

ÇOKLU ORTAM TABANLI BİR GÖREV İLE ÇALIŞMA BELLEĞİNİN ÖLÇÜLMESİ*

MEASURING WORKING MEMORY BY USING A MULTIMEDIA BASED TASK

Arif ALTUN**, Vildan ÇEVİK***

ÖZET: Bireyselleştirilmiş öğrenme ortamlarının tasarımında önemli yer tutan ve bilişsel farklılıklar arasında ön plana çıkan çalışma belleğinin ölçülmesi, bireysel farklılıkları belirlemede önemli bir değişkendir. N-geri görevi de, çalışma belleğinin ölçülmesinde sıklıkla başvurulan ölçme araçlarından birisidir. Bilişsel süreçler denildiğinde akla ilk olarak gelen “yürütücü işlevler”, beynin ön lobları ile doğrudan ilişkili olup, Baddeley’in çalışma belleği modeline göre “merkezi yürütücü” olarak bilinen bir yapı tarafından kontrol edilmektedir. Klatzky (1980)’in “bilişin tezgâhı” şeklinde adlandırdığı çalışma belleği, kısa süreli bellekten farklı olarak bilgiyi belirli bir süre zarfında tutarken aynı zamanda onu dönüştürerek hedefin başarımında gerekli bilgi parçacıkları ile entegrasyonunu da sağlar. Bir başka ifade ile, çalışma belleği, bilginin işlenmesinde ve yapılandırılmasında önemli yer tutar. Bu çalışmada amaç, çalışma belleğinin ölçülmesinde kullanılmak üzere Türkçe’ye uyarlanması yapılan çoklu ortam tabanlı n-geri görev yazılımının bir veri toplama aracı olarak özelliklerini aktararak, öğrenme araştırmalarında kullanımına yönelik önerileri paylaşmaktır.

Anahtar sözcükler: çalışma belleği, yürütücü işlevler, n-geri görevler

ABSTRACT: As an important part of adaptive learning systems, and having a leading role when measured in individual differences literature, working memory (WM) is an important variable for determining individual differences. N-back tasks are kind of measuring scales/tools of working memory and oftenly used in recently studies. When talking about cognitive processes, executive functions are the first thing coming to mind. They are related to prefrontal cortex of the brain and controlled by “central executive” according to Baddeley’s Model of WM. As named “workbench of cognition” by Klatzky (1980), WM is more than short term memory (STM). WM keeps information in a specific time (what STM does), then transforms the information according to the required components of performance and combines the all parts for a conclusion. In other words, WM has an important role in processing and construction of knowledge. The aim of this study is to discuss the usage of a multi-media based open source n-back task software, which is translated into Turkish by researchers, as a data collection tool and to share usage suggestions in learning environments.

Keywords: working memory, executive functions, n-back tasks

1. GİRİŞ

Öğrenme ve bellek birbirinden ayrılması mümkün olmayan iki yapı olup, öğrenmede belleğin önemi yok sayılamaz. Bellek daha önceden öğrenilmiş bilgileri tutma, hatırlama ve geri çağırma görev alan mekanizmadır. Bu özelliğinden yola çıkarak çeşitli bellek kuramları altında pek çok farklı bellek türü ortaya konulmuştur. Öğrenme alanında en bilinen kuramlardan biri olan, Bilgi İşleme Kuramı (Atkinson ve Shiffrin, 1971) çerçevesinde herkesin aşına olduğu uzun süreli ve kısa süreli bellek, bellek türleri içinde en bilinenleridir. Bu yaklaşım, ilerleyen yıllarda kısa süreli bellek ile çalışma belleği arasında bir kavram kargaşasını beraberinde getirmiş, ikisi birbirinin aynı olarak düşünülmüştür. Baddeley ve Hitch (1974) kısa süreli belleğin çalışma belleğine evrilmesi gerektiğini öne sürmüşlerdir (Akt. Cangöz, 2011). Çünkü, çalışma belleği kısa süreli belleğin işlevi olan bilgiyi belirli bir süre zarfında tutmaya ek olarak, o bilgiyi dönüştürür ve hedefin başarımında gerekli bilgi parçacıkları ile bir araya getirerek işler ve yapılandırır (Jarrold ve Towse, 2006; Cangöz, 2011). Bu görevinden dolayı “işleyen bellek” olarak da adlandırılmaktadır. Gelişen teknolojilerle birlikte beynin görev esnasında fiziksel olarak gözlemlenmesi mümkün kılınmış ve bu belleğin anatomik olarak konumu beynin ön (frontal), yan (parietal) loblarında ve şakaklarda tespit edilmiştir (Müller ve Knight; 2006).

* Bu çalışma International Conference on Interdisciplinary Research in Education, ICOINE, 2012, May 15-17 konferansında bildirisi olarak sunulmuştur.

