

**FARKLI FİZİKSEL ORTAMLARDA
GERÇEKLEŞTİRİLEN ÇOKLU GÖREV
DURUMLARININ BİLİŞSEL YÜK VE
BAŞARIYA ETKİSİ**

Doktora Tezi

Özgür ÖRÜN

Eskişehir 2019

**FARKLI FİZİKSEL ORTAMLARDA GERÇEKLEŞTİRİLEN ÇOKLU GÖREV
DURUMLARININ BİLİŞSEL YÜK VE BAŞARIYA ETKİSİ**

Özgür ÖRÜN

DOKTORA TEZİ

**Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. Yavuz AKBULUT**

**Eskişehir
Anadolu Üniversitesi
Eğitim Bilimleri Enstitüsü
Şubat 2019**

*Bu tez çalışması BAP komisyonunca kabul edilen 1505E366 no.lu proje ve
TÜBİTAK tarafından kabul edilen 115K773 no.lu proje kapsamında desteklenmiştir.*

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

Özgür ÖRÜN'ün "Farklı Fiziksel Ortamlarda Gerçekleştirilen Çoklu Görev Durumlarının Bilişsel Yük ve Başarıya Etkisi" başlıklı tezi 09.01.2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından değerlendirilerek "Anadolu Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği"nin ilgili maddeleri uyarınca Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Anabilim Dalı Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Öğretmenliği Programında, Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Unvanı-Adı Soyadı

İmza

Üye (Tez Danışmanı) : Prof.Dr. Yavuz AKBULUT

Üye : Doç.Dr. Işıl KABAKÇI YURDAKUL

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Özcan Özgür DURSUN

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Mehmet ERSOY

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Berrin DOĞUSOY

Prof.Dr. Handan DEVECİ
Anadolu Üniversitesi
Eğitim Bilimleri Enstitüsü
Müdür Vekili

ÖZET

FARKLI FİZİKSEL ORTAMLARDA GERÇEKLEŞTİRİLEN ÇOKLU GÖREV DURUMLARININ BİLİŞSEL YÜK VE BAŞARIYA ETKİSİ

Özgür ÖRÜN

Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Anabilim Dalı
Anadolu Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Şubat 2019

Danışman: Prof.Dr. Yavuz AKBULUT

Aynı anda birden çok iş gerçekleştirmek olarak tanımlanabilecek çoklu görev performansı alanyazında tartışmalı bir konudur. Yeni neslin çoklu görev bakımından avantajlı olduğunu dile getiren görüşler olduğu gibi çoklu görev durumlarının bilgi işlemeyi engellediğini ve görev performansını düşürdüğünü belirten çalışmalar da bulunmaktadır. Bu çalışmanın temel amacı, farklı fiziksel ortamlarda gerçekleştirilen bilgisayar destekli çoklu görev durumlarının bilişsel yük ve başarıya etkisini incelemektir. Bu kapsamda, çoklu görev performansının en önemli yordayıcısı olan çalışan bellek kapasitesi kontrol altına alınırken bilişsel yükün ölçümü nesnel ve öznel yöntemlerle gerçekleştirilmiştir. Bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişkiler faktöriyel bir deneysel desenle incelenmiştir. Fiziksel ortamlar olarak öğrencilerin ders çalışmak için tercih ettiği ortamlardan üniversite kütüphanesi ve kafeterya seçilmiştir. Katılımcılar, 2015-2016 Eğitim ve Öğretim Yılı Bahar Döneminde Anadolu ve Eskişehir Osmangazi Üniversitelerine kayıtlı 129 öğrenciden oluşmaktadır. Katılımcılar kontrol, sıralı-engelleyici ve eş zamanlı-engelleyici çoklu görev gruplarına seçkisiz olarak atanmıştır. Veri toplama ve uygulama süreci web ortamı aracılığıyla gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonucunda, öğrenme ile bilişsel yük arasında ilişkiye rastlanmazken öğrenme performansının çalışan bellek bileşenleri ve algılanan zihinsel çabayla ilişkili olduğu görülmüştür. Eş zamanlı çoklu görev yapanlar çoklu görev yapmayanlara göre daha başarısız olmuştur. Öte yandan fiziksel ortam bağlamında, kafeteryada eş zamanlı çoklu görev yapan grupta algılanan zihinsel çabanın arttığı görülmüştür. Ayrıca, algılanan zihinsel çaba ile frontal lobdan (F7) kaydedilen beta frekansı arasında anlamlı ilişki bulunmuştur.

Anahtar Sözcükler: Çoklu görev, Çalışan bellek, Elektroensefalografi, Bilişsel yük, Fiziksel ortam.

ABSTRACT

EFFECT OF MULTITASKING CONDITIONS REALIZED IN DIFFERENT PHYSICAL ENVIRONMENTS ON COGNITIVE LOAD AND ACHIEVEMENT

Özgür ÖRÜN

Department of Computer Education & Instructional Technology

Anadolu University, Graduate School of Educational Sciences, February 2019

Supervisor: Prof.Dr. Yavuz AKBULUT

Multitasking is a controversial phenomenon. Some scholars consider it as a virtue at which contemporary generation is better than the previous generations. Others claim that multitasking interferes with information processing and decreases performance. The current study aimed to investigate the effects of computer-supported multitasking conditions realized in different physical environments on cognitive load and achievement. In this regard, working memory capacity was controlled, and the measurement of cognitive load was realized through both objective and subjective measures. A factorial experimental design was implemented to investigate the relationship between the dependent and independent variables. The university library and cafeteria were used as physical environments since they were preferred by students as daily study environments. Participants were 129 graduate and undergraduate students enrolled at Anadolu and Eskisehir Osmangazi University. They were assigned randomly to control, sequential-distractive and concurrent-distractive multitasking groups. Data were collected through a web interface. Findings revealed that there was a significant correlation between working memory components, perceived mental effort and learning, whereas no relationship between learning and subjective cognitive load was observed. Concurrent multitaskers' retention performance was worse than the control group. In terms of the physical environment, perceived mental effort among concurrent multitaskers increased in cafeteria. There was also a significant relationship between the perceived mental effort and the beta frequency recorded from the frontal lobe (F7).

Keywords: Multitasking, Working memory, Electroencephalography, Cognitive load, Physical environment.

TEŞEKKÜR

Alanıma katkıda bulunmasını temenni ederek yazdığım bu tezle, lisansüstü eğitim hayatımın sonuna gelmiş bulunmaktayım. Şunun bilincindeyim ki öğrenme serüvenim bu tezle sonlanmamakta, yaşantımın büyük bir parçası olarak kalmaya devam etmektedir. Bu serüvende, kuşkusuz, hayatıma giren birçok insanın katkısı bulunmaktadır. Ancak, öncelikle tüm hayatım boyunca bana destek veren, bugünlere gelmemde büyük emeği olan, evlatları için fedakârlık göstermekten hiçbir zaman çekinmeyen, varlığıyla bana güç veren sevgili annem Hava ÖRÜN ve özlemle andığım rahmetli babam Ali ÖRÜN'e sonsuz teşekkür ve şükranlarımı sunmak isterim.

Lisans eğitimimin ilk günlerinde tanışmış olmaktan mutluluk duyduğum, zorlandığım ya da sıkıştığım durumlarda daima beni cesaretlendiren, bilgi ve deneyimlerini gerek öğrencileri gerekse meslektaşlarıyla paylaşmaktan çekinmeyen, hem akademik kişiliği ve bakış açısıyla hem de insani yönüyle örnek aldığım, bu tezin üretim sürecinin her adımında yoğun emeği olan tez danışmanım, değerli hocam Prof.Dr. Yavuz AKBULUT'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez izleme komitelerinde ve savunma jürisinde bulunarak değerli katkılar sağlayan, lisans ve lisansüstü eğitim sürecinde derslerini almaktan büyük keyif aldığım, değerli hocam Dr.Öğr.Üyesi Özcan Özgür DURSUN'a; yine tez izleme komitelerinde ve savunma jürisinde yer alarak önemli katkılar sağlayan, doktora eğitimimin ilk zamanlarında tanışmayı şans bildiğim değerli Dr.Öğr.Üyesi Mehmet ERSOY'a; lisans eğitimimden itibaren aldığım dersleriyle bana değer katan ve tez savunma jürisinde bulunarak dönütleriyle katkılar sağlayan değerli hocam Doç.Dr. Işıl KABAKÇI YURDAKUL'a; tez savunma jürisinde yer alan, görüş ve önerileriyle önemli katkılarda bulunan Dr.Öğr.Üyesi Berrin DOĞUSOY'a emekleri ve destekleri için ne kadar teşekkür etsem azdır. Ayrıca, akademik hayatım boyunca bana katkı sağlayan değerli bölüm hocalarım ve çalışma arkadaşlarımdan her birine çok teşekkür ederim.

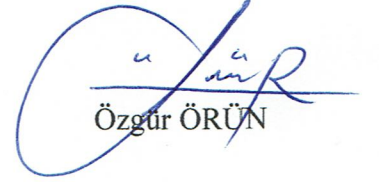
Verilerin toplanması sürecinde bana destek veren değerli arkadaşlarım Dr. Işın SEVER ve Arş.Gör. İsmail TATAR'a; araştırmanın gerçekleştirilmesinde tartışmasız büyük katkısı olan, zamanlarını ayırıp gönüllü olarak uygulamaya katılan değerli öğrenci arkadaşlarıma; verilerin toplanması sürecinde bana kolaylık sağlayan Anadolu Üniversitesi Merkez Kütüphanesi yönetimi ve çalışanları ile Eğitim Fakültesi Kafeteryası çalışanlarına ve son olarak bu araştırmayı maddi olarak destekleyen

Anadolu Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Koordinasyon Birimi'ne ve TÜBİTAK'a teşekkür ederim.

Özgür ÖRÜN
Eskişehir 2019

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Bu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı; bu çalışma kapsamında elde edilen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi; bu çalışmanın Anadolu Üniversitesi tarafından kullanılan “bilimsel intihal tespit programı”yla tarandığını ve hiçbir şekilde “intihal içermediğini” beyan ederim. Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçları kabul ettiğimi bildiririm.



Özgür ÖRÜN

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
BAŞLIK SAYFASI	i
JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI.....	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT.....	iv
TEŞEKKÜR	v
ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ.....	vii
İÇİNDEKİLER	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xii
1. GİRİŞ	1
1.1. Çoklu Görev.....	3
1.1.1. Çoklu görevin akademik başarıya etkisi.....	6
1.2. Bilişsel Yük, Çalışan Bellek Kapasitesi ve Çoklu Görev	8
1.2.1. Fiziksel ortamın çalışan bellek üzerindeki rolü.....	10
1.2.2. Bilişsel yükün ölçümü	12
1.2.2.1. EEG ve bilişsel yük ölçümü	14
1.2.2.1.1. EEG	14
1.2.2.1.2. EEG dalgalarının oluşumu ve ölçümü	15
1.2.2.1.3. Bilişsel yük ölçümünde EEG kullanımı	17
1.3. Amaç.....	18
1.4. Önem	18
2. YÖNTEM	20
2.1. Araştırma Deseni.....	20
2.1.1. Katılımcılar	20
2.2. Veri Toplama Araçları	21
2.2.1. Demografik bilgi anketi	21
2.2.2. Başarı testi.....	21
2.2.3. Bilişsel yük ölçeği.....	22
2.2.4. Çalışan bellek kapasitesi testi.....	22

	<u>Sayfa</u>
2.2.5. Web ortamı	24
2.2.6. EEG ölçümü.....	25
2.2.7. Video kamera kaydı	26
2.2.8. Araştırmacı gözlem formu.....	26
2.3. Deney Materyalleri ve Tasarımı	26
2.3.1. Eğitim videosu	26
2.3.2. Deney materyalleri	26
2.3.3. Fiziksel ortamlar	28
2.4. Verilerin Toplanması.....	29
2.5. Verilerin Analizi.....	31
2.6. EEG Verilerinin Analize Hazırlanması	32
2.6.1. Ön işleme	32
2.6.2. Bağımsız bileşenler analizi (BBA).....	33
3. BULGULAR.....	35
3.1. Çalışan Bellek Bileşenleri, Başarı ve Öznel Bilişsel Yük Arasındaki İlişki.....	35
3.2. Çoklu Görev Durumları ile Fiziksel Ortamın Başarı ve Bilişsel Yük Üzerindeki Rolü	36
3.3. Nesnel ve Öznel Bilişsel Yük Ölçümleri Arasındaki İlişki	41
4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER.....	43
4.1. Çalışan Bellek Kapasitesi ile Bilişsel Yük Arasındaki İlişki	43
4.2. Çoklu Görev Durumları ile Fiziksel Ortamın Başarı ve Bilişsel Yüke Etkisi.	44
4.3. Nesnel ve Öznel Bilişsel Yük Ölçümleri Arasındaki İlişki	45
4.4. Öğrenme Ortamlarına İlişkin Öneriler	46
4.5. Gelecekteki Araştırmalar İçin Öneriler.....	47
KAYNAKÇA	49
EKLER	
ÖZGEÇMİŞ	

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 1.1. Nesnellik ve nedensel ilişkiye bağlı olarak bilişsel yük ölçümlerinin sınıflandırılması	13
Çizelge 1.2. Beyin dalgalarına ait frekans ve genlik aralıkları.....	16
Çizelge 2.1. Katılımcıların deney gruplarına göre dağılımı	21
Çizelge 3.1. Bilişsel yük, çalışan bellek bileşenleri ve başarı arasındaki ilişki.....	35
Çizelge 3.2. Çevresel parametrelere ait betimsel değerler	36
Çizelge 3.3. Çoklu görev durumları ve fiziksel ortamlara ilişkin betimsel istatistikler .	37
Çizelge 3.4. Başarı puanlarına ilişkin gruplar arası iki faktörlü ANCOVA sonuçları ...	38
Çizelge 3.5. Öznel bilişsel yük için gruplar arası iki faktörlü ANOVA özeti.....	39
Çizelge 3.6. Algılanan zihinsel çaba değişkeni için gruplar arası iki faktörlü ANOVA özeti..	40

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 1.1. Çoklu Görev Süreci	6
Şekil 1.2. Emotiv Epoc+ cihazının kanal yerleşimi.....	17
Şekil 2.1. Hesaplama aralığı testinin ekrandaki görüntüleri.....	23
Şekil 2.2. Nokta Matris testi ekran görüntüsü	24
Şekil 2.3. Emotiv Epoc+ EEG Başlığı.....	25
Şekil 2.4. Sıralı çoklu görev ekranı	27
Şekil 2.5. Eş zamanlı çoklu görev örneği	28
Şekil 2.6. Fiziksel ortamlardan fotoğraflar	29
Şekil 2.7. Veri toplama aşamaları.....	30
Şekil 2.8. BBA işlemi öncesi ve sonrası.....	34
Şekil 3.1. Fiziksel ortamlar ve deneysel koşullara göre algılanan zihinsel çabanın değişimi	40

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

BBA	: Bağımsız Bileşenler Analizi
BYK	: Bilişsel Yük Kuramı
dB	: Desibel
EEG	: Elektroensefalografi
ERP	: Event-Related Potential
FFT	: Fast Fourier Transform
FIR	: Finite Impulse Response
fMRI	: Fonksiyonel Manyetik Rezonans Görüntüleme
Hz	: Hertz
ICA	: Independent Component Analysis
MEG	: Manyetoensefalografi
PET	: Pozitron Emisyon Tomografisi
SCCN	: Swartz Center for Computational Neuroscience

1. GİRİŞ

Güncel teknolojiler, bir yandan bireylere yeni ve özgün olanaklar sunarken diğer yandan bireyleri farklı medya veya uygulamaları aynı anda veya ardışık olarak kullanmaya zorlamaktadır (Wild, Johnson ve Johnson, 2004). Örneğin, yetişkinler ev ya da işyerlerinde farklı iş veya görevleri bir arada yapmaya çalışmakta; öğrenciler bir öğrenme görevini yerine getirirken sosyal medya bildirimleri, çevrimiçi mesajlar veya telefon görüşmeleriyle ilgilenebilmektedir. Bu ve benzer biçimde, birden çok iş veya görevin eş zamanlı ya da art arda hızlı bir biçimde gerçekleştirilmesi alanyazında çoklu görev olarak nitelenmektedir (Meyer ve Kieras, 1997; Rubinstein, Meyer ve Evans, 2001). Görevler arasındaki geçiş bazen uygulama bildirimleri, e-posta, mesaj veya arama gibi dış uyaranlara bağlı kesintiler aracılığıyla olabilirken (Oulasvirta ve Saariluoma, 2006), bazense bireyin kendi isteğiyle olabilmektedir (Adler ve Benbunan-Fich, 2015; Bailey ve Konstan, 2006). Eğer görevler, okurken bir şeyler içmek gibi (Sana, Weston ve Cepeda, 2013) otomatikleşmiş ise “tehlikesiz” olarak nitelendirilebilmektedir (Aagaard, 2015a) ancak görevler otomatikleşmiş değilse bu durum insan bilişsel mimarisini zorlayabilmektedir (Kirschner ve De Bruyckere, 2017).

