nature Reviews*, 4, 829–839.

Baddeley, A.D., Papagno, C., Vallar, G. (1988). When long-term learning depends on short-term storage. *Journal of Memory and Language*, 27, 586–595.

Baddeley, A.D. (1998). Recent developments in working memory. *Current Opinion in Neurobiology*, 8, 234–238.

Baddeley, A.D. (2000). The episodic buffer: a new component of working memory? *Trends Cogn. Sci.* 4, 417–423 . This gives a brief account of the argument for assuming a fourth component to the working memory model.

Baddeley, A.D., Chincotta, D., Stafford, L., & Turk, D. (2002). Is the word length effect in STM entirely attributable to output delay? Evidence from serial recognition. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 55, 353–369.

Baddeley, A.D. (1968). How does acoustic similarity influence short-term memory. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 20A, 249–263.

Barker A.T., Jalinous, R., Freeston, I.L. (1985). Non-invasive Magnetic Stimulation of the Human Motor Cortex. *Lancet* 1:1106-1107.

Barker A.T. (2002). The history and basic principles of magnetic nerve stimulation. In: A. Pascual-Leone, N. Davey, J. Rothwell, W. EM and P. BK, eds. *Handbook of Transcranial Magnetic Stimulation*. New York: Arnold,:3-17.

Becker, J.T., MacAndrew, D.K., Fiez, J.A. (1999). A comment on the functional localization of the phonological storage subsystem of working memory. *Brain and Cognition*. 41, 27-38.

Belger, A., Puce, A., Krystal, J.H., Gore, J.C., Goldman R.P., McCarthy, G. (1998). Dissociation of mnemonic and perceptual processes during spatial and nonspatial working memory using fMRI. *Human Brain Mapping*, 6(1), 14–32.

Bookheimer, S. (2002). Functional MRI of language: New approaches to understanding the cortical organization of semantic processing. *Annual Review of Neuroscience*, 25, 151–188

Buckner, L.R., Tulvin, E. (1995). Neuroimaging studies of memory: theory and recent PET results. IN: Boller F., Grafman J., (Eds). *Handbook of Neuropsychology*, Elsevier Science B.V., Amsterdam, 10, 439-466.

Burgess, N., Hitch, G. (1992). Toward a neural network model of the articulatory loop. *Journal of Memory and Language*, 31, 429-460.

Burton, M.W., Locasto, P.C., Krebs-Noble, D., Gullapalli, R.P. (2005). A systematic investigation of the functional neuroanatomy of auditory and visual phonological processing. *NeuroImage*, 26 (3), 647-661.

Chapman LJ, Chapman JP (1987) The measurement of handedness. *Brain Cognition*, 6: 175-183.

Carlson, S., Martinkauppi, S., Rama, P., Salli, E., Korvenoja, A., Aronen, H. J. (1998). Distribution of cortical activation during visuospatial n-back tasks as revealed by functional magnetic resonance imaging. *Cerebral Cortex*, 8(8), 743–752.

Conrad, R. (1964). Acoustic confusions in immediate memory. *British Journal of Psychology*, 55, 75–84.

Conrad, R., Hull, A.J. (1964). Information acoustic confusion and memory span. *British Journal of Psychology*, 55, 429-432.

Copeland, D.E., Radvansky, G.A. (2001). Phonological similarity in working memory. *Memory and Cognition*, 29 (5), 774–776.

Cowan, N., Day, L., Sauls, J.S., Keller, T.A., Johnson, T., Flores, L. (1992). The role of verbal output time and the effects of word-length on immediate memory. *Journal of Memory and Language*, 31,1–17.

D’Esposito, M. (2007). From cognitive to neural model of working memory. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 362, 761-772.

Dosher, B.A., Ma, J.J. (1998). Output loss or rehearsal loop? Output time vs. pronunciation time limits in immediate recall for forgetting-matched materials. *Journal of Experimental Psychology: Learning Memory and Cognition*, 24, 316–335.

Ebbinghaus, H. (1885). *Über das Gedächtnis*. Leipzig; Duncker & Humblot.