** Prof. Dr., Hacettepe Üniversitesi, altunara@hacettepe.edu.tr

*** Arş. Gör., Hacettepe Üniversitesi, vildanc@hacettepe.edu.tr

Bernstein ve Waber (2007), “yürütücü işlevler”in beynin ön lobları (frontal lob) ile doğrudan ilişkili olduğunu söylemektedir. Buradaki “işlevler” kelimesi, modüler bir yapıyı işaret etmekle birlikte “yürütücü sistemler”i dilsel işlevler, görsel-uzamsal işlevler ve diğerleriyle aynı yere koymaktadır (Bernstein ve Waber, 2007). Baddeley (2000)’nin çalışma belleği modelindeki “merkezi yürütücü” ise zihinsel süreçlerin işe koşulduğu “yürütücü işlevler” olarak düşünülmekte olup bu bilişsel mekanizma, görsel, dilsel ve motor işlevleri yürütmektedir. Bununla birlikte çalışma belleğinin, yüksek düzeyde bilişsel süreçlerin başarımında anahtar bir rolü olduğu konusunda araştırmacılar hemfikirdir (Jarrod ve Towse, 2006; Orzechowski, 2010).

Karmaşık görevlerin performansında önemli bir yere sahip olduğu düşünülen çalışma belleğini, yaklaşık 10 yıldır bu konuda çalışan, çeşitli makalelere ve kitap bölümlerine imza atan Alloway (2012), “beynin post-it notları” şeklinde tanımlamaktadır. Günlük yaşamdaki konuşma, anlama, bir metni veya konuşmayı takip etme ve anlamlandırma, dinlerken not alma, karar verme, planlama, hesaplama gibi pek çok becerinin işe koşulmasındaki en temel birim olarak bilinen, Klatzky (1980)’in deyişiyle “bilişin tezgahı” (Akt. Jarrod ve Towse, 2006) sayılan “karmaşık zihinsel sistemlerin orkestrası” olan (Jarrod ve Towse, 2006) bu yapının önemi açıktır. Alloway’a göre çalışma belleği, öğrenme başarısının bir numaralı belirleyicisi olup anaokulundan üniversiteye kadar bütün öğrenme alanlarını (okuma, matematiksel işlemler, sanat, müzik...vb.) etkiler. Yaklaşık 10 öğrenciden bir tanesinin çalışma belleğinin düşük olduğunu söyleyen Alloway, düşük çalışma belleğinin eğitimle geliştirilebileceğini de söylemektedir. Cogmed, Jungle Memory, Lumosity gibi yazılımlar ve web siteleri, bu belleğin genişletilmesi ve geliştirilmesinde kullanılabilecek başka örneklerdir. Ayrıca bu araştırmada tanıtılacak olan yazılımın her gün 20 dakika uygulanmasının, ilerleyen süreçlerde çalışma belleği kapasitesini genişlettiği söylenmektedir (Jaeggi, Buschkuhl, Jonides ve Perrig, 2008).

Kapasitesi sınırlı olan çalışma belleğinin ölçülmesinde farklı yaklaşımlar görülmektedir. “Bellek uzamı” olarak da bilinen “kapasite” ölçümleri bu yapıyı nicel olarak boyutlandırmada kullanılır (Cangöz, 2011). Miller’ın “sihirli sayı yedi artı-eksi iki” isimli çalışmasında kısa süreli belleğin kapasitesinin sınırlılığı tanımlanmıştır. Ancak bu değer aralığı, kümeleme (chunking), kodlama veya mnemonikler gibi herhangi bir stratejinin kullanılmadığı durumlarda ve deneysel koşullarda geçerlidir. Bu stratejiler kullanılarak, tutulan bilgi miktarı arttırılabilir, ancak parça/öge sayısı olarak ele alındığında yine bu aralıkta olacaktır. Aynı şekilde sözel kelimelerin uzunlukları da hatırlanan miktarı etkilemektedir. Uzun kelimelerin içsel tekrarı da uzun sürdüğünden, hece sayısının artışına bağlı olarak hatırlama oranı azalmaktadır (Cangöz, 2011). Benzer şey diller arasında da görülmekte ve bellek uzamı, o dildeki sözleştirme süresine göre farklılaşmaktadır. Ancak yapılan son araştırmaların ortaya koyduğu haliyle bu rakam günlük yaşamda ortalama dördüttür (Cangöz, 2011).

Bu sınırlılığın ortaya koyduğu engel; bilişsel yüküdür. Çalışma belleğinde bireyin işleyebileceğinden daha fazla bilgi olduğu durumlarda bilişsel yüklenme ortaya çıkar ve birey, görevi sürdürmeyi bırakır veya istediği performansı ortaya koyamaz (Mayer, 2006; van Merriënboer, ve ark., 2006). Bu sınırlılık bireysel farklılıkların bir kaynağı olarak ele alınır. Bilişsel yüklenme şu faktörlere bağlı olarak görülebilir: bireyin ön bilgi düzeyleri, daha önce benzer görevlerle karşılaşma sıklıkları veya görevin yeni olup olması, bellekte eşzamanlı tutulması gereken bilginin fazlalığı, bireyin gereksiz bilgileri atamaması veya görevin çok fazla bilgi işleme gerektirmesi.