Dijital teknolojilerin yaygın kullanımı, farklı ortamlar arasında gezinmeye veya aynı ortam içerisinde (ör: bilgisayar) bulunan farklı uygulamalar arasında geçiş yapmaya olanak sağlamaktadır (Foehr, 2006). Bu şekilde, yaşam alanları dijital teknolojilerle çevrelenen ve ‘dijital yerli’ olarak adlandırılan günümüz neslinin çoklu görev yapma konusunda ‘dijital göçmenlere’ göre daha başarılı oldukları öne sürülmektedir (Prensky, 2001). Diğer bir deyişle, teknolojiye yoğun bir şekilde maruz kalıyor olmanın, yeni nesle önceki nesillere göre belirgin avantajlar sağladığına inanılmaktadır. Benzer biçimde yeni nesli ‘ağ nesli’ olarak nitelendiren Tapscott (2008) da önceki nesle göre bu neslin çoklu görev performansının daha iyi olduğu görüşüne katılmaktadır. Ancak bu iddialar bilimsel bulgularla desteklenememektedir (Bennett, Maton ve Kervin, 2008; Kirschner ve De Bruyckere, 2017; Kirschner ve van Merriënboer, 2013). Konuyla ilgili görgül araştırma bulguları çoğaldıkça bu iddiaların çürütüldüğü de görülebilmektedir. Örneğin, Bennett, Maton ve Kervin (2008), sözü edilen varsayımların zayıf bilimsel ve kuramsal temellere dayandığını ifade etmektedir. Kirschner ve arkadaşları kapsamlı ve güncel değerlendirmelerinde, günümüz nesline atfedilen çoklu görev becerisini bir şehir efsanesi olarak ele almakta; çoklu görev yapıyor olmanın bilgi işleme sürecinde engelleyici olduğuna, görev performansına ve

tepki süresine olumsuz etki ettiğine ve hata oranını arttırdığına dikkat çekmektedir (Kirschner ve van Merriënboer, 2013; Kirschner ve De Bruyckere, 2017). Bununla birlikte, güncel ampirik çalışmalar insan bilişsel mimarisine ilişkin kalıcı ve tutarlı özelliklerin, çoklu görev performansını teknolojiye maruz kalmaktan daha iyi açıkladığını göstermektedir (Dindar ve Akbulut, 2016). Örneğin, insan bilişsel mimarisinin bir parçası olan çalışan bellek, çoklu görev performansını yordamada önemli bir etmendir (Colom, Martínez-Molina, Shih ve Santacreu, 2010; Hambrick, Oswald, Darowski, Rench ve Brou, 2009). Temel olarak, işlenmesi gereken bilgi yoğunluğu sınırlı çalışan bellek kapasitesiyle (Miller, 1956) bir araya geldiğinde, yoğunlaşma gerektiren çoklu görev koşulları bilişsel olarak aşırı yüklenmeye yol açabilmektedir (Xie ve Salvendy, 2000). Bu bağlamda, çoklu görevle ilgili aşırı yüklenmenin değerlendirilmesi ve tahmin edilmesi kritik bir konu olarak dikkat çekmektedir (Xie ve Salvendy, 2000). Bu nedenle, mevcut kuramsal çerçevede, Bilişsel Yük Kuramı (BYK) kapsamında çalışan bellek kapasitesinin dikkate alınması önem taşımaktadır.

BYK'nın varsayımlarına göre bilişsel yükün kaynakları, öğrenen ve öğrenme görevinin özellikleri ile bunların etkileşiminden meydana gelmektedir (Paas ve van Merriënboer, 1994). Bunların yanı sıra, öğrenmenin gerçekleştiği fiziksel ortamın da bilişsel yüklenmede etkili olabileceğine ilişkin araştırmalara rastlanmaktadır (Choi, van Merriënboer ve Paas, 2014; Paas ve Ayres, 2014). Bu durum, ilerleyen paragrafta da tartışıldığı üzere bilişsel yük ve çoklu görevi bu çalışma kapsamında incelerken deneylerin iki farklı fiziksel ortamda yürütülmesine temel oluşturmuştur.

Öğrencilerin çoklu görev alışkanlıklarını irdeleyen çalışmalara bakıldığında, çoğunlukla cep telefonu ve bilgisayar gibi ortamların ders sırasında kullanımının öğrenme üzerindeki olası etkilerine odaklanıldığı görülmektedir (Fried, 2008; McVaugh, 2012; Rosen, Lim, Carrier ve Cheever, 2008). Ayrıca çevrimiçi ortamlarda anlık mesajlaşmaların etkilerini inceleyen araştırmalarla da karşılaşılmaktadır (Bowman, Levine, Waite ve Gendron, 2010; Tran, 2012). Ancak çoklu görevin öğrenci başarısı üzerindeki etkileri ele alınırken farklı fiziksel ortamların olası etkisini araştıran çalışmalara rastlanmamıştır. Oysa gerek fiziksel çevrenin çalışan bellek işleyişi üzerindeki etkisi (Godden ve Baddeley, 1980; Smith ve Vela, 2001) gerekse bireyden bireye farklılaşan çalışan bellek kapasitesinin çoklu görev performansını yordamasına yönelik bulgular (Bühner vd., 2006; Colom, Martínez-Molina, Shih ve Santacreu, 2010;

König, Bühner ve Murling, 2005) birlikte dikkate alındığında, farklı fiziksel ortamlarda gerçekleştirilen çoklu görev senaryolarının bilişsel yük ve performansa yansımaları önemli bir araştırma konusu olarak karşımıza çıkmaktadır.

Bilişsel yüke ilişkin diğer bir önemli konu, alanyazında farklı yöntemlerle bilişsel yük ölçümlerinin gerçekleştirilmesi, standart bir yöntemin bulunmamasıdır (Brünken, Seufert ve Paas, 2011). Bilişsel yükün ölçümü, nesnellik (öznel veya nesnel) ve nedensellik (doğrudan veya dolaylı) bakımından farklılık göstermektedir (Brünken, Plass ve Leutner, 2003). Nesnel ve doğrudan bir ölçüm için bazı araştırmacılar elektroensefalografiden (EEG) yararlanmışlardır (Antonenko, Paas, Grabner ve van Gog, 2010; Makransky, Terkildsen ve Mayer, 2017). Bu bağlamda, bu çalışmada bilişsel yük değerlendirilirken hem nesnel ve doğrudan bir ölçüm yöntemi olan EEG hem de öznel ve dolaylı bir ölçüm yöntemi olan bilişsel yük ölçeği kullanılmıştır.

Alanyazında, çoklu görevin öğrenenler üzerindeki etkisine ilişkin güçlü deneysel desenlerin artması, uzun yıllardır gündemde olan dijital yerli, dijital göçmen kavramlarına ilişkin daha iyi değerlendirme ve çıkarımların ortaya konmasına olanak sağlayacaktır. Dahası, bilişsel süreçlerin özellikle de bilişsel yükün, öznel (beyana dayalı) yöntemlerin yanı sıra nesnel yöntemlerle de değerlendiriliyor olması hem çoklu görevin anlaşılmasında hem de bilişsel yükün irdelenmesinde yararlı olacaktır. Bu bağlamda bu çalışmada bilgisayar destekli bir web ortamında farklı çoklu görev senaryoları tasarlanmış; öğrencilerin günlük yaşantıları dikkate alınarak, kütüphane ve kafeterya olmak üzere iki farklı fiziksel ortam belirlenmiştir. Diğer bir deyişle, bu çalışma kapsamında farklı fiziksel ortamlarda gerçekleştirilen çoklu görev durumlarının bilişsel yük ve başarıya etkisi incelenmiştir. Ayrıca, çoklu görev performansı ve çalışan bellek kapasitesi arasındaki ilişki de değerlendirilmiştir. Bunlara ek olarak, öznel-dolaylı ve nesnel-doğrudan bilişsel yük ölçümleri dikkate alınmış ve bunlar arasındaki ilişki de irdelenmiştir.

1.1. Çoklu Görev

Bir yandan televizyon izlerken diğer yandan mesajlaşmak ya da video oyunu oynamak gibi davranışlar günümüz gençliği arasında oldukça yaygındır. Bu tür çoklu etkinliklerin bir arada gerçekleştirilmesine medya çoklu görevi (media multitasking) denmektedir (Foehr, 2006). Zhang ve Zhang'ın (2012) çoklu görev tanımı ise bir medya

kullanımına paralel olarak başka bir görevin (medya kullanımı içerebilir veya içermeyebilir) birlikte işe koşulmasını kapsamaktadır.

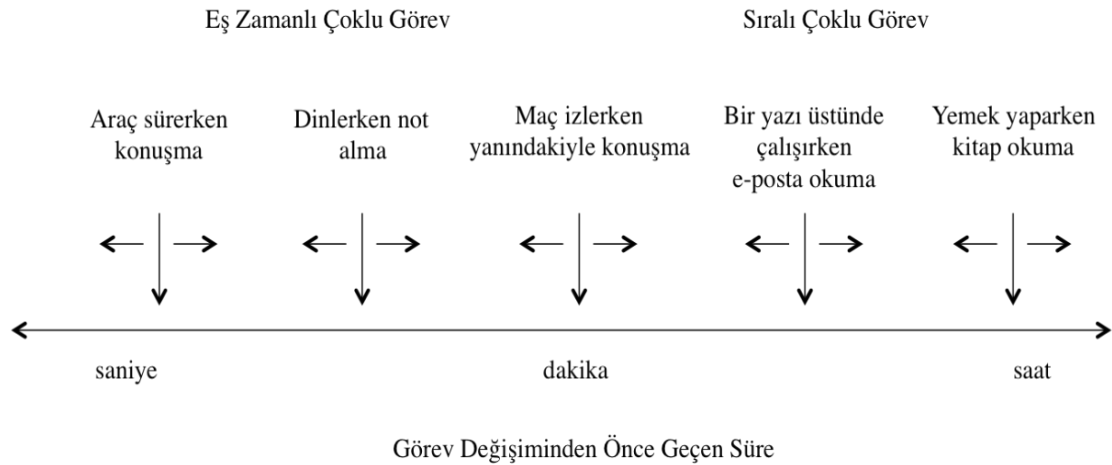
Çoklu görevin tanımı konusunda araştırmacılar farklı bakış açılarına sahiptir (Aagaard, 2015a; Benbunan-Fich, Adler ve Mavlanova, 2011; Foehr, 2006; Kraushaar ve Novak, 2010; Salvucci, Taatgen ve Borst, 2009; Spink, 2004; Zhang ve Zhang, 2012). Kavramın tanımı görevlerin ve zamanın nasıl ele alındığına göre değişmektedir (Benbunan-Fich vd., 2011; Rubinstein, Meyer ve Evans, 2001). Bu olguyu tanımlamak için “ne” ve “ne zaman” sorularının sorulması çok önemlidir (Wild vd., 2004). Aagaard (2015b) bu kavramı tanımlarken görev türlerine odaklanmakta; otomatik görevler (ör. Sakız çiğnerken yürümek) ve bilişsel olarak zorlayıcı görevler (ör. Ders sırasında mesajlaşmak) arasında bir ayrım yapmaktadır. Bilişsel yük bakış açısıyla bakıldığında, ön bilgi veya uzmanlığa sahip olmak, görevi otomatikleştireceğinden daha az yük oluşturacak ve bireyin çalışan belleğine daha az yüklenilmesini sağlayacaktır (Shiffrin ve Schneider 1977; Sweller, 2010).

Başka bir sınıflandırmayı ise, görev verimliliği bakımından üretici (productive) ve engelleyici (distractive) olmak üzere Kraushaar ve Novak (2010) yapmıştır. Üretici çoklu görev, birincil görevle doğrudan ilişkisi olan ikincil bir görev anlamına gelmektedir (ör. ders sırasında not almak). Engelleyici çoklu görevde ise birincil görevle ilişkisi olmayan bir enformasyonun (ör. ders sırasında mesajlaşmak) işlenmesi için gereksinim duyulan bilişsel kaynaklar söz konusudur. Foehr (2006) ise zamana dayalı bir çoklu görev tipolojisi önererek görevlerdeki eş zamanlılık bağlamında kapsamlı bir sınıflandırma yapmıştır. Foehr (2006) çoklu görevleri eş zamanlı (simultaneous), denetimsiz geçiş (interrupted switching), denetimli geçiş (proactive switching) ve birleşik geçiş (combination switching) olmak üzere dört başlık altında toplamıştır. Eş zamanlı çoklu görev durumunda birey, iki ortam uyaranlarına aynı anda maruz kalmaktadır. Müzik dinleyerek kitap okumak buna örnek olarak gösterilebilir. Denetimsiz geçişte, birey geçiş eğiliminde değilken farklı bir ortamdan gelen uyaran nedeniyle bir ortamdan bir diğerine geçiş yapmak zorunda kalmaktadır. İnternette gezinen birinin anlık ileti alarak farklı bir ortama geçiş yapması buna örnektir. Denetimli geçiş ise daha çok kullanıcı odaklıdır; kullanıcının bir ortam etkinliğiyle ilgilenirken diğerine geçmesi durumunu kapsamaktadır. Anlık mesajlaşma etkinliğinden sonra kullanıcının ödev yapmaya geri dönmesi buna örnektir. Birleşik geçiş ise denetimli ve denetimsiz geçişleri kapsamaktadır. Bu durumda, kullanıcı iki ortam

arasında kendi isteğiyle geçiş yaparken başka bir ortamdan gelen bildirim veya uyarılarla eyleminin kesintiye uğraması söz konusudur. İnternette gezinirken bir yandan da televizyon izleyen birinin telefonuna gelen anlık mesaja yanıt veriyor olması buna örnek olarak gösterilebilir. Foehr (2006), ayrıca kullanıcıların görevlere bağlanma süresi ve ortam sayısını da modeline ekleyerek geçici geçiş (temporary switch), ikili geçiş (dual switching) ve ortam gözetleme (media monitoring) biçimindeki çoklu görev durumlarını da kavramsallaştırmaya gitmiştir. Buna göre, geçici geçişte tek bir ortama odaklanan kullanıcı kısa bir süreliğine başka bir ortama geçiş yapmaktadır. Ödev yaparken gelen e-postayı yanıtlamak ve tekrar birincil göreve dönüş yapmak buna örnek olarak verilmektedir. İkili geçişte, kullanıcının isteği dâhilinde iki ortam arasında sürekli bir geçiş vardır. Gazete veya dergi okuma etkinliğiyle televizyon izleme etkinliği arasındaki geçiş buna örnektir. Ortam gözetlemede ise birkaç ortam arasında geçiş söz konusudur. Bilgisayar ortamında ödev yaparken gelen anlık iletiye yanıt vermek, e-posta yazmak ve diğer yandan televizyona göz atmak bu duruma örnektir.

Salvucci vd. (2009), görev ve zamana dayalı sınıflandırmaları dikkate alarak kuramsal anlamda oldukça güçlü olan Birleşik Çoklu Görev Kuramı'nı (Unified Theory of Multitasking) önermiştir. Bu kuram, Anderson (2007)'un Düşüncenin Uyarlanabilir Kontrolü-Rasyonel (ACT-R) Modeli, İzlekli Biliş (Threaded Cognition) (Salvucci ve Taatgen, 2008) Kuramı ve Amaçlar İçin Bellek (Memory-for-goals) Kuramı (Altmann ve Trafton, 2002) olmak üzere üç kuram ve modele dayandırılmaktadır. Bunlardan ilk ikisi eş zamanlı çoklu görevi ele alırken sonuncusu sıralı çoklu göreve odaklanmaktadır. Düşüncenin Uyarlanabilir Kontrolü-Rasyonel modeline göre insan bilişsel mimarisi, birbirine bağlı bildirimsel bellek (declarative memory), problem temsili (problem representation), hedef (goal) ve süreçsel (procedural) modüllerini içermektedir (Anderson, 2007). Model, bunların uyumlu bir biliş üretecek biçimde nasıl bütünleştirildiğini açıklamaktadır. Her bir modül yüksek çalışma potansiyeline sahiptir; ancak insan bilişsel mimarisinin sınırlılığından ötürü belirli bir zaman dilimi içinde yalnızca bir görevi yürütebilmektedir. Öyle ki modüller birbiriyle etkileşirken bir takım darboğazlar meydana gelebilmektedir. Eş zamanlı çoklu görevi açıklayan Salvucci ve Taatgen (2008)'in İzlekli Biliş Kuramı, biraz önce sözü edilen modüller arasında aynı anda (açgözlüce ya da kibarca) otonom olarak gerçekleştirilen çoklu görevleri (izlekler) ele alan ACT-R modeline dayanmaktadır. Yani her bir izlek uygun bir modüle başvurur ve belirli bir görevin yürütülmesinde onu meşgul eder (açgözlülük); ancak görevin

yürütülmesi bittiğinde onu serbest bırakır (kibarlık). Son olarak sıralı çoklu görevi ele alan Amaçlar için Bellek Kuramı, amaca yönelik biliş başvurmak suretiyle, kesinti ve göreve kaldığı yerden devam etme süreçlerini açıklar (Altmann ve Trafton, 2002). Burada amaçlar biliş kontrol etmek için yarışmaktadır. Yani, bir görevle ilgili daha yüksek bir değere sahip amacın hâlihazırdaki diğer amaçların önüne geçerek etkin amaç olması olasılığı daha yüksektir. Kurama göre yeni amaçlar tarafından kesintiye uğratılan amaçların aktivasyonu azalmakta, kalınan yerden devam etme süresi uzamaktadır. Bu gibi kesintiye uğrayan amaçları sürdürmek onların aktivasyon seviyeleriyle ilgilidir. Birleşik Çoklu Görev Kuramı, bu üç yapıya başvurarak, çoklu görev davranışını, bir diğerine geçmeden önce bir göreve ayrılan zamana göre sınıflandırmaktadır. Görevler arasındaki süre dikkate alınarak çoklu görev türü eş zamanlı (concurrent) veya sıralı (sequential) olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Eğer görevler aynı anda gerçekleşiyorsa eş zamanlı, görev geçişlerinde harcanan zaman uzun ise sıralı olarak adlandırılmaktadır (Bkz. Şekil 1.1). Özetle bu çalışmada, deneysel koşullar tasarlanırken Kraushaar ve Novak (2010)'ın görev sınıflandırmasından (üretici-engelleyici) ve Salvucci vd. (2009)'nin kuramından (eş zamanlı-sıralı) yararlanılmıştır.