Fiebach, C.J., Schleewsky, M., Friederici, A.D. (2001). Syntactic Working Memory and the Establishment of Filler-Gap Dependencies: Insights from ERPs and fMRI. *Journal of Psycholinguistic Research*, 30(3), 321-338.

Friederici, A.D., Meyer, M., VonCramon, D.Y. (2000). Auditory language comprehension: an event-related fMRI study on the processing of syntactic and lexical information. *Brain Language*, 75(3), 289–300.

Gathercole, S.E., Baddeley, A. (1990). The role of phonological memory in vocabulary acquisition: A study of young children learning new names. *British Journal of Psychology*, 81(4), 439-454.

Gazzaniga, M.S., Ivry, R.B. ve Mangun, G.R. (2002). *Cognitive Neuroscience: The Biology of the Mind*. (2nd ed.). New York: W W Norton & Company.

Gualtierotti, T., Paterson, A. (1954). Electrical stimulation of the unexposed cerebral cortex. *J Physiol* 125:278-291.

Haberlandt, K. (1994). *Cognitive psychology*. London: Allyn Bacon.

Hartley, A.A., Speer, N.K. (2000). Lokating and fractionating working memory using functional neuroimaging: storage, maintenance and executive functions. *Microscopy Research and Tecnique*, 51, 45–53.

Henson, R.N.A., Norris, D.G., Page, M.P.A., Baddeley, A.D. (1996). Unchained memory: error patterns rule out chaining models of immediate serial recall. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 49A, 80–115.

Henson, R. N., Burgess, N., Frith, C. D. (1999). Recoding, storage, rehearsal and grouping in verbal short-term memory: an fMRI study. *Neuropsychologia*, 38(4), 426-440.

Henry, L. A. (1991). The effect of word length and phonemic similarity in young children's short- term memory. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 43A,35–52.

Herwig, U., Abler, B., Schönfeldt-Lecuona, C., Wunderlich, A., Grothe, J., Spitzer, M., Walter, H. (2003). Verbal storage in a premotor-parietal network: evidence from fMRI-guided magnetic stimulation. *NeuroImage*, 20, 1032-1041.

Kirschen, M.P., Davis-Ratner, M.S., Jerde, T.E., Schraedley-Desmond, P., Desmond, J.E. (2006). Enhancement of phonological memory following Transcranial Magnetic Stimulation (TMS). *Behavioural Neurology* 17, 187–194.

Klingberg, T. (1998). Concurrent performance of two working memory tasks: potential mechanisms of interference. *Cerebral Cortex*, 8(7), 593–601.

Korkmaz, B. (2000). *Pediatric Davranış Nörolojisi*. İstanbul Üniversitesi CTF Yayınları. İstanbul.

MacAndrew, D.K., Klatzky, R.L., Fiez, J.A., McClelland, J.L., Becker, J.T. (2002). The Phonological-Similarity Effect Differentiates Between Two Working Memory Tasks. *Psychological Science*, 13 (5), 465–468.

MacDougall, R. (1904). *The Journal of Philosophy, Psychology and Scientific Methods*, 1(9), 229-233.

Maine de Biran, F.P.G. (1929). *The influence of habit on the faculty of thinking*. Baltimore: Williams & Wilkins (first published in 1804).

Milner, B. (1965). Visually guided maze learning in man: effects of bilateral hippocampal, bilateral frontal, and unilateral cerebral lesions. *Neuropsychologia* 3, 317–338.

Murdock, B. (1962). The serial position effect of free recall. *Journal of Experimental Psychology*, 64: 482-488.

Mesulam, M. (2004). *Davranışsal ve Kognitif Nörolojinin İlkeleri*. İstanbul:Yelkovan.

Nalçacı, E., Kalaycıoğlu, C., Güneş E., Çiçek, M. (2002). El Tercihi Anketinin Geçerlik ve Güvenilirliği. *Türk Psikiyatri Dergisi*, 13(2), 99-106.

Newman, S., Twieg, R. (2001). Differences in auditory processing of words and pseudowords: An fMRI study. *Human Brain Mapping*, 14, 39–47.