Çalışma belleğini ölçmede doğrudan ve dolaylı yöntemler kullanılmaktadır. Dolaylı yöntemler, ebeveynin veya öğretmenin bireyi gözlemleyerek doldurdıkları türden maddeler içeren ölçeklerdir. Örneğin 20 maddeden oluşan 0-3 arasında puanlanan Alloway, Gathercole, Kirkwood ve Elliott (2009)’un geliştirdiği Çalışma Belleği Puanlama Aracında, çalışma belleği bozukluklarını tespit etmek amaçlanmaktadır. Uygulaması kolay olan bu ölçeğin maddelerinden bazıları şu şekildedir; Çocuk parmak kaldırdı ama söz hakkı verilince cevabı/ne söyleyeceğini unuttu, Çok adımlı bir problem görevinde çocuk kayboldu. Çocuk görevi sürdürmede zorluk yaşıyor. Alloway ve ark. (2009)’un ölçme aracına ek olarak, benzer biçimde bilişsel süreçleri ölçmeye yönelik hazırlanan ve yine veli ve öğretmen tarafından hem evdeki hem de okuldaki ortamlardaki birey gözlemlerine göre doldurulan çalışma belleği ölçekleri de mevcuttur. Burada daha çok bellek bozukluğu veya işlevsel bozuklukların tespit edilmesi esastır. Gathercole ve Alloway (2007)’e göre, düşük çalışma belleği öğrenme güçlüğü olan çocukların tipik bir özelliği olduğundan erken yaşta tespiti önemlidir. Çalışma belleği kapasitesi,

çocukluktan gençliğe geçiş sürecinde yaşla birlikte artış göstermektedir (Gathercole ve Alloway, 2007).

Çalışma belleğinin doğrudan ölçülmesinde, kısa süreli bellek ve çalışma belleğini ölçen Wechsler'in Çocuklar için Zeka Ölçeği de kullanılmaktadır. Bununla birlikte ters bellek uzamı (Lumosity, 2012) gibi araçlarla da belirli bir sayı dizisini akılda tutmanın yanında onları geri çağırırken sıralamasını değiştirme (sondan başa doğru) gibi görevleri de içeren araçlarla da ölçümler yapılabilmektedir. Diğer taraftan yine Alloway, Gathercole, Kirkwood ve Elliott (2008)'in geliştirdikleri Otomatik Çalışma Belleği Test Bataryası da 4 ile 22 yaş arasındaki bireylere uygulanabilen bilgisayar tabanlı bir yazılımdır. Basit bir eğitim sonrasında uygulama yetkinliği kazanılan bu test yazılımında çalışma belleği puanları otomatik olarak hesaplanmaktadır.

Çalışma belleğinin doğrudan ölçümlerinde yetişkinlerde daha çok karmaşık uzam testlerinin sıklıkla kullanıldığı görülmektedir (Jarrold ve Towse, 2006). Bu tip testlerde ikili görev yaklaşımına benzer çalışmalar yapılmaktadır. Örneğin, Daneman ve Carpenter (1980), belleğin depolama ve işleme özelliklerini birleştirerek, bireylere okuma görevi vermişler ve bu esnada sözel cümleleri okumaları, doğru veya yanlış olduğuna dair yargıya varmaları ve son olarak da cümlelerin son kelimelerini düzgün sırada hatırlamalarını istemişlerdir (Akt. Jarrold ve Towse, 2006; Cangöz, 2011). Çalışma belleğinin ölçümünde bir başka araç da; n-geri görevleridir. Bu görevlerle bireye farklı depolama birimlerini aktif kılan seri uyarıcılar sunulur ve bu uyarıcılar eğer kendisinden n-adım sonra tekrarlamışsa kullanıcının tepki vermesi beklenir.

Bu çalışmada, çalışma belleğinin ölçülmesinde kullanılmak üzere Türkçe'ye uyarlanması yapılan çoklu ortam tabanlı n-geri görev yazılımının bir veri toplama aracı olarak özellikleri tanıtılması ve öğrenme araştırmalarında kullanımına yönelik önerilerin paylaşılması amaçlanmıştır.

2. YÖNTEM

2.1. Yazılımın Genel Özellikleri:

Bireylerin çalışma belleği kapasitelerini ölçmede; "Brain Workshop 4.8.1" isimli n-geri görev yazılımı ele alınmıştır. Yazılım Python programlama dili kullanılarak Paul Hoskinson tarafından geliştirilmiştir. Yazılımın, bakım ve güncelleştirmelerini Hoskinson, Jonathan Toomim ile birlikte sürdürmektedir (Hoskinson & Toomim, 2010).

Yazılım açık kaynak kodlu olduğundan, arayüzü ve ses dosyaları araştırmacılar tarafından Türkçe'ye çevrilerek derlenmiş ve kullanıma hazır hale getirildikten sonra iki uzmandan (B.C. ve P.A.) görüş alınmış ve kullanılması uzmanlarca uygun görülmüştür.

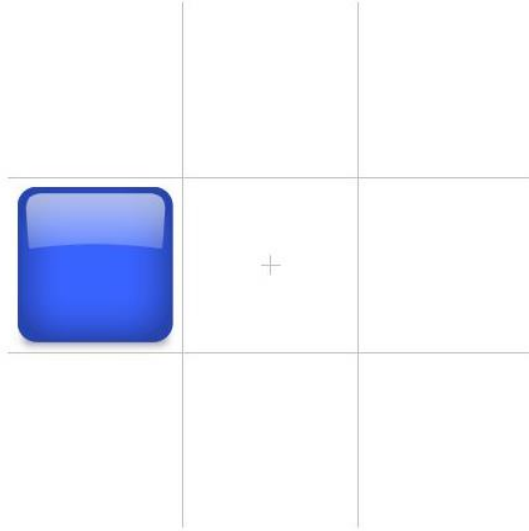
Bireyler sessiz bir ortamda bilgisayar üzerinden tam ekran olarak bu görevi alabilirler. İşitme için kulaklık kullanılması uygundur. Bireylere n geri görevleri "görsel-mekansal", "işitsel" ve "görsel + işitsel" biçimde sunulmaktadır.