Şekil 1.1. Çoklu Görev Süreci (Salvucci vd., 2009, s.1820)

1.1.1. Çoklu görevin akademik başarıya etkisi

Araştırmacılar, çoklu görev yürütmenin çok günlük yaşamdaki yansımalarını ele almışlardır. Örneğin, Strayer ve Drews (2007), araç sürme sırasında eş zamanlı olarak cep telefonu kullanımını incelemişler ve sürücülerin dikkatlerinin bölünmesinden ötürü

sürüş performansının ciddi bir biçimde zarar gördüğünü gözlemlemişlerdir. Günlük yaşam rutinlerine yönelik bu tür deneylerin yanı sıra, öğrencilerin ders sırasında sergiledikleri çoklu görev davranışlarına ilişkin araştırmalar da bulunmaktadır. Bazı araştırmacılar da derslerde dizüstü bilgisayar kullanımının sağladığı etkileşim ve sınıf içi katılım olanakları vurgulanmakla birlikte (Fitch, 2004; Stephens, 2005); ders sırasında telefonda mesajlaşma gibi farklı davranışların irdelendiği araştırmalarda (Dietz ve Henrich, 2014; Rosen, Lim, Carrier ve Cheever, 2008), sınıf içinde internete erişimi olan dizüstü bilgisayar kullanımına izin verilen araştırmalarda (Hembrooke ve Gay, 2003; Sana et al., 2013), öğretim sırasında çevrimiçi anlık mesajlaşmanın olduğu araştırmalarda (Dindar ve Akbulut, 2016; Bowman, Levine, Waite ve Gendron, 2010; Levine, Waite ve Bowman, 2007), bilgisayar tabanlı simülasyonlarda iki öğrenme görevine eş zamanlı olarak yer verilen araştırmalarda (Yörük-Açıkel, Turhan ve Akbulut, 2018) ve ödev yapılırken farklı medya kaynaklarını izlemeye ve dinlemeye izin verilen araştırmalarda (Pool, Koolstra ve Voort, 2003) birincil öğrenme görevine ilişkin ciddi performans kayıpları yaşanmıştır.

Örneğin Rosen vd., (2008) video kasetten yürütülen 30 dakikalık bir ders sırasında mesajlaşma yoluyla yaşatılan kesintilerin öğrenme üzerindeki etkisini incelemiştir. Yüksek sıklıkta mesajlaşan grubun (≥ 16 mesaj), az mesajlaşan ya da hiç mesajlaşmayan (0-7 mesaj) gruba göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha az başarılı olduğu ortaya koyulmuştur. Benzer biçimde, Dietz ve Henrich (2014) ders sırasında mesajlaşan katılımcıların sınav puanlarının mesajlaşmayanlara göre anlamlı ölçüde düşük olduğunu belirtmiştir. Son olarak Lawson (2013), kontrol grubunun (yani çoklu görevin olmadığı grup) yalnızca metin mesajı alan gruptan ve mesaj gönderme-almayı bir arada gerçekleştiren gruptan (birleşik) anlamlı biçimde daha başarılı olduğunu belirtmiştir. Bununla birlikte, yalnızca mesaj alan grup ve birleşik grup arasındaki farkın önemsiz olduğunu rapor etmişlerdir.

Sınıf içinde bilgisayar kullanımına ilişkin Hembrooke ve Gay (2003), bir öğrenci grubuna tarama, araştırma ve/veya sosyal bilgi işleme davranışlarında kullanmak üzere dizüstü bilgisayar kullanımına izin vermiş, bir diğer gruba ise izin vermemiştir. Bu çalışmada, dizüstü bilgisayar kullanıcıları hafızadan geri çağırma görevlerinde sorun yaşamışlardır. Benzer biçimde Sana vd. (2013) de yalnızca bilgisayarla çoklu görev gerçekleştirenlerin değil, aynı zamanda onlara yakın oturan akranlarının da olumsuz etkilendiğini gözlemlemişlerdir.

Son zamanlarda yapılan çalışmalar, sınıfta sosyal medya kullanımının da sınav sonuçlarını olumsuz yönde etkilediğini ortaya koymaktadır (Downs, Tran, McMenemy ve Abegaze, 2015). Başka bir çalışmada ise sınıf içinde herhangi bir teknolojiye başvurmayan öğrencilerin sınav puanlarının, teknoloji (Facebook, mesajlaşma, e-posta gönderme) kullanan ğrencilerinkine göre daha iyi olduğu görülmüştür (Wood vd., 2012).

Öğrenciler, anlık mesajlaşmaların arkadaşlarıyla iletişimlerinde kontrol sağladığına inansalar da (Madell ve Muncer, 2007), ampirik çalışmalar, okuma etkinliği sırasında mesajlaşanların bu etkinliği tamamlamak için daha uzun süre harcadığını ortaya koymaktadır (Bowman vd., 2010). Dahası, anlık mesajlaşmaya ayrılan zaman akademik görevlerdeki dikkat dağınıklığının düzeyini de açıklamaktadır (Levine vd., 2007).

Yukarıdaki araştırmalar gerçek sınıf ortamları dikkate alınarak tasarlanmıştır; ancak öğrenme farklı ortamlarda da gerçekleşmektedir. Bu bağlamda Pool vd. (2003) evde arka plan müziğinin ya da televizyonun açık olup olmamasına göre lise ğrencilerinin ev devi performanslarını karşılaştırmıştır. Öğrencilere iki farklı dev verilmiştir. Bunlardan birinde, okuma metni verilmiş ve bu metinle ilgili okuduğunu anlama ve çıkarımda bulunma becerisini ölçen sorular bulunurken diğerinde verilen metni ezberlemeleri istenmiştir. Öğrenciler, arka planda TV dizisi oynarken, TV’de müzik klipleri oynarken, radyoda müzik açıkken ve ortam sessizken olmak üzere dört gruba seçkisiz olarak yerleştirilmişlerdir. Bulgular, arka planda TV’de dizinin açık olmasının sessiz ortama göre ev devi performansını olumsuz etkilediğini göstermiştir. TV’de ya da radyoda müziğin açık olduğu ortamlarda ödevini yapan öğrencilerin performansında ise bir farklılık gözlenmemiştir.

Kısacası, bir öğrenme etkinliği sırasında ikincil görevlerin yerine getirilmesinin öğrenme çıktılarının kalitesinde bozulmalara neden olduğu görülmektedir. Bununla birlikte, dikkat dağıtıcı ikincil görev türleri ve performans kaybının düzeyi de bağlam ve göreve göre farklılık göstermektedir.

1.2. Bilişsel Yük, alışan Bellek Kapasitesi ve oklu Görev

Bu çalışmada yararlanılan kuramlardan bir diğeri de Bilişsel Yük Kuramı’dır (BYK). BYK’ya göre insan bilişsel mimarisi, uzun süreli bellek ve çalışan bellek olmak üzere iki bellek yapısından oluşmaktadır (Sweller, 2008; Sweller ve Sweller, 2006;

Sweller, van Merriënboer ve Paas, 1998). İlki sınırsız kapasiteye sahipken ikincisi sınırlı kapasiteye sahiptir (Cowan, 2001; Miller, 1956). Yeni enformasyonlar söz konusu olduğunda, çalışan bellekte 4 ± 1 kadar enformasyon ögesi (Cowan, 2001), 20 saniye civarında tutulabilmektedir; ancak öğrenilecek yeni enformasyonun ögeleri arasındaki etkileşim arttığında bu süre daha da kısa olabilmektedir (Peterson ve Peterson, 1959). Bu nedenle bir göreve ait enformasyon parçaları arasındaki etkileşim arttıkça çalışan bellek üzerinde meydana gelen bilişsel yük de doğru orantılı olarak artacaktır (Sweller, 2010). Ancak yeni bilgiyle ilgili uzun süreli bellekte daha önceden bir şema varsa, bu şema tek bir enformasyon ögesi olarak işlenebildiğinden çalışan bellek üzerinde meydana gelecek yük azalacaktır (Sweller, Ayres ve Kalyuga, 2011).

Bu kuram, daha çok karmaşık görevlerin öğrenilmesindeki bilişsel değişimlerle ilgilenmektedir. Anlamli öğrenme başlamadan önce, karmaşık görevlerin öğrenildiği sırada eş zamanlı olarak işlenmesi gereken enformasyonlar arasındaki etkileşim miktarı, öğrenenleri etkilemektedir (van Gog, Paas ve van Merriënboer, 2004). Dolayısıyla, uzun süreli bellekte şema oluşumu ve otomatikleştirilmesi sürecinde gerçekleşen değişiklikler sırasında çalışan bellekte oluşan yükün yönetilmesi gerekmektedir (Kirschner, 2002; Sweller, 2010). Bu da, sınırlı bellek kapasitesinin dikkate alınarak öğrenilen yeni enformasyonun uzun süreli bellekte etkili entegrasyonunun sağlanabilmesi ile mümkündür (Chandler ve Sweller, 1991).

Asıl bilişsel yük, konu dışı bilişsel yük ve etkili (konuyla ilgili, ideal) olmak üzere üç tür bilişsel yükün varlığı söz konusudur (Sweller, van Merriënboer ve Paas, 1998). Asıl bilişsel yük, yeni enformasyonun sahip olduğu karmaşıklıkla yani ögeleri arasındaki etkileşim düzeyiyle ilgilidir (Sweller et al., 1998; Sweller, 2010). Burada öge ile ifade edilmek istenen, öğrenenler tarafından anlaşılması ve öğrenilmesi gereken her türlü işlem veya kavramdır. Dolayısıyla, verili bir göreve ilişkin asıl bilişsel yük sabit iken; öğrenilmesi gereken içerik ne kadar karmaşıksa asıl bilişsel yük miktarı da o kadar yüksek olacaktır. Bu yük ancak ve ancak öğrenilecek şeyin doğası değiştiğinde değişmektedir (Sweller, 2010). Konu dışı bilişsel yük, öğrenme görevinin sunum biçimiyle ilgilidir (Choi, van Merriënboer ve Paas, 2014). Bu nedenle, öğretim tasarımının niteliği konu dışı bilişsel yükü etkilemektedir. Bu yük, öğrenmeyi olumsuz etkilediğinden bu yükü azaltmak BYK'nın amaçları arasındadır (van Merriënboer ve Ayres, 2005). Etkili yani ideal bilişsel yük ise öğrenme sırasında öğrenende meydana gelen şema edinimi ve otomatikleştirilmesi ile ilgilidir (Sweller vd., 2011). Yani

enformasyonun doğasıyla ilgili olan asıl bilişsel yük ile baş ederken öğrenenin ayırdığı bilişsel kaynakları ifade etmektedir. Dolayısıyla, bu yükün öğrenmeye doğrudan katkısından söz edilebilmektedir. Asıl ve konu dışı bilişsel yük, öğrenme görevinin özellikleriyle ilgiliyken etkili bilişsel yük öğrenenle ilgilidir (Sweller, 2010).

Araştırmacılar, bilişsel becerilerdeki bireysel farklılıkların çoklu görev performansı üzerindeki etkilerini de araştırmışlardır (Bühner vd. 2006; Colom vd., 2010; Hambrick vd., 2009; König vd., 2005). Bühner vd. (2006), çalışan belleğin çoklu görev performans hızı ve meydana gelen hatalar üzerindeki rolünü irdelemiş; çalışan belleğin akıl yürütme ve dikkatten daha güçlü bir yordayıcı olduğunu ortaya koymuştur. Benzer biçimde König vd. (2005), akıcı zekâ ve dikkat gibi değişkenlerin yanında çoklu görev performansının en iyi yordayıcısının çalışan bellek kapasitesi olduğunu gözlemlemişlerdir. Bunun yanı sıra dışadönüklük ve bireylerin çoklu görev alışkanlıklarına ilişkin tercihlerini ifade eden polikronisite (polychronicity) değişkenlerinin çoklu görev performansı ile bağlantısı olmadığını rapor etmişlerdir. Ayrıca, çalışan bellek kapasitesinin hem zekâ hem de çoklu görev başarısıyla ilişkisi varken, yalnızca çalışan belleğin çoklu görevi yordadığı ortaya konmuştur (Colom vd., 2010). Bu bulgu, König vd. (2005)'in bulgularını desteklemektedir. Hambrick vd. (2009) de çalışan bellek kapasitesi ve zekânın ilişkili olduğunu, ancak çoklu görev performansındaki farklılığın açıklanmasında çalışan bellek kapasitesinin daha güçlü olduğunu ifade etmişlerdir.

Sonuç olarak, çalışan belleğin öğrenmedeki (Paas ve Ayres, 2014) ve çoklu görev performansı üzerindeki (Bühner vd, 2006; Colom vd., 2010; Hambrick vd., 2009; König vd., 2005) önemli rolü dikkate alınarak mevcut çalışmada BYK'nın varsayım ve değişkenlerinden yararlanılmıştır. Bunun yanı sıra, ampirik bulguların ışığında çalışan bellek kapasitesinin bu araştırmada kontrol değişkeni olarak kullanılmasına karar verilmiştir.

1.2.1. Fiziksel ortamın çalışan bellek üzerindeki rolü

Yaygın bilinen bilişsel yük modelinde, öğrenen ve öğrenme görevinin özellikleri ile bunların birbiriyle etkileşimleri bilişsel yükün olası nedenleri olarak belirtilmektedir (Paas ve van Merriënboer, 1994). Bu modelde, bilişsel yükün kaynağı olan nedensel faktörler ve bilişsel yükün değerlendirilmesinde dikkate alınan ölçülebilir faktörler arasında bir ayrım bulunmaktadır. Buna göre, öğrenen, öğrenme görevi ve bunların

etkileşimi nedensel faktörlerin altında yer alırken; zihinsel yük, zihinsel çaba ve performans değerlendirme faktörleri altındadır. Ancak, Choi vd., (2014) çağdaş bilişsel yük araştırmalarında fiziksel ortamın rolünün göz ardı edildiğini ileri sürmektedir. Bu bağlamda nedensel faktörler arasına öğrenme görevinden ayrı bir faktör olarak fiziksel ortamın rolünü ve diğer faktörlerle etkileşimini de eklemeyi önermektedir. Benzer biçimde Paas ve Ayres (2014), fiziksel ortamın hem bilişsel yükü hem de öğrenmeyi etkileyebileceğinin altını çizmektedir. Yani ortamın gözlenmesi de çalışan bellek kaynaklarını tüketebilmektedir. Dolayısıyla, öğrenen ve öğrenme görevinin yanı sıra öğrenme sürecinin gerçekleştiği fiziksel öğrenme ortamının da dikkate alınması gerekmektedir. Diğer bir deyişle, ses, ısı, aydınlatma, yerleşim ve yoğunluk gibi fiziksel ortama ait özelliklerin yanı sıra ortamda bulunan insan miktarının da materyalin özellikleriyle birlikte öğrenme süreci üzerinde etkisi olabilmektedir (Choi vd., 2014).

Fiziksel ortamın bilişsel, duyuşsal ve fizyolojik etkilerini irdeleyen ampirik çalışmalardan yola çıkılarak, fiziksel ortama ait değişkenlerin bilişsel yük ve öğrenme üzerinde etkili olabileceği söylenebilmektedir (Choi vd., 2014; Gisselgård, Petersson ve Ingvar, 2004; Godden ve Baddeley, 1980; Grant vd., 1998; Jia, Hirt ve Karpen, 2009; Knez ve Hygge, 2002; Scholey, Moss, Neave ve Wesnes, 1999; Smith ve Vela, 2001). Örneğin Smith ve Vela (2001), gerçekleştirdikleri meta-analiz çalışmasında öğrenmenin gerçekleştiği fiziksel ortam ve test ortamının benzer olduğu durumlarda en iyi hafıza performansının ortaya çıktığını görmüşlerdir. Benzer biçimde bu konu bağlamında oldukça kabul gören bir çalışmada Godden ve Baddeley (1980), fiziksel ortamın çalışan bellek üzerindeki etkisine dikkat çekmişlerdir. Bu çalışmaya göre dalgıçlar öğrendikleri bilgileri en iyi öğrendikleri fiziksel ortamda hatırlamışlardır. Yani, suda öğrenenler en iyi suda; karada öğrenenler ise en iyi karada öğrenme performansı sergilemişlerdir. Fiziksel ortama ait ses değişkeninin de sınırlı çalışan bellek kaynaklarını tükettiği ve konu dışı çevresel bir değişken olarak değerlendirildiği ifade edilebilmektedir (Choi vd., 2014). Şöyle ki, PET (pozitron emisyon tomografisi) cihazı kullanılarak konu dışı işitsel uyaranların çalışan bellek üzerine etkisini inceleyen bir araştırmada, söz konusu işitsel uyaranların beynin ilgili bölgelerindeki artan veya azalan etkinlikleri yordadığı bulgusuna ulaşılmıştır (Gisselgård vd., 2004). Benzer biçimde sesli ve sessiz ortam çarpaz karşılaştırması yapılan bir araştırmada, öğrenme etkinliğinin ve testin aynı koşullarda (yani sessiz çalışma ortamı/sessiz test ortamı ve sesli çalışma ortamı/sesli test ortamı) gerçekleştirildiği durumlarda diğer koşullara göre (yani sessiz çalışma

ortamı/sesli test ortamı ve sesli çalışma ortamı/sessiz test ortamı) hatırlama değişkeni bağlamında daha iyi bir performans sergilendiği görülmüştür (Grant vd., 1998).

Fiziksel öğrenme ortamının insan fizyolojisi üzerindeki etkisini inceleyen Scholey vd., (1999), atardamarlarda bulunan kandaki oksijen yoğunluğuyla bilişsel performans arasında pozitif bir ilişki olduğunu görmüşlerdir. Buradan yola çıkılarak, fiziksel ortamdaki havanın niteliği ve ısı gibi etmenlerin oksijenle olan etkileşiminin bireylerin öğrenme performansında etkili olduğu ileri sürülmektedir (Choi vd., 2014). Bunun yanı sıra, ortamdaki ışık miktarı da bilişsel performans üzerinde etkili olabilmektedir (Knez ve Hygge, 2002).

Fiziksel ortam değişkenlerinin duyuşsal etkileri bağlamında, nitelikli bir öğrenme ortamının öğrenenin duygularını olumlu etkilediği, öğreneceği şey için istekliliğini arttırdığını ve dolayısıyla öğrenmede etkili olduğu belirtilmektedir. Örneğin Jia vd. (2009), yaratıcı biliş ve içgörüselle problem çözme bağlamında mekânsal uzaklığın etkisini araştırmıştır. Araştırma sonucunda, problem çözme görevini uzak mesafeden gerçekleştiren öğrencilerin yakın mesafeden gerçekleştiren öğrencilere göre performans bakımından anlamlı bir biçimde farklılaştıkları görülmüştür. Adam ve Galinsky (2012) tarafından gerçekleştirilen araştırmada ise fiziksel özelliklerin (giysilerin sembolik anlamı gibi) öğrencilerin bilişsel performanslarını etkileyebileceği görülmüştür. Şöyle ki, seçici dikkat bağlamında laboratuvar gömleği giyen katılımcılar gömlek giymeden günlük kıyafetleriyle yer alan katılımcılara göre daha iyi performans göstermiştir.