Nystrom, L.E., Braver, T.S., Sabb, F.W., Delgado, M.R., Noll, D.C., Cohen, J.D. (2000). Working memory for letters, shapes, and locations: fMRI evidence against stimulus-based regional organization in human prefrontal cortex. *Neuroimage*, 11(5 Pt. 1), 424–446.

Owen, A.M., Stern, C.E., Look, R.B., Tracey, I., Rosen, B.R., Petrides, M. (1998). Functional organization of spatial and nonspatial working memory processing within the human lateral frontal cortex. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 95(13), 7721–7726.

Özsoy, A.S. (2004). *Türkçe'nin Yapısı I Sesbilim*. Boğaziçi Üniversitesi Yayınevi.

Papagno, C., & Vallar, G. (1992). Phonological short-term memory and the learning of novel words: The effect of phonological similarity and item length. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 44A, 47–67.

Paulesu, E., Frith, C.D., Frackowiak, R.S.J. (1993). The neural correlates of the verbal component of working memory. *Nature*, 362, 342–345.

Pascual-Leone A., Davey N.J., Rothwell J., Wasserman E.M. (2002). *Handbook of Transcranial Magnetic Stimulation*, Oxford University Press Inc., New York

Penfield W., Jasper H. (1954). *Epilepsy and the functional anatomy of the human brain*. Boston: Little Brown and Co.

Petersen, S. E., Fox, P. T., Posner, M. I., Mintun, M., Raichle, M. E. (1988). Positron emission tomographic studies of the cortical anatomy of single-word processing. *Nature*, 331(6157), 585–589.

Polson M., Barker A., Freeston I. (1982). Stimulation of the nerve trunks with time varying magnetic fields (Shielded method). *Med Biol Eng Comput* 20:243–244.

Ravizza, S.M., Delgado, M.R., Chein, J.M., Becker, J.T., Fiez, J.A. (2004). Functional dissociations within the inferior parietal cortex in verbal working memory. *NeuroImage*, 22, 562–573.

Reuter Lorenz, P.A., Jonides, J., Smith, E.E., Hartley, A., Miller, A., Marshuetz, C., Koeppel, R.A. (2000). Age differences in the frontal lateralization of verbal and spatial working memory revealed by PET. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 12(1), 174–187.

Shallice, T. (1982). Specific impairments of planning. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 298, 199–209.

Shallice, T., Warrington, E.K. (1970). Independent functioning of verbal memory stores: A neuropsychological study. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 22, 261–273.

Smith, E.E., Jonides, J., Koeppel, R.A. (1996). Dissociating verbal and spatial working memory using PET. *Cerebral Cortex*, 6(1), 11–20.

Sternberg, S. (1966). High speed scanning in human memory. *Science*, 153, 652–654.

Stoeckel, C., Gough, M.P., Watkins, K.E, Devlin, J.T. (2009). Supramarginal gyrus involvement in visual word recognition. *Cortex*, 45(9), 1091–1096.

Squire, L. (2004). Memory systems of the brain : A brief history and current perspective. *Neurobiology of Learning and Memory*, 82, 171-177.

Talairach, J., Tournoux, P. (1988). Co-planar Stereotaxic Atlas of the Human Brain. Thime, Stuttgart, Germany.

Vallar, G., Baddeley, A.D. (1984a). Fractionation of working memory. Neuropsychological evidence of a phonological short-term store. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 23, 151–161.

Vallar, G., Baddeley, A.D. (1984b). Phonological short-term store, phonological processing and sentence comprehension: A neuropsychological case study. *Cognitive Neuropsychology*, 1, 121– 141.

Vallar, G., Baddeley, A.D. (1987). Phonological short-term store and sentence processing. *Cognitive Neuropsychology*, 4, 417–438.

Vigneau, M., Beauconsin, V., Hervé, P. Y., Duffau, H., Crivello, F., Houdé, O., Mazoyer, B., Tzourio-Mazoyer, N. (2006). Meta-analyzing left hemisphere language areas: phonology, semantics, and sentence processing. *NeuroImage*, 30 (4), 1414-1432.

Wickelgren, W. A. (1965b). Short-term memory for phonemically similar lists. *American Journal of Psychology*, 78, 574–576.