2.2. Geçerlik ve Güvenirlik:

Bilginin eş zamanlı depolanması, zihinsel olarak kaydırılması ve manüpülasyonunu sağlayan n-geri görevleri, PET ve fMRI çalışmalarında kullanılmış ve bu görevlerin dorsolateral prefrontal korteks (alın korteksi) aktivasyonunu (dPFC) gerçekleştirdiği görülmüştür (Kane ve Engle, 2002). Bu bölge çalışma belleğinin yer aldığı düşünülen alandır. Dolayısıyla bu araştırmada çalışma belleğini ölçmek için kullanılan n-geri görev yazılımının ilgili yapıyı ölçtüğünü söylemek mümkündür. Ayrıca Gray, Chabris ve Braver (2003) araştırma sonuçlarında, akıcı zekâyı ölçmede sıklıkla kullanılan nöropsikolojik testlerden biri olan Raven'in matrisler testi ile n-geri görevlerden elde edilen performans düzeyleri arasındaki gözlenen korelasyonun, prefrontal nöral aktivasyon düzeylerindeki farklılıklara bağlı olarak oluştuğunu bulmuşlardır. Bu sonuçlar da n-geri görevlerin dış geçerliğini sağlamaktadır.

2.3. Yazılımın Kullanım Özellikleri:

Yazılımın varsayılan başlangıcı ikili 2-geri modudur (Dual 2-Back). Burada ikili ile kast edilen yazılımın modalitesi (ses, renk, konum, şekil...vb.) ve 2-geri de; geri gidilmesi gereken n değeridir. Yazılımın modalitesinden bağımsız olarak her oturum için geçerli ekran tasarımı ortada yer alan (3 x 3) lük 9 bölgeye ayrılmış ızgaradır. Şekil 1.'de görsel uyarıcı olan mavi bir karenin kutucuklardaki konumu görülebilir. Bu kare ilgili kutucuklarda belirli süre aralıklarında dolaşmaktadır.

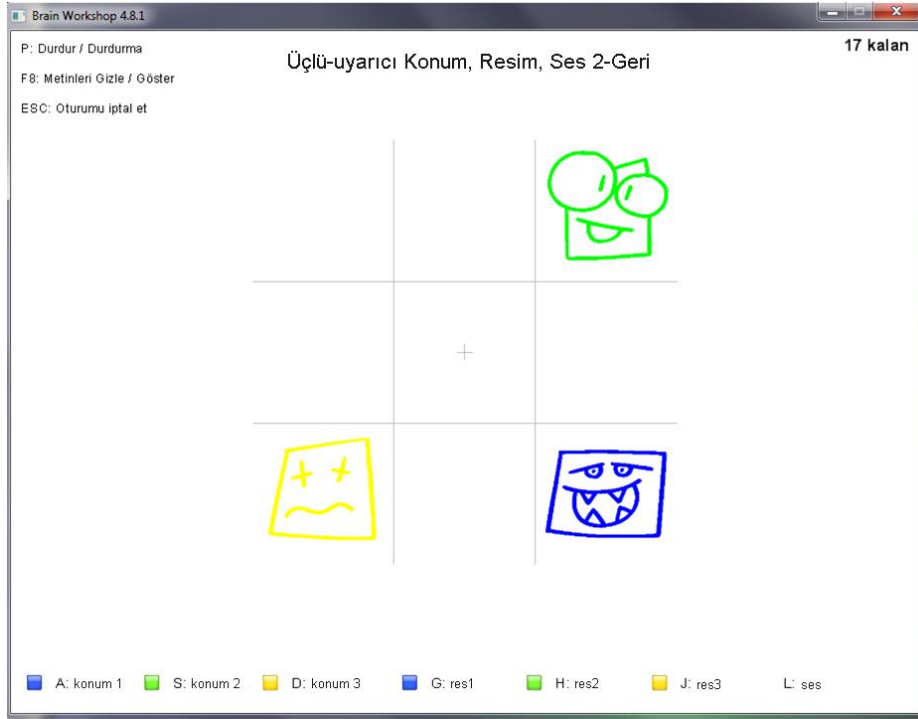


Şekil 1. Çalışma Belleği Ölçme Aracından Bir Ekran Görünümü

Kullanılan görevlerde n değeri artırılabilir. Ayrıca modalite türleri de değiştirilebilir. Örneğin sadece konum, sadece ses, konum ve ses, konum, ses ve renk gibi özelliklerin değiştirilmesiyle, bireylere bilgisayar ortamında farklı görevler sunulabilmektedir. Ayrıca bir başka modalite olarak şeklin de değiştirilmesini mümkün kılan düzenlemelerle aynı anda hem ses, hem biçim, hem konum, hem de renk uygulamaları ile giderek karmaşıklaşan deney ortamları tasarlamak da mümkündür (Bkz. Şekil 2.).