1.2.2. Bilişsel yükün ölçümü

Bilişsel yük, öğrenme materyalinin bilişsel süreçler aracılığıyla çalışan bellekte oluşturduğu yüküdür. Bu yükün ölçümü, farklı düzeylerde olabilmektedir (Antonenko, Paas, Grabner ve van Gog, 2010). Bilişsel yükün ölçümü günümüz bilişsel yük araştırmacıları arasında da ilgi çekici bir konu olarak ele alınmaktadır (Paas, Tuovinen, Tabbers ve Van Gergen, 2003). Araştırmacılar tarafından farklı ölçüm yöntemleri işe koşulmasına rağmen (Antonenko vd., 2010), standartlaştırılmış bir yöntemle karşılaşılmamaktadır (Brünken, Seufert ve Paas, 2011).

Brünken, Plaas ve Leutner (2003), bilişsel yük ölçümünü, nesnellik (özel/nesnel) ve nedensel ilişki (doğrudan/dolaylı) olmak üzere iki boyutta ele almaktadır (Çizelge 1.1). Nesnellik, değerlendirme yönteminin özel mi yoksa davranış, fizyolojik durum veya performans gibi nesnel ölçütlere mi dayalı olduğunu ifade eder. Nedensel ilişki ise

ölçülen özellikle ölçüm arasında doğrudan ilişki olup olmadığıyla ilgili sınıflandırmalar içerir (Brünken vd., 2003). Bu sınıflandırmada hem öznel hem de dolaylı bir değerlendirme yöntemiyle karşılaşmak olanaklıdır. Buna örnek olarak, bir öğretim etkinliğinden sonra katılımcıya bu öğretime ilişkin ne kadar “zihinsel çaba” harcadığını soran derecelendirme ölçeği verilebilir. Öğrenme materyalinin ne kadar “zor” olduğunu soran derelendirme ölçeği ise öznel ve doğrudan değerlendirme yöntemine örnektir. Performans çıktılarının ölçülmesi, nesnel ve dolaylı değerlendirme yöntemleri arasındadır. Çoklu ortam araştırmalarında sıkça yer verilen hatırlama ve transfer testleri bu gruba girmektedir (Mayer, 2009). Öğrenme materyaliyle geçirilen süre de nesnel ve dolaylı ölçümlere örnek olarak verilebilir. Son olarak, beyin aktivitelerinin ölçümleri ve ikincil görev performansı nesnel ve doğrudan değerlendirme yöntemleri arasında yer almaktadır.

Çizelge 1.1. Nesnellik ve nedensel ilişkiye bağlı olarak bilişsel yük ölçümlerinin sınıflandırılması
(Brünken vd., 2003, s.55)

Nesnellik	Nedensel İlişki	
	Dolaylı	Doğrudan
Öznel	Kişisel beyana dayalı harcanan çaba	Kişisel beyana dayalı stres düzeyi
	Fizyolojik ölçümler	Kişisel beyana dayalı zorluk
Nesnel	Davranışsal ölçümler	Beyin aktivitesi ölçümleri (ör. fMRI)
	Öğrenme çıktısı ölçümleri	İkili görev performansı

Öte yandan Xie ve Salvendy (2000), bilişsel yük türlerini anlık yük, tepe yük, ortalama yük, birikmiş yük ve genel yük olmak üzere beşe ayırmış ve çoklu-nitelikli bir çerçeve ile sınıflandırmıştır. Bir görev sırasında her ana ait yük, anlık yük ile gözlemlenebilmektedir. Diğer yükler, anlık yük temel alınarak elde edilmektedir. Tepe yük, bir görev yerine getirilirken anlık yüke ilişkin maksimum değerdir. Birikmiş yük, görev sırasında öğrenciye uygulanan toplam yüküdür. Ortalama yük, anlık yüklerin ortalamasıdır. Genel yük ise tüm performans boyunca deneyimlenen yüküdür. Her ikisiyle de büyük oranda ilişkili olsa da, ne birikmiş yüke ne de ortalama yüke eşit değildir (Xie ve Salvendy, 2000). Genel yük, tek soruluk öznel derecelendirme ölçekleriyle değerlendirilmektedir (Örn. “Lütfen, bu görev için harcadığınız zihinsel çaba miktarını derecelendiriniz.”, Paas, 1992). Genel yükün, bireyin algılanan zihinsel

çabasını temsil ettiği düşünülmektedir (Antonenko vd., 2010). Dolayısıyla, zihinsel çaba “öznel” (yani derecelendirme ölçekleri) ve “objektif” (yani fizyolojik parametreler) tekniklerle ölçülebilmektedir (Paas vd., 1994).

Bilişsel yükün ölçümünde, kalp atış hızı (Engström, Johansson ve Östlund, 2005; Paas ve Van Merriënboer, 1994), galvanik deri tepkisi (Nourbakhsh, Wang, Chen ve Calvo, 2012), göz hareketlerini izleme (Van Gerven, Paas, van Merriënboer ve Schmidt, 2004; Xu, Wang, Chen ve Choi, 2011), kas tepkileri (Leyman, Mirka, Kaber ve Sommerich, 2004), hormon düzeyleri (Wilson ve Eggemeier, 1991) gibi çeşitli fizyolojik göstergelerden yararlanılarak farklı nesnel ölçüm teknikleri uygulanmıştır. Bunların yanı sıra araştırmacılar, fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme (fMRI, Paas vd., 2008), pozitron emisyon tomografisi (PET) ve EEG (Antonenko vd., 2010; Makransky vd., 2017) de dahil olmak üzere farklı sinirbilim araçlarından yararlanmıştır. Bu yöntemlerden bazıları belli başlı sınırlılıklara sahiptir. Örneğin, PET ve fMRI yöntemlerini gezici ortamlarda kullanmak zordur ve istenmeyen müdahalelere (intrusiveness) neden olabilmektedir. Öte yandan, fizyolojik yöntemlerinin önemli üstünlükleri olduğu (Brünken vd., 2011); öznel yöntemlere göre daha duyarlı olduğu ve farklı bilişsel yük türlerini yansıttığı (Antonenko ve Niederhauser, 2010) bilinmektedir. Ayrıca öğrenme ve test sırasında anlık veriler kaydedilebilmektedir (Van Gog, Rikers ve Ayres, 2008). Bilişsel yükün otantik ortamlarda ölçümü, PET ve fMRI yöntemlerinin aksine istenmeyen müdahalelere sebep olmadan, günümüz kablosuz EEG cihazlarıyla milisaniye ölçeğinde yüksek zamansal çözünürlüklü olarak yapılabilir. Bu nedenle, EEG, artifakt ve zayıf mekânsal çözünürlük gibi sınırlılıklara rağmen (Antonenko vd., 2010), öğrenme sırasında bilişsel yükü sürekli olarak ölçmek için umut verici bir teknik olarak nitelendirilmektedir (Makransky vd., 2017).

Sonuç olarak bu araştırma kapsamında, bilişsel yük ölçülürken öznel-dolaylı türde bir derecelendirme ölçeği olan Bilişsel Yük Ölçeği’nin yanı sıra EEG cihazı ile beyin aktiviteleri incelenerek nesnel-doğrudan bir ölçüm gerçekleştirilmiş ve aralarındaki ilişki incelenmiştir.

1.2.2.1. EEG ve bilişsel yük ölçümü

1.2.2.1.1. EEG

EEG kısaca, nöronların aktivasyonu sırasında ortaya çıkan elektriksel faaliyetlerin gözlemlenmesi olarak ifade edilebilir (Nunez ve Srinivasan, 2006). Elektrotlar

(sensörler), kafa derisi üzerinde belirli noktalara yerleştirilerek oluşan biyoelektrik potansiyellerini kaydetmektedir. Bu potansiyeller, milyonlarca beyin hücresinin eş uyumlu hareketinden oluşmaktadır (Varlı, 2011). Elde edilen elektrik potansiyellerdeki salınımlar ise beyin dalgaları olarak adlandırılmaktadır. Bunlar alfa, beta, delta, teta ve gama olarak isimlendirilmektedir (Bkz. Bölüm 1.3.1). 1929'da, Alman psikiyatr Hans Berger, insanlarda beyin aktivitelerinin ilk EEG kayıtlarını gösteren çalışmasıyla sinirbilimde yeni bir döneminin kapılarını açmıştır. EEG, farklı disiplinlerden araştırmacılar tarafından günümüze kadar kullanılarak, insan vücudunun en karmaşık organı olan beyinde gerçekleşen faaliyetlerin gözlemlenmesinde etkili bir araç haline gelmiştir.

Günümüzde klinik tedavi amaçlı kullanılan bir yöntem olan EEG; sinir bilimi, bilişsel psikoloji, bilişsel bilimler, biyomedikal ve elektrik elektronik mühendislikleri gibi birçok farklı alana ait akademik araştırmalarda kullanılmaktadır (Durmuş, 2015; Özdamar, 2009). Çoklu elektrotlu, medikal düzeyde EEG cihazları hastaneler ve laboratuvarlarda kullanılırken; gelişimini sürdüren ve yaygınlığı artan, düşük maliyetli güncel EEG cihazları ise bu teknolojiyi laboratuvarlardan okul ve evler gibi farklı fiziksel ortamlara taşımayı mümkün kılmıştır (Tan, 2012). Bu cihazların belirgin özellikleri, düşük maliyetli olmaları ve kullanım kolaylığıdır. Bu araştırmada kullanılan EEG cihazı da bu güncel teknolojiye sahip kablosuz bir cihazdır.

EEG sözü edilen pratik özellikleriyle, öğrenmenin gerçekleştiği doğal fiziksel ortamlarda, öğrenenin beyinde gerçekleşen fizyolojik değişimlerin gözlenebilmesini olanaklı hale getirmektedir. EEG, beyin görüntüleme teknikleri arasında zamansal çözünürlük bakımından avantaja sahiptir, ancak mekânsal çözünürlük bakımından aynı şeyi söylemek olanaklı değildir (Durmuş, 2015). Örneğin, beyindeki faaliyetlerin tam olarak hangi bölgede gerçekleştiğini tespit etme konusunda fMRI cihazı daha yeteneklidir. Ancak beyindeki değişimi fMRI ile 1.5-2 sn. gecikmeyle gözlemleyebilirken EEG ile milisaniye düzeyinde ölçmek olanaklıdır.

1.2.2.1.2. EEG dalgalarının oluşumu ve ölçümü

İnsan beyni frontal, parietal, oksipital ve temporal lob olmak üzere dört bölüme ayrılır (Revlin, 2012). Frontal lob, beynin ön kısmıdır ve çıkarım yapma, yüksek düzeyde bilişsel faaliyetler, motor hareketler ve dil kullanımı ile ilişkilidir. Parietal lob, serebral korteksin orta kısmında bulunmakta ve basınç, dokunma, acı gibi dokunma

duyusuyla ilgili bilgileri işlemektedir. Temporal lob, serebral korteksin alt yanlarında şakak seviyesinde bulunur ve sesler ile konuşma dilinin algılanmasıyla ilgilidir. Oksipital lob ise beynin arka tarafında bulunmaktadır. Görme ile retinadan alınan uyarıların bilgiye dönüştürülmesiyle ilgilidir.

Gerçekleştirdiğimiz bedensel veya zihinsel etkinlikler sırasında, beyinde bir aktivite uyarılır veya düşüğe geçer (Durmuş, 2015). Bu aktivasyonlar sonucunda gözlemlenen EEG işaretleri, farklı frekanslara karşılık gelmektedir. Yani, EEG dalgalarının frekansları gerçekleşen beyin aktiviteleriyle birlikte değişmektedir. Örneğin, yürürken ya da düşünürken beynin farklı bölgelerinde farklı ritimler oluşmaktadır. Yapılan araştırmalar sonucunda, bu beyin ritimleri farklı beyin aktiviteleriyle ilişkilendirilmiştir.

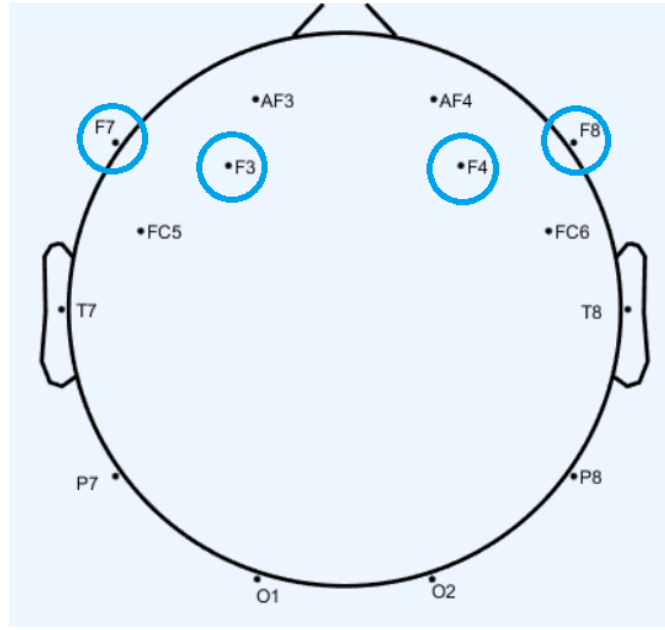
Beyin dalgaları, yavaş dalgalar (yani düşük frekanslı) ile hızlı dalgalar (yani daha yüksek frekanslı) arasında sürekli bir formdadırlar. Beyindeki elektriksel aktiviteler alfa, beta, delta, teta ve gama olmak üzere farklı isimlendirilmişlerdir. Aşağıdaki çizelgede bu beyin ritimlerine ait frekans ve genlik aralıkları verilmiştir.

Çizelge 1.2. *Beyin dalgalarına ait frekans ve genlik aralıkları*

Ritim	Frekans (Hz)	Genlik (μV)
Alfa	8-13	20-200
Beta	13-30	5-10
Delta	1-4	20-200
Teta	4-8	10
Gama	30-80	0.5-2

Kafa derisi yüzeyine yerleştirilen elektrotlar aracılığıyla EEG sinyalleri kaydedilebilmektedir. Elektrotların yerleşiminde kepler kullanılırken modern cihazlarda başlık kullanımıyla da karşılaşılmaktadır. Elektrotlar yerleştirilirken belirli aralıklar gözetilmektedir. Yerleşim konusunda Amerikan Elektroensefalogram Topluluğu'nun belirlediği uluslararası standartlar uygulanmaktadır. Farklı tiplerde elektrotlar kullanılmakla birlikte bu elektrotlar, gümüş klörür (AgCl) veya altın (Au) gibi iletken maddelerden elde edilmektedir. Elektrotların elektriksel aktiviteleri yakalayabilmesi için ise cihazdan cihaza farklılaşmakla birlikte krem, jel veya solüsyon (lens solüsyonu) gibi ürünler kullanılmaktadır.

Elektrotların yerleşiminde, farklı yerleşim sistemleri kullanılmaktadır. Bunlardan uluslararası 10-20 sistemi olarak adlandırılan yerleşim sistemi, 19 kafatası ve 2 kulak elektrotundan oluşmaktadır. Bu çalışmada kullanılan Emotiv Epoc+ cihazının kanal yerleşimi de bu sisteme göre tasarlanmıştır. Şekil 1.2’de bu cihaza ait elektrot yerleşimi görülebilmektedir. Ayrıca şekilde, bu çalışmada dikkate alınan, frontal lob üzerindeki elektrotlar mavi ile işaretlenmiştir (F7, F3, F4, F8).



Şekil 1.2. Emotiv Epoc+ cihazının kanal yerleşimi

1.2.2.1.3. Bilişsel yük ölçümünde EEG kullanımı

EEG ile bilişsel yük ölçülürken, olay-ilişkili potansiyeller ve beyin salınımları (dalgalanma) olmak üzere iki beyin aktivitesi ölçümü dikkate alınmaktadır (Antonenko ve Keil, 2017). Beyin tarafından üretilen salınımlar ritmiktir ve frekans bantlarıyla tanımlanabilmektedir (Lawton, Hung, Saarela ve Hatfield, 1998). Bilişsel yükü anlayabilmek için EEG salınımlarının spektral özelliklerinin incelenmesi gerekmektedir. Çalışan bellek çalışmalarına bakıldığında çoğunlukla bu salınım aktivitelerinin ele alındığı görülmüştür (ör. Berka vd., 2007; Klimesch, Schimke ve Schwaiger, 1994; Pfurtscheller ve Lopes da Silva, 2004). Araştırmalar, frontal lobun üst düzey bilişsel işlemlerden sorumlu olduğunu (Bos, 2006), alfa bant gücünün ise bilişsel ve bellek performansını yansıttığını ortaya koymaktadır (Gerlic ve Jausovec; 1999; Klimesch,

1999). Bunun yanı sıra, beyinde gerçekleşen çeşitli bilişsel aktiviteler genellikle alfa dalgası ile ilişkilendirilmiştir (Andreassi, 2007). Öte yandan birçok araştırma, bilişsel yükü değerlendirirken alfa, beta ve teta ritimlerini ayrı ayrı veya aynı anda dikkate almıştır (Antonenko ve Niederhauser, 2010; Gerlic ve Jausovec, 1999; Klimesch, 1999; Lee, 2014). Bu araştırmalar, alfadaki artışın bilişsel yükün azalmasına karşılık geldiğini ortaya koyarken (Gerlic ve Jausovec, 1999), hem teta (Gevins ve Smith, 2000) hem de beta (Lee, 2014) aktivitesinin görev zorluğu arttıkça daha yüksek olduğunu göstermiştir. Dolayısıyla bu çalışmada frontal lobdan kaydedilen alfa ve beta bant gücü ortalamalarına odaklanılmıştır. Bu bağlamda, bilişsel yük ile alfa arasında negatif bir ilişki; bilişsel yük ile beta arasında ise pozitif bir ilişki olduğu varsayılmıştır.