Wickelgren, W. A. (1965a). Acoustic similarity and retroactive interference in short-term memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 4, 53–61.

Xu, B., Grafman, J., Gaillard, W.D., Ishii, K., Vega-Bermudez, F., Pietrini, P., Reeves-Tyer, P., DiCamillo, P., Theodore, W. (2001). Conjoint and extended neural networks for the computation of speech codes: the neural basis of selective impairment in reading words and pseudowords. *Cereb Cortex* 11:267–277.

Zurowski, B., Gostomzyk, J., Gron, G., Weller, R., Schirrmaster, H., Neumeier, B., Spitzer, M., Reske, S. N., & Walter, H. (2002). Dissociating a common working memory network from different neural substrates of phonological and spatial stimulus processing. *Neuroimage*, 15(1), 45–57.

FORMLAR

Form 1: Gönüllü Olur Formu

“Fonolojik Kısa Süreli Bellek Deposundan Sorumlu Beyin Bölgelerinin Transkranyal Manyetik Uyarımla Değerlendirilmesi”

Çalışmamız bilimsel bir araştırmadır ve tez projesi kapsamındadır.

Bu çalışma herhangi bir fizyolojik rahatsızlığı olmayan, sağlıklı katılımcıların/ deneklerin katıldığı deneysel bir çalışmadır.

Bu çalışmanın amacı; uyarıcıların sessel özelliklerine bağlı olarak depolandığı beyin bölgelerinin tespit edilmesidir. Bu çalışmada size zihinsel bir performans göstermenizi gerektiren testler uygulanacaktır. Bu testlerin bazı bölümlerinde saçlı kafa deriniz üzerinden manyetik bir uyarım gerçekleştireceğiz. Bu manyetik uyarım sırasında hafif bir ürperme hissedebilirsiniz.

Bu çalışmaya katılarak fonolojik depodan sorumlu beyin bölgeleri hakkındaki literatüre bilimsel katkıda bulunmamıza yardımcı olmuş olacaksınız. Bu çalışma ortak belirlediğimiz günde ve saatte olmak üzere, yaklaşık 2 saat sürecektir. Bu araştırmaya 10 sağlıklı katılımcı / denek katılımı sağlanacaktır.

Manyetik uyarım tekniği 1885 yılından bu yana kullanılan bir tekniktir. Size elektriksel bir uyarım yapmadığımız için herhangi bir acı hissetmeyeceksiniz. Manyetik uyarımın yan etkisi olarak bazı durumlarda kısa süreli baş ağrısı olabileceği bildirilmektedir. Bunun dışında oluşabilecek tek rahatsızlık, yaklaşık 2 saat sürecektir çalışma sürecinde oluşabilecek yorgunluk olasılığıdır. Bu gibi durumlarda çalışmaya ara verilebilir ya da ciddi bir yorgunluk ve uyku hali söz konusu olursa, kayıt başka bir tarihe ertelenebilir.

Bu araştırmaya katılmanız zorunlu değildir. İstedığınız anda araştırmacıya bilgi vermek koşulu ile çalışmadan çekilebilirsiniz. Araştırmacı tarafından gerek görüldüğü durumlarda araştırma dışı bırakılabilirsiniz. Bu durumun sizin gelecekteki takip ve tedavileriniz üzerine olumsuz etkisi olmayacaktır.

Bu araştırma için yapılacak harcamalar ile ilgili herhangi bir parasal sorumluluğunuz bulunmamaktadır. Buna ek olarak bu çalışmaya katılmanız karşılığında size bir ödeme yapılmayacaktır.

Size ait tüm tıbbi ve kimlik bilgileriniz gizli tutulacaktır ve araştırma yayınlansa bile kimlik bilgileriniz verilmeyecektir, ancak araştırmanın izleyicileri, yoklama yapanlar, etik kurullar ve resmi makamlar gerektiğinde tıbbi bilgilerinize ulaşabilir. Siz de istediğinizde kendinize ait tıbbi bilgilere ulaşabilirsiniz.

Araştırma hakkında ek bilgiler almak için ya da çalışma ile ilgili herhangi bir sorun çıkması durumunda gönüllünün ya da yakınının bilgi almak için ilişki kuracağı kişi: Görkem ALBAN'dır.