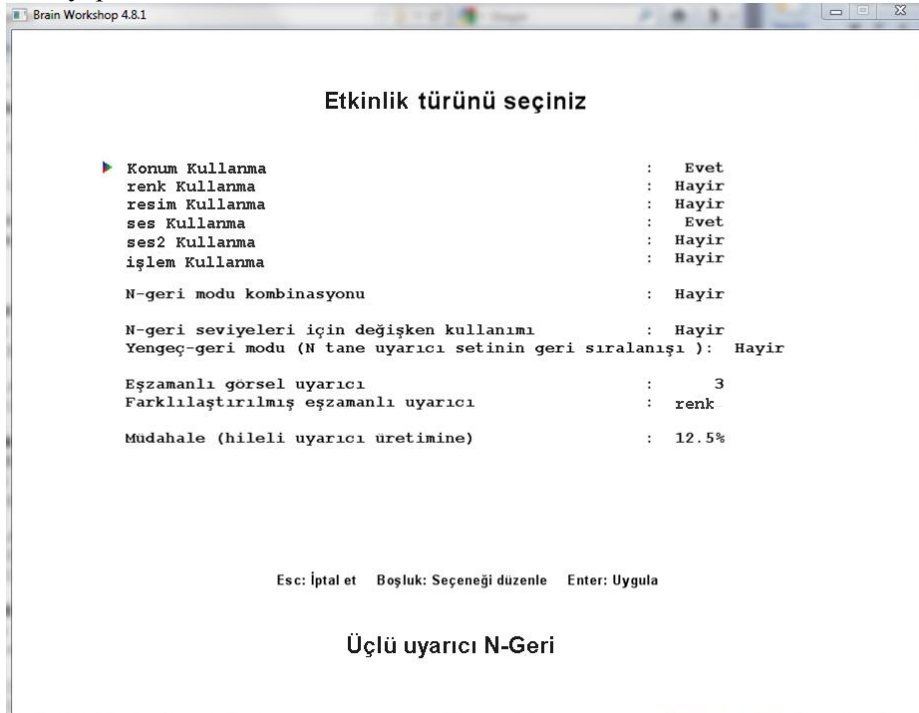
Şekil 2.'de görülen ortam ile Şekil 1. arasındaki fark yazılımda F8 tuşuna basılması olup Şekil 1.'de metinler kullanıcıdan gizlenmiş böylelikle ekrandaki diğer öğelerin dikkati dağıtması engellenmiştir. Deney ortamında sağ üst köşede kalan uyarıcı miktarı görülmekte, sol üst köşede ise durdurma, iptal ve metin gizleme/gösterme için gerekli tuşlar özetlenmektedir. Aşağıdaki renkler ise klavyede basılması gereken tuş kombinasyonlarını vermektedir. Bu kombinasyonlar için gerekli yönergeler şu şekildedir:

- Mavi renkli öğe (biçiminden bağımsız olarak) n adım geride de aynı konumda çıkmışsa A tuşuna,
- Yeşil renkli öğe (biçiminden bağımsız olarak) n adım geride de aynı konumda çıkmışsa S tuşuna,
- Sarı renkli öğe (biçiminden bağımsız olarak) n adım geride de aynı konumda çıkmışsa D tuşuna,
- Mavi renkli görsel (konumundan bağımsız olarak) n adım geride de çıkmışsa G tuşuna,
- Yeşil renkli görsel (konumundan bağımsız olarak) n adım geride de çıkmışsa H tuşuna,
- Sarı renkli görsel (konumundan bağımsız olarak) n adım geride de çıkmışsa J tuşuna,
- Duyduğunuz sesli uyarıcı; şekil ve konumdan bağımsız olarak n adım geride de çıkmışsa L tuşuna basınız.
- Bunlardan bir kaçının birarada sağlandığı durumlarda ilgili tuş kombinasyonlarına sırayla basınız.



Şekil 2. Çalışma Belleği Ölçme Aracından Üçlü Uyarıcı 2-geri Görevin Ekran Görünümü

Yukarıda yönergesi sunulan görev çok üst düzey ve çok karmaşık bir yapı olup başlangıçta uygulanması muhtemel görünmemektedir. Ancak bir eğitim yazılımı olarak ele alındığında bireyin kendini süreç içerisinde yetiştirmesi için veya basitten karmaşığa yürütülmesi planlanan boylamsal çalışmalarda bu tür düzeneklerin geliştirilmesiyle çalışma belleğine ilişkin ilginç bulgular elde edilebilir. Yazılımın kullanım arayüzü oldukça sade olup, herhangi bir üyelik gerektirmemektedir. Şekil 3.'de yazılımın yönetim ekranının görüntüsü verilmiştir, modalite ve geri adım sayısı gibi özellikler bu alandan yapılmaktadır.