1.3. Amaç

Bu araştırmada, farklı bilişsel yük ölçüm yöntemleri işe koşularak (öznel ve nesnel) farklı çoklu görev senaryolarının (sıralı ve eş zamanlı) ve farklı fiziksel ortamların (kütüphane ve kafeterya) öğrenme ve bilişsel yük üzerindeki yansımaları ele alınmıştır. Temel amaç, farklı fiziksel ortamlarda bilgisayar destekli öğrenme ortamı aracılığıyla gerçekleştirilen çoklu görev durumlarının bilişsel yük ve başarıya etkisinin incelenmesidir. Bu amaç doğrultusunda, ampirik çalışmalar dikkate alınarak çalışan bellek kapasitesinin kontrol altına alınmasına karar verilmiş ve bilişsel yükün ölçümünde bilişsel yük ölçeğinin (öznel) yanı sıra EEG'den (nesnel) yararlanılmıştır. Bu bağlamda, aşağıdaki araştırma sorularına yanıt aranmıştır:

1. Bilgisayar destekli gerçekleştirilen çoklu görev durumlarında çalışan bellek kapasitesi, öznel bilişsel yük ve başarı arasındaki ilişki nasıldır?
2. Farklı çoklu görev senaryoları ve fiziksel ortamların başarı ve bilişsel yüke etkisi nasıldır?
3. Bilgisayar destekli çoklu görev durumlarında öznel ve dolaylı bilişsel yük ölçümü ile nesnel ve doğrudan bilişsel yük ölçümü arasındaki ilişki nasıldır?

1.4. Önem

Alanyazın incelendiğinde çoklu görev gerçekleştirmek günümüz nesline atfedilen özgün bir beceri olarak değerlendirilmektedir (Prensky, 2001; Tapscott, 2008). Öte yandan bu bakış açısının bilimsel dayanaklarının zayıf olduğuna ve çoklu görevin bireyin hata yapma oranını artırarak performansı düşürdüğüne ilişkin güçlü savlar da

bulunmaktadır (Bennett, Maton ve Kervin, 2008; Kirschner ve van Merriënboer, 2013). Bu çelişkili bulgular göz önüne alındığında, insan hayatında sıkça karşılaşılan çoklu görev durumlarının daha iyi anlaşılabilmesi için güçlü bilimsel çalışmalara gereksinim duyulduğu belirtilebilir. Bu deneysel araştırmanın farklı fiziksel ortamlarda gerçekleştirilen çoklu görev durumlarının daha iyi anlaşılmasına katkıda bulunacağı düşünülmektedir.

Çoklu görev durumlarını inceleyen araştırmalarda fiziksel ortam olarak çoğunlukla sınıf ortamının tercih edildiği görülmektedir (Fried, 2008; McVaugh, 2012; Rosen vd., 2008). Oysa farklı fiziksel öğrenme ortamlarının çalışan bellek üzerindeki etkisi (Godden ve Baddeley, 1980; Smith ve Vela, 2001) ve çalışan bellek kapasitesinin de çoklu görev performansı üzerindeki etkisi (Bühner vd., 2006; Colom, Martínez-Molina, Shih ve Santacreu, 2010; König vd., 2005) dikkate alındığında, farklı fiziksel ortamlarda (kütüphane ve kafeterya) gerçekleştirilen çoklu görev durumlarının bilişsel yük ve başarı üzerindeki etkisinin incelenmesi, alanyazına değerli bilimsel çıktılar kazandırabilir.

Bu araştırmada, öğrenci davranışlarında sıklıkla gözlenen çoklu görev alışkanlıklarının başarıya ve bilişsel yüke nasıl bir etkide bulunduğunu ortaya koyan veriler elde edilerek, bilişsel yük ve çoklu görev arasındaki ilişkiyi çalışan bellek kapasitesi bağlamında değerlendiren bir deneysel çalışma gerçekleştirilmiştir. Gerek fiziksel ortamın çoklu görev performansı ve bilişsel yüke yansımaları, gerekse nesnel ve doğrudan bilişsel yük ölçümünün işe koşulması bağlamında alanyazında ilkler arasındadır. Ayrıca söz konusu verilerden elde edilen çıkarım ve önerilerin, öğrenme ortamlarının uygun bilişsel yük ve istenen başarı düzeyine erişim bağlamında düzenlenmesine yardımcı olacağı düşünülmektedir.

Araştırma kapsamında bilişsel yükün hem öznel hem de nesnel yöntemlerle ölçülüyor olması, gerek bulguların güvenilirliğini güçlendirecek, gerekse çoklu görev durumlarında bilişsel yükü irdelemek üzere kullanılan değerlendirme araçları hakkında uygulamacılara yeni çıktılar sağlayacaktır. Son olarak, fiziksel ortamdaki dikkat dağıtıcıların gerek bilişsel yüke gerekse öğrenmeye nasıl bir etkide bulunduğu ile ilgili gerçekleştirilen çıkarımların fiziksel ortamların tasarlanması bağlamında uzmanlara veri sağlaması beklenmektedir.

2. YÖNTEM

2.1. Araştırma Deseni

Bu araştırmada bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişkiler, deneysel desenlerden faktöriyel desen kullanılarak incelenmiştir. Faktöriyel desen, bir deneysel çalışmada incelenen ilişkilerin sayısını arttırma olanağı vermektedir (Fraenkel, Wallen ve Hyun, 2012). Bu tasarımın amacı, iki ya da daha çok bağımsız değişken işleminin bağımlı değişken üzerindeki eş zamanlı ve bağımsız etkilerini çalışabilmektir (Creswell, 2012). Temelde gerçek deneysel desenlerden gerek son-test kontrol gruplu desenin gerekse öntest-sontest kontrol gruplu desenin bileşenlerinden yararlanmaktadır. Bu bağlamda başarının irdelenmesi için 3 (çoklu görev) x 2 (fiziksel ortam) x 2 (ölçüm zamanı: ön-son) faktöriyel desenden yararlanılmıştır. Bilişsel yükün irdelenmesi bağlamında ise 3 (çoklu görev) x 2 (fiziksel ortam) faktöriyel desenden yararlanılmıştır. Bu analizlerde etkileşimler anlamlı çıktığında tek faktörlü analizler yardımıyla basit temel etki analizleri de gerçekleştirilmiştir (Huck, 2012).

Araştırmanın bağımlı değişkenleri katılımcıların öğrenme düzeyi ve bilişsel yüküdür. Araştırmanın bağımsız değişkenleri iki farklı fiziksel ortam (Anadolu Üniversitesi Merkez Kütüphanesi ve Eğitim Fakültesi kafeteryası), çoklu görev durumları (sıralı-engelleyici, eş zamanlı-engelleyici ve çoklu görev olmayan durum) ve başarının ölçüldüğü durumlarda iki farklı ölçüm zamanıdır (ön-son). Ortamlarda yaşanan değişkenliklerden kaynaklı bir iç geçerlik sorunu ile karşılaşmamak için söz konusu mekânlar, haftanın aynı günlerinde ve aynı saatlerde kullanılmıştır. Bunun yanı sıra uygulama sırasında fiziksel ortamların ses, ışık, sıcaklık ve nem durumları da düzenli olarak ölçülmüş, alışlagelen ortam niteliklerinden uzaklaşılan sıra dışı gün ve saatlerde (festival, konser, tören, vb.) veri toplanmamıştır. Yine kütüphanenin kalabalık olduğu sınav haftalarında ya da kafeteryanın boş olduğu tatil günlerinde veri toplanmayarak bu tür iç geçerlik sorunlarının önüne geçilmesi sağlanmıştır.

2.1.1. Katılımcılar

Araştırmanın katılımcılarını 2015-2016 Eğitim ve Öğretim Yılı Güz Dönemi'nde Anadolu ve Eskişehir Osmangazi Üniversitelerinde kayıtlı olan (Yaş: 22.27; SS: 1.98) 129 öğrenci oluşturmaktadır. Katılımcıların 66'sı kadındır (%51.2). Katılımcıların seçiminde kolayda örnekleme yöntemi tercih edilmiştir. Bu örnekleme yönteminde araştırmacı, yakın ve erişilmesi kolay bir hedef kitleye yönelir ve bu arayış, örnekleme

girecek kişi sayısı istenen örneklem büyüklüğüne ulaşıncaya dek devam eder (Fraenkel vd., 2012). Katılımcılar, gönüllülük esaslı katılım göstermişler ve araştırmada yer alan bağımsız değişkenlerin düzeylerine seçkisiz olarak atanmışlardır. Katılımcıların deney gruplarına ve fiziksel ortamlara göre dağılımı Çizelge 2.1’de verilmiştir.

Çizelge 2.1. Katılımcıların deney gruplarına göre dağılımı

	Kontrol (Çoklu görev yok)		Eşzamanlı çoklu görev		Sıralı çoklu görev		Toplam	
Fiziksel Ortam	<i>f</i>	%	<i>f</i>	%	<i>f</i>	%	<i>f</i>	%
Kütüphane	22	34.92	20	31.75	21	33.33	63	48.8
Kafeterya	21	31.82	22	33.33	23	34.85	66	51.2
Toplam	43	33.33	42	32.56	44	34.11	129	100.0

Farklı ölçüm zamanlarında denek kaybı yaşandığından ilgili analizlerde toplam örneklem büyüklüğü bağlamında farklı değerler gözlemlenebilmektedir. Bağımsız değişken düzeylerine seçkisiz olarak atanmış olan örneklemde, kontrol grubunda 43, eş zamanlı çoklu görev grubunda 42, sıralı çoklu görev grubunda 44 katılımcı yer almıştır. Yine tüm katılımcıların 66’sı kafeteryada, 63’ü ise kütüphanede deneye katılmıştır. Analizlere göre hangi fiziksel ortamda hangi çoklu görev senaryosunun kaç denek tarafından gerçekleştirildiği bulgularında betimsel değerler tartışılırken özetlenmiştir. Çalışmada yer alan katılımcılar, uygulama sonrasında kişisel tercihlerine göre kitap veya kahve ödülünü kullanmışlardır.

2.2. Veri Toplama Araçları

2.2.1. Demografik bilgi anketi

Demografik bilgi anketinde katılımcılardan cinsiyet ve yaşlarını girmeleri istenmiştir. Çalışma bulgularından haberdar olmak isteyen ya da kura ile dağıtılan hediyelerden yararlanmak isteyen katılımcıların e-posta adresleri de ayrıca depolanmış, ancak bu e-posta listesi kişisel veri güvenliğinin sağlanabilmesi için katılımcılar ile eşleştirilmemiştir.

2.2.2. Başarı testi

Uygulama başında ön bilgi düzeyini, uygulamanın hemen sonrasında ise öğrenme düzeyini ölçmek üzere Dindar (2015) tarafından uzman görüşü ve pilot çalışmalar doğrultusunda geliştirilen 18 soruluk çoktan seçmeli test kullanılmıştır. Bu test,

üniversite öğrencileri ile geliştirilmiş, madde analizleri ve uzman görüşleri doğrultusunda soru ve çeldiricilerde düzenlemeye gidilmiş, daha sonra 572 katılımcı ve 7 farklı deneysel ortamdan oluşan bir çalışmada uygun deney grupları ile kullanılarak ideal iç tutarlılık katsayılarına ulaşılmıştır. Testte yer alan sorular Ek A’da verilmiştir.

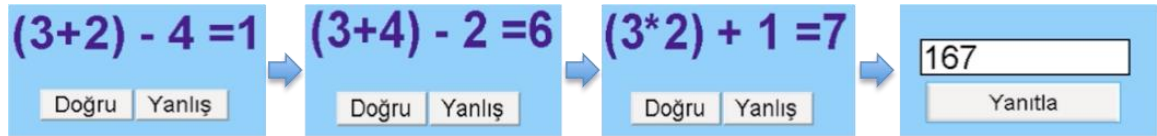
2.2.3. Bilişsel yük ölçeği

Katılımcılar, sıtmanın yaşam döngüsünü anlatan eğitim videosunu seyrettikten hemen sonra tek maddeli 9’lu Likert tipte öznel bilişsel yük ölçeğini puanlamışlardır. Ayrıca, eş zamanlı ve sıralı çoklu görev gruplarındaki katılımcılara, görevler arasında geçiş yaparken ne kadar çaba harcadıklarına ilişkin 9’lu Likert formatında bir algılanan zihinsel çaba sorusu yöneltilmiştir. Ölçek, Paas ve van Merriënboer (1993) tarafından geliştirilmiştir. Derecelendirme ölçeğinde en yüksek puan 9, en düşük puan 1’dir. 5’in altındaki puanlar bilişsel olarak aşırı yüklenilmediğini, üstündeki puanlar ise aşırı yüklenildiğini göstermektedir. Ölçek, Kılıç ve Karadeniz (2004) tarafından Türkçeye uyarlanmıştır. İç tutarlılık katsayısı 0.78 olup bu tez kapsamında kullanımı konusunda yazarlardan gerekli izin alınmıştır (Ek B).

2.2.4. Çalışan bellek kapasitesi testi

Baddeley (1986)’in çalışan bellek modeli, fonolojik döngü (phonological loop) ve görsel-uzamsal kopyalama (visuo-spatial sketchpad) olmak üzere iki alt (köle) sistemi barındıran bir merkezi yürütücüyü içermektedir. İlki fonolojik olarak kodlanan materyalleri (ör. sözcükler, sayılar) kapsarken ikincisi uzamsal ve resimsel materyalleri içerir (Oberauer, Süß, Wilhelm ve Wittman; 2003). Bu nedenle, sözü edilen alt sistemlerin değerlendirilmesi iki farklı çalışan bellek testiyle gerçekleştirilmiştir. Bunlardan birincisi Hesaplama Aralığı (Computation Span) testi olup Ackerman, Beier ve Boyle (2002) tarafından geliştirilmiş; Colom vd. (2010) tarafından bilgisayar ortamına aktarılmıştır. İkincisi ise Nokta Matris (Dot Matrix) testi olup Miyake, Friedman, Rettinger, Shah ve Hegharty (2001) tarafından geliştirilmiş ve yine Colom vd. (2010) tarafından bilgisayar ortamına uyarlanmıştır. Dindar (2015) testlerin geliştiricilerinden gerekli izni alarak Türk kullanıcılarla gerçekleştirdiği bir araştırmada testleri verimli bir biçimde kullanmıştır. Bu tez kapsamında da testlerin kullanılması için araştırmacılardan gerekli izinler alınmıştır (Ek C).

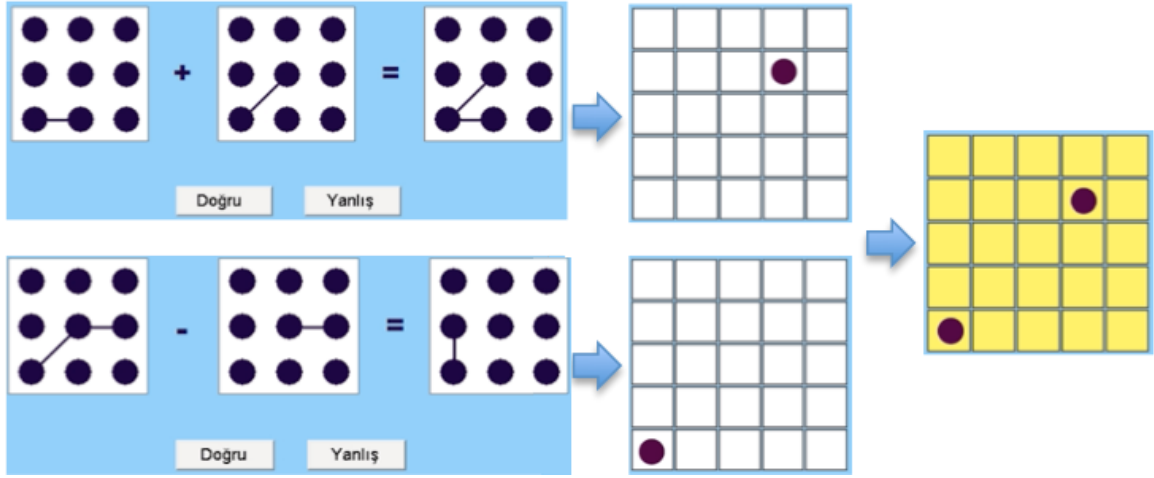
Hesaplama aralığı testinin her bir adımında katılımcılara doğrulama ve hatırlama görevleri verilmektedir. Doğrulama görevinde katılımcıya, ekranda 6 saniye boyunca görünen ve rakamlar arası işlemler içeren basit bir matematik denklemi ile birlikte bu denklemin sonucu gösterilmektedir (Şekil 2.1). Katılımcı ilk adımda, bu işlemin doğru ya da yanlış olduğuna karar vermektedir. Bu doğrulamayı gerçekleştirdikten sonra ise işlem sonucunun doğru ya da yanlış olduğuna bakmaksızın denklem sonucunu hafızasında tutması gerekmektedir.



Şekil 2.1. Hesaplama aralığı testinin ekrandaki görüntüleri

Katılımcılar, art arda ve 3 ile 7 arasında değişen setler halinde bu görevleri tamamlamaktadır. Bu durumda katılımcıların toplamda 3 ile 7 arasındaki denklem sonucunu, ekrana çıkış sıralarına göre hafızalarında tutması gerekmektedir. Katılımcı işlem seti bittiğinde, ekrana çıkan kutucuğa hafızasında tuttuğu işlem sonuçlarını girmektedir. Bu işlemden sonra katılımcıya bir sonraki işlem seti sunulmaktadır. Testte, bu denklem setlerinden 3'lü, 4'lü, 5'li, 6'lı ve 7'li ve her bir denklem setinden 3'er tane olmak üzere toplamda 15 set bulunmaktadır. Sonucu doğru bilinen her bir denklem için katılımcı 1'er puan almaktadır. Öte yandan her denklem setinde katılımcının hafızasında tuttuğu sayıların doğru olması halinde o setteki denklem sayısı 1 ile çarpılarak toplam puana eklenmektedir. Örneğin 4 denklemden oluşan bir sette katılımcı, tüm denklemlere hatasız yanıt verirse 1'er puandan toplamda 4 puan almaktadır. Bu 4 denklem sonucunu hafızasında başarı ile tutması durumunda ise 1×4 puan almaktadır. Sonuç olarak katılımcının bu setten aldığı puan $4+4=8$ olmaktadır.