Form 2: GÖNÜLLÜ ONAY FORMU

Yukarıda yer alan ve araştırmaya başlanmadan önce gönüllüye verilmesi gereken bilgileri okudum ve sözlü olarak dinledim. Bu araştırma hakkında yazılı ve sözlü olarak bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Çalışmaya katılmayı isteyip istemediğime karar vermem için bana yeterli zaman tanındı. Bu koşullar altında, bana ait tıbbi bilgilerin gözden geçirilmesi, aktarılması ve işlenmesi konusunda araştırma yürütücüsüne yetki veriyor ve söz konusu araştırmaya ilişkin bana yapılan katılım davetini hiçbir zorlama ve baskı olmaksızın gönüllü olarak kabul ediyorum.

Bu formun imzalı bir kopyası bana verilecektir.

Gönüllünün,

Adı ve soyadı:

Adresi:

Telefon no:

Tarih ve imzası:

Velayet ve ya vesayet altında bulunanlar için veli ya da vasinin,

Adı ve soyadı:

Adresi:

Telefon no:

Tarih ve imzası:

Açıklamaları yapan araştırmacının:

Adı ve soyadı:

Tarih ve imzası:

Rıza alma işlemine başından sonuna kadar tanıklık eden kuruluş görevlisinin,

Adı ve soyadı:

Görevi:

Tarih ve imzası:

Form 3: El Tercihi Anketi

Katılımcı No:

Katılımcı Adı Soyadı:

Aşağıda belirtilen işleri yaparken öncelikle tercih ettiğiniz elinizi işaretleyiniz. İki elinizden herhangi birini öncelikle tercih etmiyorsanız “her ikisini de” yanıtını işaretleyiniz.

SOL

SAG

HER İKİSİNİ DE

1. Yazı yazarken
2. Çizerken
3. Bir şey fırlatırken
4. Çekiç kullanırken (çekici tutan el)
5. Diş fırçalarken
6. Silgi ile silerken
7. Makas kullanırken
8. Kibrit çakarken
9. Bir teneke boya karıştırırken
10. Kaşık kullanırken
11. Tornavida kullanırken
12. Kavanoz kapağı açarken (kapağı açan el)
13. Bıçak kullanırken (çatalsız)

Puan:

ETİK KURUL KARARI



**T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
İSTANBUL TIP FAKÜLTESİ
KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU**



Sayı : 342

Tarih : 13.02.2011

Konu : Prof. Dr. Tamer DEMİRALP hk,

**Sayın Prof. Dr. Tamer DEMİRALP
DETAE - Sinirbilim Anabilim Dalı
Öğretim Üyesi**

İlgi : 21.01.2011 tarihli 23 sayılı yazınız

Sorumlu araştırmacılığını üstlendiğiniz ve Yük. Lis. Öğr. Görkem ALBAN'ın yürüteceği 2011/229-474 dosya numaralı "Fonolojik Kısa Süreli Bellek Deposundan Sorumlu Beyin Bölgelerinin Transkraniyal Manyetik Uyarımla Değerlendirilmesi " başlıklı tez çalışması kurulumuzun 04.02.2011 tarihli 03 sayılı toplantısında etik yönden uygun bulunmuş olup, tutanaklar ekte sunulmuştur.
Bilgilerinize saygılarımla rica ederim.

Prof.Dr. A. Yağız ÜRESİN
İstanbul Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar
Etik Kurul Başkanı

Eki: Tutanak

KLİNİK ARAŞTIRMA BAŞVURUSU ETİK KURUL DEĞERLENDİRME FORMU

ETİK KURULUN ADI	İstanbul Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu
AÇIK ADRES	İ.Ü. İstanbul Tıp Fakültesi Hulusi Behçet Kütüphanesi Kat 3 Çapa Fatih/İstanbul 34380
TELEFON	0 212 414 20 00-313 46
FAKS	0 212 414 21 53
E-POSTA	