Şekil 3. Çalışma Belleği Ölçme Aracından Yönetim Ekranının Görünümü

Ayrıca Şekil 4. ekranında da ikili 2-geri görevin başlangıcındaki düzenlemeler yapılabilmektedir. C tuşuna basılarak sol üst köşede verilen tuş kombinasyonları ile deneyin modalite ve geri adım sayısı, S tuşu ile; deneydeki sesler: harflerin seslendirilişi, mors alfabesi, notalar...vb., I tuşu ile deneydeki resim/görsellerin biçimleri, M tuşu ile de elle yapılacak (manuel) ayrıntılı ayarlamalara izin verilmektedir. Ekranın sol altında görülen oturuma ilişkin bilgileri manuel modunda değiştirmek mümkündür. Örneğin bu rakamlara göre, “denemeler arası 3 saniyedir”, “toplamda 20+4 uyarıcı gelecektir” ve “deney 72 saniye sürecektir” bilgileri anlaşılmaktadır. Ekranın sağ alt köşesinde ise bireyin performansına ilişkin değerlendirme ölçütü sunulmaktadır. Eşik değerinin üstünde (%80 ve üstü) performans sergilendiğinde n değeri 1 arttırılırken, %50 ile %79 arasındaki performansta bu değer sabit tutulur, performans %50’nin altına düştüğünde n değeri otomatik olarak 1 azaltılır.



Şekil 4. Çalışma Belleği Ölçme Aracının Başlangıç Ekranının Görünümü

Yazılımın bir başka özelliği günlük istatistik bilgilerini “stats.txt” isimli dosyaya atması ve buradaki verileri temel alarak, günlük ilerleme grafiği oluşturmaktır. Böylece birey, performansını görsel olarak da izleyebilecektir. Ancak bu dosya günlük tutulmaktadır. Aynı gün içerisinde programı açıp kapattıkça üzerine yazmaya devam ederken, bir sonraki günde dosya sıfırlanmaktadır. Burada gün sonunda dosyanın yedeklenerek uzun süreli kayıtların tutulması yoluna gidilebilir. Yazılıma ilişkin ayrıntılı bilgiler <http://brainworkshop.sourceforge.net/details.html> adresinden edinilebilir.

2.4. Yazılım için Örnek Uygulama Adımları:

İlk aşamada bireyleri ortama alıştırmak için Bir modaliteli 1-geri görev setleri sunulabilir. İlk görev seti sadece konum uyarıcısını içermektedir. Katılımcının her an 1 önceki konumu hafızasında tutarak eşleştirme yapması beklenir. Örneğin, o an ekrandaki mavi kare, bir önceki (1-geri) ile aynı konumda belirirse bireyin sol el işaret parmağıyla klavyeden “A” tuşuna basarak tepki vermesi gerekmektedir. Tepki süresi toplamda 3,5 saniye olarak düzenlenebilir. Bu süre içinde uyarıcının ekranda görünmesi 0,5 sn iken, uyarıcılar arası süre yani ardışık iki uyarıcının görünmesi ve kaybolması arasındaki süre 3 saniyedir. Süre tüm işlemler için sabit tutulmalıdır. Her defasında (20 + 4) deneme içeren 84 saniyelik setler bireylere sunulabilir. Ayrıca her adım iki kez tekrarlanırsa bireyin hem tuşlara, hem de yazılıma alışması sağlanabilir.

Daha sonra ikinci görev setinde katılımcının işitsel uyarıcıya dikkat etmesi istenebilir. Eğer işitsel uyarıcı 1 önceki ile aynı ise, katılımcının bu kez sağ el işaret parmağıyla klavyeden “L” tuşuna basarak tepki vermesi gerekmektedir. İşitsel uyarıcı olarak alfabede kullanılan harfler verilebilir.

Ve son alıştırmada bireyin hem konumu, hem sesi hafızada tutarak, konum bir öncekiyle aynı olduğunda “A” tuşuna, ses aynı olduğunda “L” tuşuna basarak tepki vermesi istenebilir. Her ikisi de bir önceki ile aynı olursa hem “A” hem de “L” tuşlarına ayrı ayrı basması gerekmektedir.

Bu uygulamalar ikiye kere yapılarak bireylerin ses, görüntü ve tuşlara koordinasyonları sağlanabilir. Daha sonra bireylere 2-geri (öncekinin önceki) hatırlama görevi sunularak n değeri artırılabilir. Yukarıdaki üç farklı sunum türü 2-geri görev için de aynı biçimde uygulanmalıdır. Yani iki defa konum, iki defa ses ve iki defa da hem konum hem de sesi hafızada tutmaları ve hatırlamaları bakımından bireyler test edilebilir.

Bu alıştırmada düzeneği sonunda bireyin asıl performansını belirlemeye ilişkin çeşitli düzenekler kurularak çalışma belleğinin ölçümüne ilişkin bir puan elde edilebilir. Yazılımın kullanım biçimine ilişkin olarak performansı ölçmede farklı yöntemler seçilmektedir. Örneğin n değerini değiştirerek görevin zorluk düzeyiyle oynanabilmektedir. Her setten sonra eğer birey 3’ten daha az sayıda hata yaparsa n değeri 1 artırılabilir, veya 5’ten fazla hata yaparsa n değeri 1 azaltılabilir, ya da n değeri sabit tutularak performansa bakılabilir (Jaeggi, Buschkuhl, Jonides & Perrig; 2008).