İkinci çalışan bellek testi olan Nokta Matris testinde de katılımcılardan her adımda iki görevi gerçekleştirmeleri istenmektedir. Görevlerden ilki ekranda çıkan kutucuklarda çizgilerin birbirine eklenmesi ya da birbirinden çıkarılmasına ilişkin verilen denklem sonuçlarının doğruluğuna karar vermektir. İkinci görev ise denklem sonrasında ekranda çıkan 5x5 birimlik bir matriste verilen noktanın konumunu hafızada tutmaktır. Denklemlerin her biri 4,5 saniye ekranda görüntülenirken, konum matrisi 1,5 saniye görüntülenmektedir (Şekil 2.2).



Şekil 2.2. Nokta Matris testi ekran görüntüsü

Nokta Matris testinde her bir set içinde 3 ile 5 arasında değişen denklemler bulunmaktadır. Dolayısıyla katılımcının hafızasında tutması gereken nokta sayısı 3 ile 5 arasında değişmektedir. Testte 3'erli, 4'erli ve 5'erli denklemlerin her birinden 3'er tane olmak üzere toplamda 9 set bulunmaktadır. Her set sonrasında katılımcıdan, hafızalarında tuttıkları nokta konumlarını ekranda sunulan 5x5'lik matriste işaretlemeleri istenmektedir. Test sonunda puan hesaplanırken katılımcıya sonucunu doğru bildiği her bir denklem için 1 puan; denklem setinin bitiminde doğru hatırladıkları nokta konumları için ise denklem sayısı çarpı 1 kadar daha puan verilmektedir. Örneğin bir katılımcı, 3 denklemin verildiği bir sette tüm denklem sonuçlarını doğru bilirse 3 puan almaktadır. Eğer katılımcı denklemler sonrasında verilen noktaların konumlarını doğru hatırlıyor ise $1 \times 3 = 3$ puan daha almaktadır. Bu durumda katılımcının toplam puanı $3 + 3 = 6$ olacaktır. Testlerden alınan toplam puan, tüm setlerden alınan puanların toplanmasıyla hesaplanmaktadır.

2.2.5. Web ortamı

Demografik bilgi anketi, başarı testi, çalışan bellek testleri, öğrenme materyali ve bilişsel yük soruları katılımcılara web arayüzünde sunulmuştur. Ölçme araçlarından elde edilen verilerin yanı sıra tüm etkinliklerde harcanan zaman ve eş zamanlı çoklu görevle öğrenen gruplardaki katılımcıların mesajları da veri tabanına kaydedilmiştir. Web arayüzü, 13 inçlik bir dizüstü bilgisayar monitöründe tam ekran olarak görüntülenmiştir.

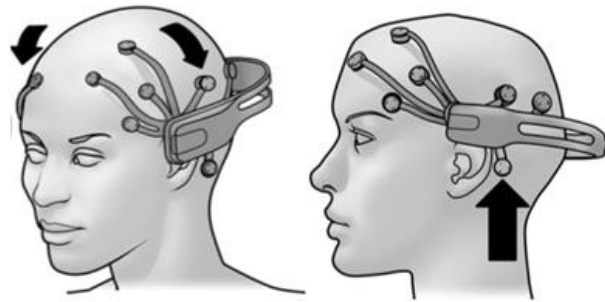
Arayüz sayesinde katılımcıların deney gruplarına seçkisiz olarak atanması da gerçekleştirilebilmiştir.

2.2.6. EEG ölçümü

EEG, vücuda elektrik verilmeden ağrısız ve zararsız bir biçimde beyindeki elektriksel etkinlikleri inceleme olanağı sağlayan bir yöntemdir. EEG ile beyin aktivitelerinin izlenmesi, küçük elektrotların saçlı deri üzerine yerleştirilmesiyle yapılır ve bu veriler anlık olarak bilgisayara kaydedilir. Kaydedilen bu veriler daha sonra yorumlanarak gereksinim duyulan konularda çıkarımda bulunulur.

Bu araştırmada, EEG verisi toplamak için Emotiv Epoc+ EEG (Şekil 2.3) başlığı kullanılmıştır. Başlık, video izleme öncesinde katılımcıların başlarına uygun biçimde yerleştirilerek uygulamanın başlangıcından bitimine kadar katılımcıların beyinlerinde gerçekleşen elektriksel faaliyetler kayıt altına alınmıştır. Başlığın kolay taşınabilmesi, verilerin dijital ortama kolay aktarımı ve zamansal çözünürlüğün yüksek olması veri toplamayı kolaylaştırmaktadır.

Emotiv Epoc+, araştırma uygulamaları için tasarlanmış, yüksek çözünürlüklü, çok-kanallı, şarj edilebilir ve kablosuz kolay taşınabilir bir sistemdir. Emotiv Xavier Testbench adı verilen bir arayüz yardımıyla gerçek zamanlı olarak veri akışı, iletişim kalitesi, FFT, jiroskop (gyro), kablosuz ağ paket alımı/kaybı, işaretleyici olayları ve başlığın pil düzeyi görüntülenebilmektedir. Bu arayüz yardımıyla veriler denek veya kayıt adı verilerek kaydedilebilmektedir. Ön tanımlı ve özel alt-bant histogram ekranı yardımıyla delta, teta, alfa, beta özel bantları anlık olarak görüntülenebilmektedir. Cihazın teknik özellikleri Ek D’de sunulmuştur.



Şekil 2.3. Emotiv Epoc+ EEG Başlığı

2.2.7. Video kamera kaydı

Ana uygulama olan video izleme süreci her bir katılımcı için video kamera ile kayıt altına alınmıştır. Uygulamalardan sonra her bir katılımcıya ait klasör oluşturulmuş ve video kaydı, EEG verisi ile birlikte bu klasöre kaydedilmiştir. Daha sonra bu kayıtlar harici depolama biriminde saklanmaya devam edilerek muhafaza edilmiştir.

2.2.8. Araştırmacı gözlem formu

Uygulama sırasında fiziksel ortamın ses, ışık, sıcaklık ve nem değerleri Ek E’de teknik özellikleri verilen çok fonksiyonlu bir çevre ölçüm cihazı yardımıyla ölçülmüş ve her bir kullanıcı için en düşük ve en yüksek değerler belli aralıklarla Ek F’de verilen forma araştırmacı tarafından not edilmiştir. Bunun yanı sıra ortamda bulunan insan yoğunluğunu anlayabilmek amacıyla, deney süresince fiziksel ortamdaki toplam birey sayısı ve katılımcıya yakın (ön, sağ ve sol) masalarda oturan toplam birey sayısının en düşük ve en yüksek değerleri de zaman aralıklarıyla birlikte kayıt altına alınmıştır.

2.3. Deney Materyalleri ve Tasarımı

2.3.1. Eğitim videosu

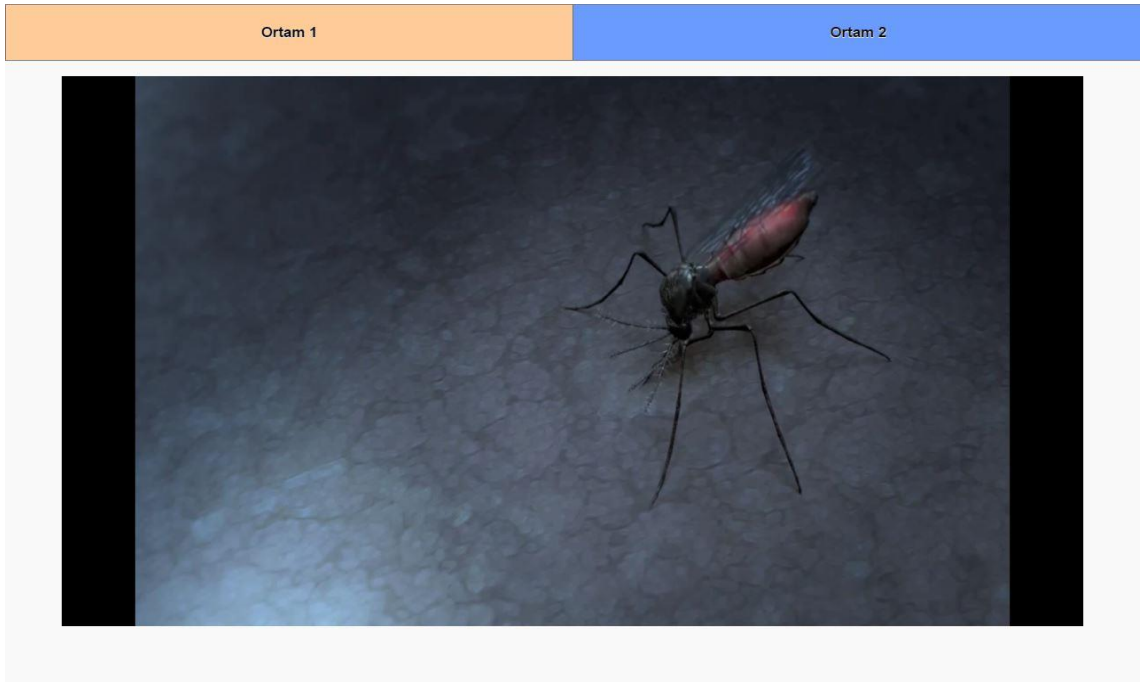
Araştırmada, Dindar ve Akbulut (2016) tarafından geliştirilen bilgisayar destekli çoklu görev ortamı yeniden düzenlenerek kullanılmıştır. Deney ortamında yer verilen eğitim videosu, Howard Hughes Medical Institute tarafından hazırlanmıştır (<https://www.hhmi.org>). Animasyon içerikli bu video, araştırmada kullanılmak üzere ilgili kurumdan izin alınarak Türkçeye uyarlanmış ve uzman seslendiriciler tarafından seslendirilmiştir (Dindar ve Akbulut, 2016). Söz konusu animasyon, sıtma parazitinin sivrisinek ve insan kan dolaşımındaki yaşam döngüsüne ilişkin olup toplam süresi 9 dakika 04 saniye ve çözünürlüğü 1280x720 pikseldir. Öğrenme materyalinin içeriği belirlenirken katılımcıların daha önce karşılaşmadığı bir konu olmasına dikkat edilmiştir. Böylelikle, deney gruplarında yer alan katılımcıların ön bilgi bağlamında denk olması amaçlanmıştır.

2.3.2. Deney materyalleri

Web tabanlı deney ortamı, öğrenme gruplarına göre üç kategoriye ayrılmaktadır. Bunlar şöyledir: sıralı (Salvucci ve Taatgen, 2008) ve engelleyici (Kraushaar ve Novak, 2010) çoklu görev durumlarının katılımcılara sunulduğu birinci ortam (sıralı-

engelleyici); eş zamanlı (Salvucci ve Taatgen, 2008) ve engelleyici (Kraushaar ve Novak, 2010) çoklu görev etkinliğinin yer aldığı ikinci ortam (eş zamanlı-engelleyici); hiçbir çoklu görev durumunun olmadığı üçüncü ortam (kontrol).

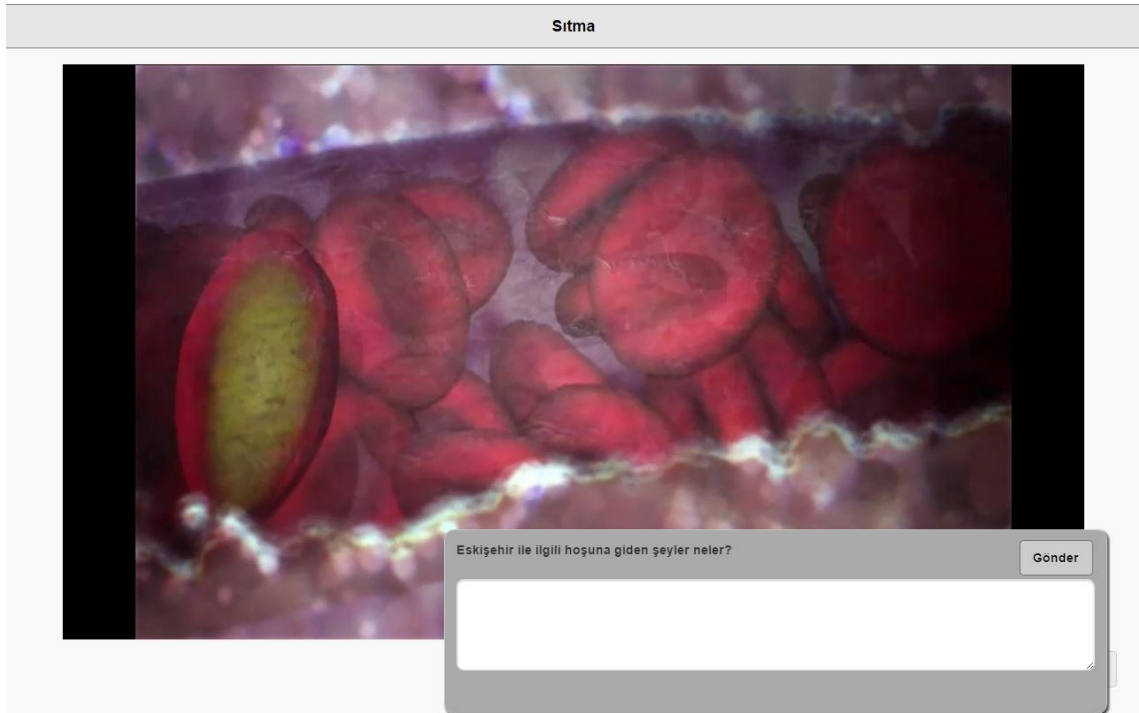
Sıralı ve engelleyici çoklu görev durumu, öğrencilerin bir yandan ders çalışırken diğer yandan sosyal ağlara ya da video sitelerine kısa süreli geçişler yapıp kısa videolar izledikten sonra ders çalışmaya geri dönmelerinden esinlenerek oluşturulmuştur (Dindar ve Akbulut, 2016). Bu ortamda iki sekme bulunmaktadır (Şekil 2.4). Bunlardan birinde eğitim videosu yer alırken diğerinde eğitimle ilgisiz videolar yer almaktadır. Katılımcılar ortama giriş yaptıklarında ilk sekmede yer alan eğitim videosu otomatik olarak başlatılmaktadır. Belli bir süre sonra birinci sekmedeki video duraklayarak ikinci sekmenin başlığı yanıp sönmektedir. Katılımcı bu sekmeye tıkladığında eğitimle ilgisiz komik kategorisindeki video otomatik olarak oynatılmaktadır. Daha sonra bu videonun duraklamasıyla katılımcının birinci sekmeye geçiş yapması gerekmektedir. Bu gruba seçkisiz olarak atanan katılımcılar sekmeler arasında geçiş yaparak çoklu görevle öğrenme etkinliğini tamamlamaktadır.



Şekil 2.4. Sıralı çoklu görev ekranı

İkinci ortamda yer alan eş zamanlı ve engelleyici çoklu görev durumu, öğrencilerin bir yandan ders çalışırken diğer yandan çevrimiçi mesajlaşmasından

esinlenerek tasarlanmıştır. Öğrenme ortamlarında bu durumla sıkça karşılaşıldığı ve alanyazında da araştırıldığı görülmektedir (Bowman vd., 2010; Ragan, Jennings, Massey ve Doolittle, 2014). Bu çoklu görev etkinliğinde katılımcılardan, eğitim videosunu izlerken aynı anda çevrimiçi olarak onlara yöneltilen sorulara karşılık vermeleri beklenmektedir. Mesaj, ekranın sağ alt köşesinde beliren bir sohbet penceresiyle katılımcılara iletilmekte ve aynı pencereden yanıt verilebilmektedir (Şekil 2.5).



Şekil 2.5. *Eş zamanlı çoklu görev örneği*

Üçüncü ortam ise çoklu görev durumunun olmadığı ortamdır. Bu gruptaki katılımcılar sıtmanın yaşam döngüsü videosunu kesintisiz bir şekilde baştan sona izlemişlerdir. Deneysel tasarımda yer alan üç ortama katılımcılar, seçkisiz olarak atanarak yukarıda sözü edilen etkinlikleri tamamlamışlardır.

2.3.3. Fiziksel ortamlar

Deneylerin gerçekleştirildiği fiziksel ortamlar, öğrencilerin ders çalışmak için tercih ettikleri yerler dikkate alınarak belirlenmiştir. Bunlardan ilki Anadolu Üniversitesi Merkez Kütüphanesi'nde sessiz bir çalışma odasıyken ikincisi aynı

üniversitenin eğitim fakültesine ait kafeteryadır (Şekil 2.6). Bu ortamları kullanmak için resmi izinler alınarak deney süresince yalnızca bu amaçla kullanılması sağlanmıştır.

Kütüphanedeki oda, geniş ve sessiz çalışma salonunda yan yana konumlandırılan, üniversite öğrencilerinin kullanımına açık odalardan bir tanesidir. Bu odada deney süresince, yalnızca araştırmacı ve katılımcı olmak üzere iki kişi bulunmuştur. Kafeterya ise eğitim fakültesi öğrencilerinin kullanımına sunulan ortak alandır. Burada, kütüphaneye benzer biçimde araştırmacı ve katılımcı masaları yan yana bulunurken, katılımcıya yakın masalardaki (ön, sağ ve arka) insan sayısı deney boyunca değişkenlik göstermiştir. Deneyler süresince, ortamlardaki ses, ışık, sıcaklık ve nem parametrelerine yönelik değerlerin yanı sıra çevredeki insan sayısı da araştırmacılar tarafından gözlem formuna kaydedilmiştir.