BAŞVURU BİLGİLERİ	ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Fonolojik Kısa Süreli Bellek Deposundan Sorumlu Beyin Bölgelerinin Transkraniyal Manyetik Uyarımla Değerlendirilmesi		
	ARAŞTIRMA PROTOKOLÜNÜN KODU	-		
	EUDRACT NUMARASI	-		
	SORUMLU ARAŞTIRMACI ÜNVANI/ADI/SOYADI	Prof. Dr. Tamer DEMİRALP		
	SORUMLU ARAŞTIRMACININ UZMANLIK ALANI	DETAE – Sinirbilim		
	KOORDİNATÖRÜN ÜNVANI/ADI/SOYADI	Prof. Dr. Tamer DEMİRKALP		
	KOORDİNATÖRÜN UZMANLIK ALANI	Prof. Dr. Tamer DEMİRKALP		
	ARAŞTIRMA MERKEZİ	İ.Ü. İstanbul Tıp Fakültesi Fizyoloji Anabilim Dalı		
	ARAŞTIRMA MERKEZİNİN AÇIK ADRESİ	İ.Ü. İstanbul Tıp Fakültesi Fizyoloji Anabilim Dalı Çapa / İSTANBUL		
	BAŞVURULAN ETİK KURULUN ADI	İstanbul Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu		
	DESTEKLEYİCİ VE AÇIK ADRESİ	İ.Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi		
	DESTEKLEYİCİNİN YASAL TEMSİLCİSİ VE ADRESİ	İ.Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi		
	UZMANLIK TEZİ/AKADEMİK AMAÇLI	UZMANLIK TEZİ	AKADEMİK AMAÇLI (X)	
	ARAŞTIRMANIN FAZİ VE TÜRÜ	FAZ 1		
		FAZ 2		
	FAZ 3			
	FAZ 4			
	BE/BY			
	DİĞER	Diğer ise belirtiniz:		
	İLAÇ DIŞI ARAŞTIRMA (X)	Belirtiniz:		
ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	TEK MERKEZ (X)	ÇOKMERKEZLİ	ULUSAL (X)	ULUSLARARASI

DEĞERLENDİRİLEN BELGELER	Belge Adı	Tarihi	Versiyon Numarası	Dili		
	ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ	21.01.2011	1	Türkçe X	İngilizce	Diğer
	ARAŞTIRMA BROŞÜRÜ	-	-	Türkçe	İngilizce	Diğer
	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU	21.01.2011	1	Türkçe X	İngilizce	Diğer
	OLGU RAPOR FORMU	-	-	Türkçe	İngilizce	Diğer

	Belge Adı		Açıklama
DEĞERLENDİRİLEN DİĞER BELGELER	ARAŞTIRMA BÜTÇESİ	X	
	SIGORTA		
	HASTA KARTI/GÜNLÜKLERİ		
	İLAN		
	YILLIK BİLDİRİM		
	SONUÇ RAPORU		
	GÜVENLİLİK BİLDİRİMLERİ		
	DİĞER		İndeks, Anabilim Dalı Başkanlığından Üst Yazı ve Akademik Kurul Kararı, Literatür Kaynağı, Sorumluluk Paylaşım Belgesi, Olgu Rapor Formu, İlgili Elemanların Bilgiendirildiğine Dair Belge, CV, CD

KARAR BİLGİLERİ	Karar No: 03	Tarih : 04.02.2011
	Prof. Dr. Tamer DEMİRALP ve Yük. Lis. Öğr. Görkem ALBAN'ın koordinatörlüğü ve sorumluluğunda yapılması tasarlanan ve yukarıda başvuru bilgileri verilen tez başvuru dosyası ve araştırma ile ilgili belgeler gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş, gerçekleştirilmesinde etik sakınca bulunmadığına toplantıya katılan etik kurul üyelerinin oy çokluğu ile karar verilmiştir.	