3. SONUÇ VE ÖNERİLER

Öğrenme; öğrenen, ortam ve içeriğin etkileştiği karmaşık bir yapıdır. İhtiyacımız olan bu karmaşık yapının açıklanması ve modellenmesi sürecinde yapılacak farklı türden manipülasyonların ve bunların etkileşiminin bireylerin performanslarını nasıl değiştirdiğinin ortaya konulmasıdır. Bunun bir sonraki adımı da bireyselleştirilmiş öğrenme patikalarının oluşturulmasıdır. “Öğrenen” temelinde bilişsel farklılıkları belirlemek ve bu farklılıkları göz önünde bulundurarak, “ortamı” ve “içeriği” düzenlemek sonucunda yürütülecek çalışmalardan elde edilecek bulguların, “uyarlanabilir öğrenme” çalışmalarına önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir.

Çalışma belleği; “sınırlı kapasiteye” sahip bir “çalışma alanı” içeren “depolama” ve “bilgi işleme” talepleri arasında bölünen bir yapı (Baddeley ve Hitch, 1974) olarak özetlenebilir (Akt. Jarrold ve Towse, 2006). Bir çoklu ortam görev veya sunumunun gerektirdiği bilgi işleme miktarı, bireyin bilgi işleme kapasitesini aştığında bilişsel yüklenme durumu ortaya çıkmaktadır (Mayer, 2006). Bilişsel yüklenme yaşamak bireyin öğrenmesi, performansı ve motivasyonu üzerinde olumsuz etkilere yol açmaktadır (van Merriënboer, ve ark., 2006). Bu noktada, öğretim tasarımcılarının amacı; bilişsel yüklemeye neden olacak ortamlardan kaçınmak veya olabildiğince hafifletmektir. Bu doğrultuda gereksiz bilgilerden arındırılmış, “az ama öz” olarak tanımlanan içerik ve tasarımlar tercih edilmelidir. Görevler anlamlı küçük parçalara bölünmelidir. Ön bilgi ve becerilerin önemi unutulmamalı, eğitim öncesinde bu bilgiler yoklanarak sürece başlanmalıdır. Ayrıca tasarımda bireyin bilgi yükünü hafifletecek not defteri, ses kayıtları gibi araçlara yer verilmelidir. Buna ek olarak kümeleme, kodlama ve mnemonik kullanma gibi çeşitli stratejilerin öğretilmesi tutulan bilgi miktarını arttırmak ve bilişsel kaynaklarını yönetmek adına bireye kazandırılabilir öz düzenleme becerileri olabilir. Ayrıca çalışma belleği ve dPFC: dorsolateral prefrontal korteks (alın korteksi) ile ilgili etkinliklere öğretim sürecinde yer vererek bu bölgenin aktivasyonuna yönelik etkinliklerin sıklaştırılması, bu belleğin geliştirilmesine katkı sağlayacaktır.

Bu çalışmada ortaya konulan ölçme aracı, hem çalışma belleğini belirlemede bir veri toplama aracı, hem de bu belleğini kullanarak geliştirmek isteyenler için bir eğitim yazılımıdır. Açık kaynak kodlu olması bakımından herhangi bir lisans sıkıntısı gerektirmemesi de bu aracın bir başka olumlu özelliği olarak düşünülmektedir. Diğer taraftan yazılım Python programlama dili ile geliştirildiği için özellikle yönetim arayüzü daha çok klavye kullanımını gerektirmektedir. Ancak sade ve anlaşılır yapısı bir süre sonra kullanımdaki bu sınırlılığı ortadan kaldırmaktadır.

KAYNAKLAR

- Alloway, T.P. (2012). Tracy Alloway's personal website. Available from <http://tracyalloway.com/tracyalloway.com/Welcome.html>
- Alloway, T.P., Gathercole, S.E., Kirkwood, H.J., & Elliott, J.E. (2008). *Evaluating the validity of the Automated Working Memory Assessment*. *Educational Psychology*, 7, 725-734.
- Alloway, T.P., Gathercole, S.E., Kirkwood, H.J., & Elliott, J.E. (2009). The working memory rating scale: A classroom-based behavioral assessment of working memory. *Learning and Individual Differences*, 19 (2), 242-245.
- Baddeley, A. (2000). The episodic buffer: a new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 4, 417-423.
- Bernstein, J. H. ve Waber, D. P. (2007). *Executive Capacities from a Developmental Perspective*. In *Executive Function in Education* (Edt. Meltzer, L). Guilford Press, New York: A.B.D.
- Cangöz, B. (2011). *Öğrenme ve Bellek: Temel ilkeler, süreçler ve işlemler*. Anı Yayıncılık: Ankara.
- Gathercole, S.E. ve Alloway, T.P. (2007). *Understanding working memory: A classroom guide*. Harcourt Assessment: London. Available from <http://www.york.ac.uk/res/wml/Classroom%20guide.pdf>
- Gray, J.R., Chabris, C.F., & Braver, T.S. (2003). Neural mechanisms of general fluid intelligence. *Nature Neuroscience*, 6(3), 316-322.
- Jaeggi, S.M., Buschkuhl, M., Jonides, J., ve Perrig, W. J. (2008). *Improving fluid intelligence with training on working memory*. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 105 (19), May 13, 2008, 6829-6833. Available from <http://www.jstor.org/stable/25461885>
- Jarrold, C., Towse, J.N. (2006). Individual differences in working memory. *Neuroscience*, 139, 39-50.
- Hoskinson, P., Toomim, J. (2010). *Brain Workshop: Brain Workshop - a Dual N-Back game* (Version 4.8.1) [Software]. Available from <http://brainworkshop.sourceforge.net/download.html>
- Kane, M.J. ve Engle, R.W. (2002). The role of prefrontal cortex in working-memory capacity, executive attention, and general fluid intelligence: An individual-differences perspective. *Psychonomic Bulletin & Review*, 9(4), 637-671.
- Lumosity (2012). *Brain Games and Brain Training Program*. Available from <http://www.lumosity.com>
- Mayer, R. E. (2006). *Coping with complexity in multimedia learning*. In J. Elen & R. E. Clark (Eds.). *Handling complexity in learning environments: Theory and research* (129-139). Oxford: Elsevier Press.
- Müller, N. G. ve Knight, R. T. (2006). The functional neuroanatomy of working memory: Contributions of human brain lesion studies. *Neuroscience*, 139, 51-58.
- Orzechowski, J. (2010). *Working Memory Capacity and Individual Differences in Higher-Level Cognition* (353-368). In: A. Gruszka, G. Matthews, B. Szymura (red.), *Handbook of Individual Differences in Cognition*. New York: Springer.
- Van Merriënboer, J. J. G., Slujsmans, D., Corbalan, G., Kalyuga, S., Paas, F. ve Tattersall, C. (2006). *Performance Assessment and Learning Task Selection in Environments for Complex Learning*. In J. Elen & R. E. Clark (Eds.). *Handling complexity in learning environments: Theory and research* (201-220). Oxford: Elsevier Press.