Şekil 2.6. Fiziksel ortamlardan fotoğraflar

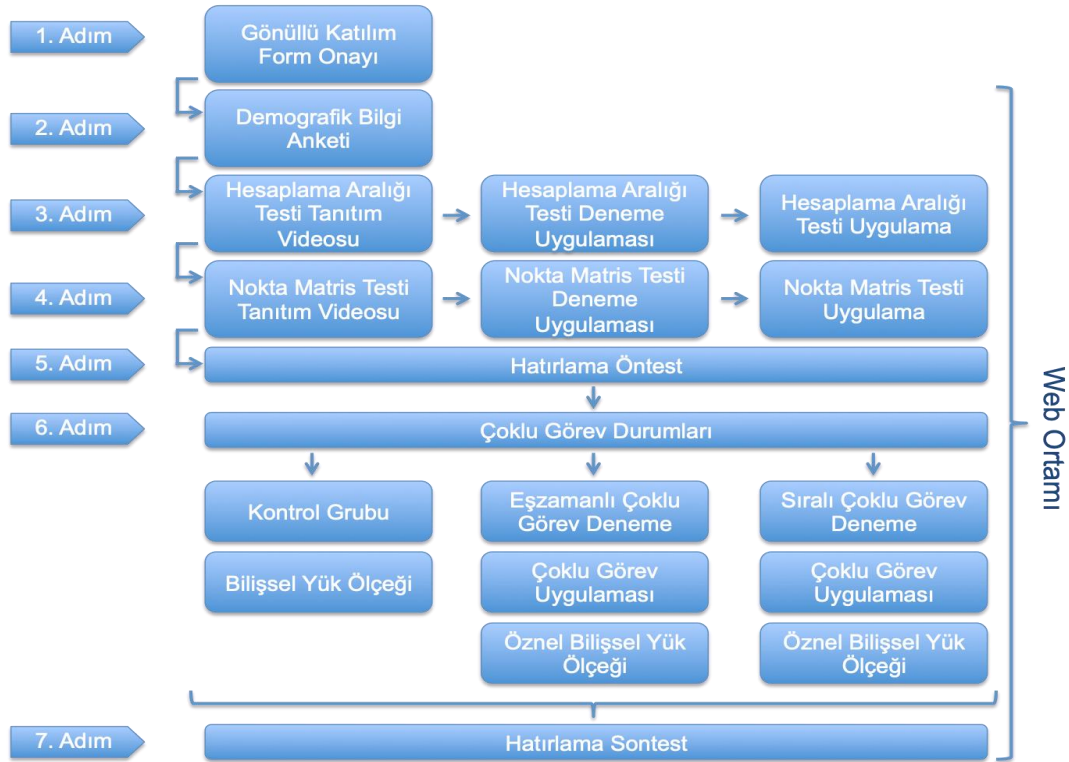
2.4. Verilerin Toplanması

Araştırmanın verileri, Anadolu Üniversitesi Etik Kurulu kararıyla (Ek G) Anadolu ve Eskişehir Osmangazi Üniversitelerinde 2015-2016 Eğitim ve Öğretim Yılı Bahar Dönemine kayıtlı lisans ve yüksek lisans öğrencilerinden toplanmıştır. Araştırmacılar, öğrencilere çalışma hakkında ayrıntılı bilgi vermişler ve katılmayı kabul eden öğrenciler Araştırma Gönüllü Katılım Formu'nu (Ek H) imzalayarak araştırmaya dâhil olmuşlardır. Gönüllü öğrencilerin hangi fiziksel ortamda (kütüphane ya da kafeterya),

hangi web tabanlı deney ortamına (kontrol, eşzamanlı ve sıralı) dâhil olacakları seçkisiz olarak belirlenmiştir.

Katılımcılar gruplara atandıktan sonra, üzerinde dizüstü bilgisayar, bu bilgisayara bağlı kulaklık ve Emotiv Epoc+ EEG başlığının bulunduğu bir masaya oturtulmuştur. Araştırmacı, her iki ortamda katılımcının sağ yanına konumlandırılan masada uygulama sürecini takip etmiş ve sağlıklı bir şekilde yürütülmesini sağlamıştır. Bu veri toplama süreci Şekil 2.7’de adım adım verilmiştir.

Buna göre katılımcılar, imzalı olarak verdikleri gönüllü katılım onayının yanı sıra bilgisayar ortamında da buna onay vermişlerdir. Ardından demografik bilgi anketini doldurarak uygulamaya devam etmişlerdir. EEG başlığı, öğrenme videosu başlamadan hemen önce (6. Adım), araştırmacı tarafından katılımcının başına doğru ve uygun şekilde yerleştirilmiş, ayrıca tüm elektrotların doğru çalışıp çalışmadığı başlığa ait Emotiv Xavier Testbench yazılımı yardımıyla kontrol edilmiştir. Bu işlemler tamamlandıktan sonra, katılımcılardan kulaklığı takarak uygulamaya devam etmeleri istenmiştir. Video kamera kaydı ise EEG cihazının takıldığı sırada başlatılmış ve gerek görülen zamanlarda, katılımcının hareketlerinden kaynaklanan artifaktların (gürültü) belirlenmesi sürecinde yararlanılmıştır.



Şekil 2.7. Veri toplama aşamaları

Uygulamaya başlamadan önce her bir katılımcı, gerçekleştireceği işlem adımları hakkında araştırmacı tarafından bilgilendirilmiştir. Ayrıca 6. aşamaya geçişte EEG cihazı takılı olduğundan, bu süre boyunca katılımcıların mümkün olduğu kadar sabit kalmaları istenmiş böylece sıra dışı (eli başa götürmek gibi istenmeyen) hareketlerin etkisinin azaltılması ve sağlıklı EEG verisi elde edilmesi amaçlanmıştır. Buna rağmen 26 katılımcının verileri sıra dışı düzeyde gürültü, hareket ve uç değer barındırdığından, bu katılımcılara ait EEG verileri, bu verilerin kullanıldığı analizlerin dışında tutulmuştur. Kalan katılımcıların ise alanyazında da dikkate alındığı üzere, bilinen bir nörolojik rahatsızlığının olmadığı ve hepsinin sağ elini kullandığı teyit edilmiştir (Durmuş, 2015; Rowland, Meile ve Nicolaidis, 1985; Zarjam, Epps ve Chen, 2010).

2.5. Verilerin Analizi

Verilerin analizinde IBM SPSS Statistics 24 programı işe koşulmuştur. Sürekli değişkenler arasındaki ilişkileri görebilmek için korelasyon katsayıları kullanılmıştır. İlk olarak, gruplar arasında fark olup olmadığını görebilmek için katılımcıların ön bilgileri karşılaştırılmıştır. Daha sonra, son test puanlarını karşılaştırmak amacıyla, çalışan bellek puanları kontrol değişkeni olarak kullanılarak iki faktörlü kovaryans analizi (ANCOVA) işe koşulmuştur. Farklı iki fiziksel ortam ve üç farklı çoklu görev durumları ise gruplar arası değişkenleri oluşturmaktadır. Bu analizlerde de çalışan bellek kapasitesi kontrol değişkeni olarak kullanılmıştır.

Bilişsel yük ve algılanan zihinsel çaba irdelenirken bağımsız gruplar için iki faktörlü varyans analizi (ANOVA) kullanılmıştır. Tüm parametrik testlerden önce, normallik varsayımını test etmek için basıklık ve çarpıklık değerleri kontrol edilmiştir (Huck, 2012). Hata varyanslarının eşdeşliğini test etmek için Levene's testinden yararlanılmıştır. Yapılan analizlerde anlamlılık düzeyi $p=.05$ olarak belirlenmiştir ancak çok sayıda test gerçekleştirildiği durumlarda I. tip hata olasılığını azaltmak amacıyla Bonferroni uyarlaması dikkate alınmıştır. Bu uyarlamada daha önce belirlenen anlamlılık düzeyinin (.05) yapılan karşılaştırma sayısına bölünerek yeni anlamlılık düzeyinin belirlenmesi önerilmektedir (Huck, 2012). Bunların yanı sıra, etki büyüklüğü indisleri ve gözlenen güç değerleri de rapor edilmiştir.

Son olarak, alanyazında hipotez testlerinin varsayılan ya da tek analiz yöntemi olarak ele alınmaması önerilmektedir (Kruschke ve Liddell, 2018). Bu bağlamda, son zamanlarda belirsizliğin nicelleştirilmesi irdelenirken sıklıkçı (frequentist) anlayıştan

Bayesian anlayışa bir geçiş gözlenmektedir. Bu nedenle, JASP programı kullanılarak Bayes faktörleri de hesaplanmış (JASP Team, 2018) ve mevcut bulguların sıklıkçı yorumlamasından sonra raporlaştırılmıştır.

2.6. EEG Verilerinin Analize Hazırlanması

EEG sinyallerinin analizinde istatistiksel ve parametrik analiz yöntemleri kullanılmaktadır. Bir EEG analizinin yapılması yorumlanabilmesi için birçok sayıda ve uzunlukta veriye gereksinim vardır. Dolayısıyla EEG verilerinin analiz aşamasına kadar getirilebilmesi uzun zaman alabilmektedir.

Bu çalışmada EEG sinyallerinin analize hazırlanması için gerekli olan ön işleme aşamaları EEGLAB ile gerçekleştirilmiştir. EEGLAB, Kaliforniya Üniversitesi bünyesinde hizmet veren Swartz Center for Computational Neuroscience (SCCN, the University of California, San Diego) tarafından sağlanan ve MATLAB'ın çapraz platformu altında çalışan açık kaynak kodlu ve etkileşimli bir araç kutusudur. Bilimsel çalışmalarda sıkça kullanılan bu araç, EEG verilerinin hem ön işleme hem de analiz aşamalarında kullanılmaktadır (Delorme ve Makeig, 2004). Araç, etkileşimli bir kullanıcı arayüzüne sahip olduğu gibi kullanıcılar tarafından oluşturulan özel kodlar ile de çalıştırılabilmektedir. Aracın etkili kullanımına ilişkin öğretici materyaller ve dokümanlar araştırmacılara açık olarak sunulmaktadır (SCCN, 2017).

Bu bağlamda, bu çalışmada Emotiv Epoc+ cihazından “.edf” formatında elde edilen verilerin ön işleme aşamaları EEGLAB ile gerçekleştirilmiş ve ardından her bir kanala ait ortalama frekans bant güçleri MATLAB kod satırı yardımıyla elde edilmiştir. Bu çalışmada frontal loba ait alfa ve beta bant gücü ortalamalarına odaklanılmıştır.

2.6.1. Ön işleme

EEG verileri farklı türlerde artifakt yani beyin aktivitesi dışında farklı aktivitelere ilişkin veriler barındırabilmektedir. Bu tip verilerin var olduğu veri setleriyle doğru çıkarımlar gerçekleştirmek oldukça güçtür. Dolayısıyla toplanan verilerin, bir takım ön işlem aşamalarıyla artifaktan arındırılması gerekmektedir. Bu araştırma kapsamında aşağıdaki ön işleme aşamaları takip edilmiştir (Dickter ve Kieffaber, 2013; SCCN, 2017):

1. Veri setinin 1 Hz'de yüksek geçiren ve 30 Hz'de alçak geçiren filtrelenmesi
2. Veri setinin kanal ortalamalarına yeniden referanslandırılması

Doğrusal eğilimleri gidermek için genellikle veriyi yüksek geçiren filtrelemek tercih edilmektedir. Bunun yanı sıra, bu tezde veriyi 30 Hz'de alçak geçiren filtrelemenin kullanılma amacı ise ilgilenilen dalgaların frekans aralıklarıyla ilgilidir. Sürekli veri, bağımsız bileşenler analizinden önce filtrelanmaktadır. Sürekli verilerin filtrelenmesi sonraki aşamalarda yapılacak bağımsız bileşen ayrıştırmasında kolaylık sağlamaktadır (Winkler, Debener, Müller ve Tangermann, 2015).

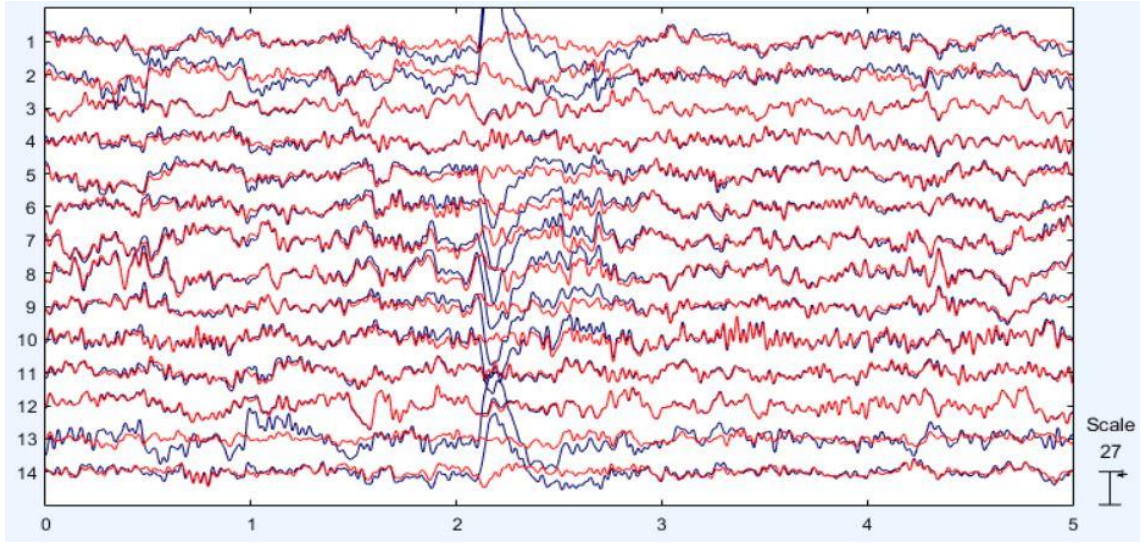
Bu işlemlerin ardından verilerde yer alan artifaktlar göz yoluyla tespit edilerek veri setinden uzaklaştırılmıştır (Dickter ve Kieffaber, 2013; SCCN, 2017). Bu işlemleri takiben bağımsız bileşenler analizi işlemine geçilmiştir. Literatürde birçok yöntemle karşılaşmakla birlikte en yaygın olanları Bağımsız Bileşenler Analizi-BBA (Independent Component Analysis-ICA) (Barbati, Porcaro, Zappasodi, Rossini ve Tecchio, 2004; Xue, Li ve Li, 2006) ve filtreleme (He, Wilson ve Russell, 2004; Repovs, 2010) yöntemlerdir. Bu yöntemlerle, nörolojik bilgi kaybedilmeden veriyi arındırma işlemleri gerçekleştirilebilmektedir.

2.6.2. Bağımsız bileşenler analizi (BBA)

BBA, çok değişkenli istatistiksel verilerin kendilerine özgü faktör veya özelliklerinin bulunması amacıyla kullanılan matematiksel bir analiz yöntemidir (Hyvarinen, Karhunen ve Oja, 2001). BBA, farklı sinyallerin farklı fiziksel kaynaklardan elde edildiğini kabul eder. Örneğin, dinlenen bir beste, farklı enstrümanlardan elde edilen sinyallerin bir bütünüdür. Dolayısıyla, bu sinyallerin kaynakları farklı olduğundan birbirlerinden bağımsız oldukları ifade edilebilir. Bu nedenle, BBA'da, farklı fiziksel kaynaklardan elde edilen sinyallerin istatistiksel olarak bağımsız olduğunu varsayılmaktadır (Özdamar, 2009). Kısaca BBA'da amaç, elde edilen EEG verilerinden ilgilenilen kaynak sinyallerin ayrıştırılmasıdır. Bu sayede EEG verileri bileşenlerine ayrılabilen ve gürültü yani artifakt olarak belirlenen değişkenler veri setinden uzaklaştırılmaktadır. Böylece ilgilenilen bilişsel faaliyetler daha iyi kavranabilmektedir.

Bu bağlamda veriler, EEGLAB'a aktarıldıktan sonra kanalların içe aktarılması gerçekleştirilmiş; yüksek ve alçak geçiren FIR (Finite Impulse Response) filtre kullanılarak gürültü ayıklama işlemi yapılmıştır. Kanallar ortalamaya yeniden referanslandırılmış ve ardından EEGLAB'da BBA algoritmalarından sıkça kullanılan RunICA kullanılarak veriler bağımsız bileşenlerine ayrılmıştır. Bağımsız

bileşenlerin ayırt edilmesi ve veri setinden uzaklaştırılması konusunda SCCN (2017) tarafından önerilen aşamalar dikkate alınmıştır. Buna göre kaş ve göz çevresinde bulunan AF3, AF4, F7 ve F8 kanallarında bulunan artifakt olarak belirlenen bileşenler veri setlerinden uzaklaştırılarak izleyen aşamalarda kullanmak üzere daha temiz veri setlerinin elde edilmesi amaçlanmıştır. Aşağıda verilen Şekil 2.8’de kanal verilerinin BBA düzeltmesinden önceki ve sonraki halini görmek mümkündür.



Şekil 2.8. BBA işlemi öncesi ve sonrası (mavi: çıkarma öncesi; kırmızı: çıkarma sonrası)

3. BULGULAR

Araştırma kapsamında, toplanan verilerle uygun parametrik analizler gerçekleştirilmiştir. Bu analizler sonucunda elde edilen bulgular, her bir araştırma sorusuna karşılık gelecek biçimde ilerleyen bölümlerde başlıklar halinde verilmiştir.

3.1. Çalışan Bellek Bileşenleri, Başarı ve Öznel Bilişsel Yük Arasındaki İlişki

Öncelikle değişkenler arasındaki Pearson korelasyon katsayıları hesaplanmıştır (Çizelge 3.1). Başarı ve öznel bilişsel yük arasındaki ilişki anlamlı değilken, başarı ile her iki çalışan bellek yapısı arasında anlamlı ilişkiye rastlanmıştır. Bu nedenle çalışan bellek, başarı ile ilgili parametrik testlerde kovaryans değişkeni olarak kabul edilmiştir.

Çizelge 3.1. *Bilişsel yük, çalışan bellek bileşenleri ve başarı arasındaki ilişki*

Değişkenler	İstatistikler	ÖBY	HAT	NMT
Öznel bilişsel yük (ÖBY)	r	-		
	p			
Hesaplama aralığı testi (HAT)	r	-0.062	-	
	p	0.483		
Nokta matris testi (NMT)	r	-.260**	.392**	-
	p	0.003	0.000	
Son-test (Başarı)	r	-0.132	.222*	.222*
	p	0.135	0.012	0.012

* İlişki 0.05 düzeyinde anlamlıdır. ** İlişki 0.01 düzeyinde anlamlıdır.