ETİK KURUL BİLGİLERİ

ÇALIŞMA ESASI	İstanbul Üniversitesi İnsan Denekler Üzerinde Yürütülecek Bilimsel Araştırmalar ve Etik Değerlendirme Kurulları Yönergesi
---------------	---

ETİK KURUL BAŞKANI UNVANI/ADI/SOYADI: Prof. Dr. A. Yağız ÜRESİN
ETİK KURUL ÜYELERİ

Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyet	İlişki *	Katılım **	İmza
Prof.Dr. A. Yağız ÜRESİN	Farmakoloji ve Klinik Farmakoloji	İstanbul Tıp Fakültesi (Etik Kurul Başkanı)	E X K	E H X	E X H	
Prof.Dr. Berrin UMMAN	Kardiyoloji	İstanbul Tıp Fakültesi (Etik Kurul Başkan Yardımcısı)	E K X	E H X	E X H	
Prof.Dr. Ahmet GÜL	Romatoloji	İstanbul Tıp Fakültesi	E X K	E H X	E X H	
Prof.Dr. Rukiye EKER ÖMEROĞLU	Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları	İstanbul Tıp Fakültesi	E K X	E H X	E H X	T.Katılmadı.
Prof.Dr. Oğuzhan ÇOBAN	Nöroloji	İstanbul Tıp Fakültesi	E X K	E H X	E X H	
Prof.Dr. Pınar SALT	Onkoloji	İ.Ü. Onkoloji Enstitüsü	E K X	E H X	E H X	T.Katılmadı.
Uzm.Dr. Ahmet Rıza URAS	Biyokimya	Haydarpaşa Numune Eğitim ve Araş.Hast.Biyokimya	E X K	E H X	E X H	
Doç.Dr. H. Hanzade DOĞAN	Deontoloji	İ.Ü. Cerrahpaşa Tıp Fakültesi	E K X	E H X	E H X	T.Katılmadı.
Prof.Dr. Ayşen BULUT	Halk Sağlığı	Emekli	E K X	E H X	E X H	
Doç.Dr. Tufan TÜKEK	İç Hastalıkları	Okmeydanı Eğitim ve Araş.Hast.İç Hast.1.Dahiliye Kliniği	E X K	E H X	E X H	
Prof.Dr. Ünal KUZGUN	Ortopedi	Şişli Etfal E. ve Arş. Hst	E X K	E H X	E H X	T.Katılmadı.
Prof.Dr. Ahmet O. ARAMAN	Eczacılık	İ.Ü. Eczacılık Fakültesi	E X K	E H X	E H X	T.Katılmadı.
Av. Dilek TEMİZ ÖZBEK	Hukukçu	İstanbul Üniversitesi	E K X	E H X	E X H	
Prof.Dr. Demir TIRYAKI	Biyofizik	Emekli	E X K	E H X	E X H	
M. Kerim AKMAN	İİBF İktisat bölümü	Özel (Ekonomist)	E X K	E H X	E X H	

* :Araştırma ile ilişki

** :Toplantıda Bulunma

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı	Görkem	Soyadı	Alban
Doğ.Yeri	Iğdır	Doğ.Tar.	01.11.1983
Uyruğu	T.C	TC Kim No	19709858164
Email	gorkemalban@gmail.com	Tel	0(506) 256 65 82

Eğitim Düzeyi

	Mezun Olduğu Kurumun Adı	Mez. Yılı
Doktora		
Yük.Lis.		
Lisans	Abant İzzet Baysal Üniversitesi	2007
Lise	Bakırköy Lisesi	2001

İş Deneyimi (Sondan geçmişe doğru sıralayın)

	Görevi	Kurum	Süre (Yıl - Yıl)
1.	Psikolog	Çorlu Devlet Hastanesi	2007-2009
2.	Psikolog	Güneşli Özel Eğitim Merkezi	2009-2012
3.			-

Yabancı Dilleri	Okuduğunu Anlama*	Konuşma*	Yazma*	KPDS/ÜDS Puanı	(Diğer) Puanı
İngilizce	İyi	Zayıf	Orta	60	

*Çok iyi, iyi, orta, zayıf olarak değerlendirin

	Sayısal	Eşit Ağırlık	Sözel
ALES Puanı	69	71	
(Diğer) Puanı			

Bilgisayar Bilgisi

Program	Kullanma becerisi
SPSS	iyi
MS Office	iyi

Yayınları/Tebliğleri Sertifikaları/Ödülleri**Özel İlgi Alanları (Hobileri):**