Extended Abstract

As an important part of adaptive learning systems, and having a leading role when measured in individual differences literature, working memory (WM) is an important variable for determining individual differences. N-back tasks are kind of measuring scales/tools of working memory and oftenly used in recent studies. Executive functions are related to prefrontal cortex of the brain and controlled by “central executive” according to Baddeley’s Model of WM. As named “workbench of cognition” by Klatzky (1980), WM is more than short term memory (STM). WM keeps information in a specific time (what STM does), then transforms the information according to the required components of performance and combines the all parts for a conclusion. In other words, WM has an important role in processing and construction of knowledge. It is also responsible of daily speaking, understanding, following a text or speech, taking note while listening, decision making, planning, and calculating...etc.

The aim of this study is to discuss the usage of a multi-media based open source n-back task software -which is translated into Turkish by researchers, as a data collection tool- and to share its usage suggestions in learning environments.

The software that is used to measure working memory capacity is Brain Workshop 4.8.1 version. The n-back software is open source and developed by Paul Hoskinson by using Python programming language. Hoskinson and Jonathan Toomim are still busy with the maintenance and updates of the software.

The interface and audio files are translated into Turkish forms and then the software is compiled. Two subject matter experts (B.C. & P.A.) are approved the software to use in experiments for collecting data. The software could be given with integrated headphones on a full screen mode. The modalities of n-back tasks are; visuo-spatial, audio, and “visual + audio”.

These kinds of tests are being used to store, shift and manipulate of information simultaneously and they have known to activate dorsolateral prefrontal cortex (dPFC) in PET and fMRI studies (Kane & Engle, 2002). This area is known as the place where working memory (in particular central executive) positioned. So it could be said that this kind of tests are measuring the related construct.

The default mode of the software is Dual 2-Back. “Dual” means the modality (such as color, audio, position, shape..etc.) and “2-back” means the n value which address us how many steps to go back and keep in mind. The basic screen design is a (3x3) matrix that includes 9 grid area. The shape winks along 0.5 seconds in one of these grids for every 3.5 seconds. According to “n value” the user, have to control if “the last stimulus” is the same as the “n previous one”, then he has to give reaction with keyboard. If the modality includes only position, he has to press “A” button. If the modality includes audio, he has to press “L” button. If modality includes both position and audio, he has to push both “A”, and “L” buttons respectively.

It is possible to change n-value, type of the modality, and timing for each turn..etc. By applying more than one modality gives us opportunity to create complex experiment tasks. The participant has to control more stimulus and keyboard buttons, and so forth. Of course we prefer to start from basic tasks to more difficult ones according to user performance.

The interface of the software is so basic. In this study we aimed to explain basic usage knowledge for the software. We also introduce a sample steps for starting level. The software saves user data in stats.txt file daily and creates a visual diagram for user performance according to this file.

There is a known fact that; working memory has limited capacity. In education we have to use our limited sources effectively for the best learning outcomes. Everybody has different levels of working memory capacity as a result of individual differences. If we exceed the maximum limits for that person, cognitive load emerges. As a result of cognitive load, people don't want to engage that task more or they may perform poorly. Instructional designers should consider “less is more” principle for the content and design. The tasks could be divided into parts or small tasks. The effect of prior knowledge is very important factor those have to be checked before the instruction. On learning screen a notepad, a voice recorder can be placed. Chunking and mnemonics are another important strategies for managing the number of information pieces. May be the most important suggestion is that we should include more tasks those activate dPFC area in our learning environments. Since it is also known that when we start to use our working memory, then we start to improve its capacity.