Tüm deney gruplarında ele alınan öznel bilişsel yükün yanı sıra, çoklu görev gruplarında yer alan 86 katılımcıdan görevler arası geçiş yaparken ne kadar zorlandıklarına ilişkin harcadıkları zihinsel çabayı derecelendirmeleri istenmiştir. Algılanan zihinsel çaba ile öznel bilişsel yük arasında ($r=0.315$; $p=0.003$) anlamlı ilişki olduğu gözlenmiştir. Buna karşın, son-test ile öznel bilişsel yük arasındaki ilişki anlamlı değilken, son-test ile algılanan zihinsel çaba arasındaki ilişki anlamlıdır ($r=-0.266$; $p=0.013$). Öte yandan algılanan zihinsel çaba ile hesaplama aralığı ($r=-0.005$; $p=0.96$) ve nokta matris testleri ($r=-0.129$; $p=0.235$) arasındaki ilişkinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmüştür.

3.2. Çoklu Görev Durumları ile Fiziksel Ortamın Başarı ve Bilişsel Yük Üzerindeki Rolü

Çizelge 3.2’de deney sırasında kaydedilen fiziksel parametrelerin ortalama değerleri özetlenmiştir. Bu değerler, fiziksel ortamlara ait ses, sıcaklık, nem ve ışık ile katılımcının çevresindeki en yakın masalara (ön, sağ ve arka) oturan toplam insan sayısını içermektedir. Kütüphanede, odada yalnızca bir katılımcı ve araştırmacı bulunurken kafeteryada, çevredeki insan sayısı değişkenlik göstermiştir.

Çizelge 3.2. Çevresel parametrelere ait betimsel değerler

	En az		En fazla		Ortalama	
	Kütüphane	Kafeterya	Kütüphane	Kafeterya	Kütüphane	Kafeterya
Ses (dB)	35.68	57.10	47.82	79.97	38.54	73.89
Sıcaklık (°C)	22.90	22.48	27.90	28.57	25.99	25.36
Bağıl nem (oran)	30.07	25.74	56.07	56.70	43.96	41.76
Işık (lux)	46.00	129.55	408.80	243.30	200.61	174.85
Katılımcının						
çevresindeki insan sayısı	1.00	1.00	1.00	20.00	1.00	8.66

Başarı, öznel bilişsel yük ve algılanan zihinsel çaba bağımlı değişkenleriyle ilgili parametrik testler yapılmadan önce hesaplama aralığı testi, nokta matris testi, ön-test, son-test, öznel bilişsel yük, algılanan zihinsel çaba değişkenlerinin çoklu görev grupları ve fiziksel ortamlara göre düzenlenmiş betimsel istatistikler çıkarılmıştır. Çizelge 3.3’te gruplara ait katılımcı sayıları, ortalama değerler ve standart sapma değerleri özetlenmiştir. Kontrol grubuna, algılanan zihinsel çaba sorusu sorulmadığından bu alan boş bırakılmak durumunda kalmıştır.

İlk olarak, deney gruplarının ön bilgi bağlamında denk olup olmadığı irdelenmiştir. Bunu görmek amacıyla iki faktörlü ANOVA gerçekleştirilmiştir. Katılımcılardan elde edilen ön-test puanları karşılaştırıldığında, farklı çoklu görev gruplarında ($F_{(2,123)}=1.391$; $p=0.253$) ve farklı fiziksel ortamlarda ($F_{(1,123)}=0.047$; $p=0.829$) yer alan katılımcılar arasında anlamlı bir farklılık olmadığı gözlenmiştir. Üstelik, bu iki faktörün etkileşiminin de anlamlı olmadığı görülmüştür ($F_{(2,123)}=0.094$; $p=0.911$).

Çizelge 3.3. Çoklu görev durumları ve fiziksel ortamlara ilişkin betimsel istatistikler

Çoklu görev durumu	Fiziksel ortam	n	Hesaplama aralığı testi		Nokta matris testi		Ön-test		Son-test		Öznel bilişsel yük		Algılanan zihinsel çaba		
			$\bar{X}$	SS	$\bar{X}$	SS	$\bar{X}$	SS	$\bar{X}$	SS	$\bar{X}$	SS	n	$\bar{X}$	SS
Kontrol	Kütüphane	22	98.77	21.84	36.5	5.262	3.77	1.93	11.95	3.00	5.91	1.38	UYGULANABİLİR DEĞİLDİR		
(Çoklu görev yok)	Kafeterya	21	106.90	23.80	41.62	8.902	4.00	1.87	11.38	2.87	6.57	1.66			
	Toplam	43	102.74	22.92	39	7.635	3.88	1.88	11.67	2.92	6.23	1.54			
Eşzamanlı çoklu görev	Kütüphane	20	112.80	20.45	42.3	7.63	3.45	1.96	10.85	2.25	5.65	1.66	20	5.45	1.73
	Kafeterya	22	109.18	18.05	39.23	7.764	3.55	1.74	9.86	1.83	6.64	2.28	22	6.23	1.93
	Toplam	42	110.90	19.08	40.69	7.763	3.50	1.82	10.33	2.08	6.17	2.05	42	5.86	1.86
Sıralı çoklu görev	Kütüphane	21	109.52	21.19	41.38	7.235	3.29	1.62	10.48	2.40	6.81	1.40	21	4.57	1.83
	Kafeterya	23	96.61	20.81	37.13	9.607	3.17	1.92	10.91	2.75	6.78	1.70	23	3.48	1.65
	Toplam	44	102.77	21.75	39.16	8.728	3.23	1.76	10.70	2.57	6.80	1.55	44	4.00	1.80
Toplam	Kütüphane	63	106.81	21.71	39.97	7.128	3.51	1.82	11.11	2.62	6.13	1.54	41	5.00	1.82
	Kafeterya	66	104.08	21.39	39.26	8.86	3.56	1.85	10.71	2.56	6.67	1.88	45	4.82	2.25
	Toplam	129	105.41	21.51	39.6	8.037	3.53	1.83	10.91	2.59	6.40	1.73	86	4.91	2.04

Algılanan zihinsel çaba verileri sadece çoklu görev gruplarından (n=86) toplanmıştır.

Katılımcılara ait son-test puanları üzerinden iki faktörlü gruplar arası ANCOVA gerçekleştirilmiştir (Çizelge 3.4). Gruplar arası değişkenler, çoklu görev durumları (kontrol, eşzamanlı, sıralı) ve fiziksel ortamlardır (kütüphane, kafeterya). İki çalışan bellek yapısı arasında yüksek bir ilişkiye rastlandığından çoklu doğrusallık problemini ortadan kaldırmak amacıyla kovaryans değişkeni olarak yalnızca hesaplama aralığı puanı dikkate alınmıştır. Basıklık ve çarpıklık değerleri -1 ile +1 arasında yer aldığından normal dağılım göstermektedir (Huck, 2012). Hata varyanslarının eşdeşliğini irdelemek amacıyla yapılan Levene's testi sonucunda ise bağımlı değişkene ait hata varyansının gruplar arasında eşdeş olduğu görülmüştür ($F=1.191$; $p=0.317$).

Çizelge 3.4. Başarı puanlarına ilişkin gruplar arası iki faktörlü ANCOVA sonuçları

Varyansın kaynağı	KT	sd	KO	F	p	η_p^2	Gözlenen Güç ^b
Düzeltilmiş model	119.570 ^a	6	19.928	3.289	0.005	0.139	0.923
Kesim (Intercept)	253.172	1	253.172	41.778	0.000	0.255	1.000
Eşdeğişken	62.798	1	62.798	10.363	0.002	0.078	0.891
Çoklu görev durumu	53.449	2	26.725	4.410	0.014	0.067	0.751
Fiziksel ortam	2.502	1	2.502	0.413	0.522	0.003	0.098
Deney koşulu*Ortam	21.048	2	10.524	1.737	0.180	0.028	0.359
Hata	739.314	122	6.060				
Toplam	16205.000	129					
Düzeltilmiş Toplam	858.884	128					

Eşdeğişken: Çalışan bellek (Hesaplama aralığı testi).

^a R Squared = 0.139 (Adjusted R Squared = 0.097).

^b Computed using alpha = 0.05.

Kovaryans analizi sonucunda, ne fiziksel ortamlardan ($p=0.522$) ne de fiziksel ortam ve çoklu görev durumlarının etkileşiminden kaynaklı ($p=0.180$) olarak başarıya ilişkin anlamlı bir farklılığa rastlanmamıştır. Ancak, çoklu görev grupları arasında orta etki büyüklüğünde anlamlı bir farklılık olduğu görülmüştür ($p=0.014$; $\eta_p^2=0.067$). Bonferroni düzeltmesi yapılarak gruplar karşılaştırıldığında, başarı bağlamında kontrol grubu ($\bar{X}=11.755$; $SEM=0.376$) ile sıralı çoklu görev grubu ($\bar{X}=10.774$; $SEM=0.372$) arasında anlamlı bir fark görülmezken ($p=0.197$) kontrol grubunun eşzamanlı çoklu görev yapan gruptan ($\bar{X}=10.168$; $SEM=0.385$) daha başarılı olduğu görülmüştür ($p=0.012$). Bunun yanı sıra, sıralı ve eşzamanlı gruplarının birbirine çok yakın olduğu görülmüştür ($p=0.786$).

Bayesian bakış açısı mevcut bulguları desteklemektedir. Bayes faktörü, yokluk (null) modeline göre çoklu görev durumları modeli için küçük de olsa bir kanıt sağlamaktadır ($BF_{10}=1.019$). Öte yandan, fiziksel ortam modeli ($BF_{10}=0.266$) ya da

fiziksel ortam ile çoklu görev etkileşimi modeli için ($BF_{10}=0.255$) bir kanıt gözlemlenememiştir (Cumming, 2013; Lee ve Wagenmakers, 2013; Jeffreys, 1998).

Başarı değişkeni bağlamında eşzamanlı çoklu görev grubunda gözlenen kaybın özellikle çevrimiçi mesajlaşmalardan kaynaklanıp kaynaklanmadığını görmek için, öğrencilerin mesajlaşmaları sırasındaki içeriklere karşılık gelen başarılarıyla (42.53%; $SS=13.47$) diğer durumlardaki başarı ortalamaları (67.29%; $SS=14.4$) hesaplanmış ve karşılaştırılmıştır. Farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu ve büyük bir etki büyüklüğüne sahip olduğu görülmüştür ($Pillai's Trace=0.677$; $F_{1,41}=86.03$; $p<0.001$; $\eta_p^2=0.677$).

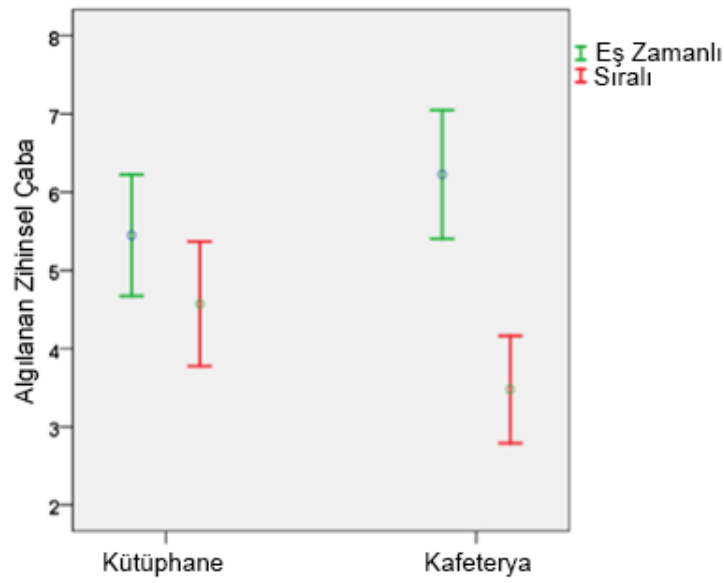
Başarıya ilişkin analize ek olarak, çoklu görev durumları ve fiziksel ortamlar arasında öznel bilişsel yük bağlamında fark olup olmadığını görebilmek amacıyla iki faktörlü ANOVA gerçekleştirilmiştir (Çizelge 3.5). Ne temel etkilerin ne de bu iki değişkene ait ortak etkinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür. İlgili Bayes faktörleri, çoklu görev koşulları modeli ($BF_{10} = 0.319$), fiziksel ortamlar modeli ($BF_{10} = 0.789$) ve etkileşim modeli ($BF_{10} = 0.243$) üzerindeki yokluk modelini desteklemiştir. Ancak gözlenen güç değerlerinin yeterli olmadığı da görülmüştür. Bu bağlamda, fiziksel ortamın ana etkisi daha büyük bir örneklem ile ileriki araştırmalarda değerlendirilebilir.

Çizelge 3.5. Öznel bilişsel yük için gruplar arası iki faktörlü ANOVA özeti

Varyansın kaynağı	KT	sd	KO	F	p	η_p^2	Gözlenen güç
Çoklu görev durumu	10.748	2	5.374	1.837	0.164	0.029	0.377
Fiziksel ortam	9.406	1	9.406	3.216	0.075	0.025	0.428
Çoklu görev * Fiziksel ortam	5.774	2	2.887	0.987	0.376	0.016	0.219
Hata	359.753	123	2.925				
Toplam	5674,000	129					

Son olarak, çoklu görev gruplarında yer alan 86 katılımcı için görev geçişlerinde harcadıklarını bildirdikleri zihinsel çabaları bağlamında, gruplar arası iki faktörlü ANOVA gerçekleştirilmiştir. Çizelge 3.6'da görüldüğü üzere, çoklu görev durumlarının temel etkisi istatistiksel olarak anlamlı çıkmıştır ve büyük bir etki büyüklüğüne sahiptir. Yani çoklu görev gerçekleştirirken eşzamanlı çoklu görev yapan katılımcıların algıladığı zihinsel çaba (5.86; $SS=1.86$) sıralı çoklu görev yapan katılımcıların algıladığına göre (4.00; $SS=1.80$) daha yüksektir ($\eta_p^2=0.212$). İki fiziksel ortam

arasındaki fark anlamlı değildir ($p=0.683$). Ancak, çoklu görev durumları ve fiziksel ortamların etkileşiminin etkisi istatistiksel olarak orta etki büyüklüğüyle birlikte anlamlı çıkmıştır ($p=0.018$; $\eta_p^2=0.067$). Yani, eşzamanlı ve sıralı çoklu görev yapan katılımcıların harcadıkları zihinsel çaba, fiziksel ortamlara göre değişmiştir. Bayes faktörü, etkileşim modeli ($BF_{10}=424$) için güçlü, çoklu görev durum modeli ($BF_{10}=1.74$) için ise küçük düzeyde bir kanıt sağlamıştır; bununla birlikte, yokluk modeli fiziksel ortam modeline tercih edilmiştir ($BF_{10}=0.242$). Gözlenen etkileşimin etkisini görmek amacıyla Şekil 3.1 hazırlanmıştır.



Şekil 3.1. Fiziksel ortamlar ve deneysel koşullara göre algılanan zihinsel çabanın değişimi (Hata çubukları ± 2 standart hatayı temsil etmektedir)

Çizelge 3.6. Algılanan zihinsel çaba değişkeni için gruplar arası iki faktörlü ANOVA özeti

Varyansın kaynağı	KT	sd	KO	F	p	η_p^2	Gözlenen güç
Çoklu görev durumları	70.540	1	70.540	22.103	0.000	0.212	0.996
Fiziksel ortam	0.535	1	0.535	0.168	0.683	0.002	0.069
Çoklu görev * Fiziksel ortam	18.754	1	18.754	5.876	0.018	0.067	0.668
Hata	261.696	82	3.191				
Toplam	2426,000	86					

Basit temel etki analizleri, algılanan zihinsel çabanın kütüphane ortamında eşzamanlı ($\bar{X}=5.45$; $SS=1.73$) ve sıralı ($\bar{X}=4.57$; $SS=1.83$) görev yapan gruplar arasında oldukça benzer olduğunu ortaya çıkarmıştır ($t_{(39)}=1.576$; $p=0.123$). Kafeterya ortamı incelendiğinde ise eşzamanlı ($\bar{X}=6.23$; $SS=1.93$) ve sıralı ($\bar{X}=3.48$; $SS=1.65$) çoklu görev yapan gruplar arasındaki fark, büyük bir etki büyüklüğü ile istatistiksel olarak anlamlıdır ($t_{(43)}=5.153$; $p<0.001$; $\eta^2=0.382$). Bu bağlamda bulgular, çoklu görev türünün, algılanan zihinsel çabayı etkilerken, aynı zamanda fiziksel ortamlarla etkileşmekte olduğunu ortaya koymaktadır.

Son olarak, çoklu görevler ve fiziksel ortamlar arasında nesnel bilişsel yük ölçümleri (EEG) karşılaştırılmıştır. Bu bağlamda, frontal lobdan (F3, F4, F7, F8) elde edilen alfa ve beta dalgaları bağımlı değişkenler olarak kabul edilirken üç farklı çoklu görev durumu ve iki farklı fiziksel ortam bağımsız değişkenler olarak ele alınmıştır. Sekiz ayrı gruplar arası iki faktörlü ANOVA gerçekleştirildiğinden yeni p değeri, 0.05 sekize bölünerek elde edilmiştir (Huck, 2012). Yani, 0,006'nın altındaki olasılık değerleri dikkate alınmıştır. Analizler sonucunda, sol frontal lobdan elde edilen (F7) ortalama alfa bant gücünde, kütüphane ($\bar{X}=0.721$; $SS=0.512$) ve kafeterya ($\bar{X}=0.394$; $SS=0.279$) arasındaki farkın uygulamada istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür ($F_{(1,96)}=15.705$; $p<0.001$; $\eta_p^2=0.141$). Öte yandan, ne çoklu görev durumları arasında ($F_{(2,96)}=2.070$; $p=0.132$) ne de çoklu görev ve fiziksel ortamın etkileşiminde istatistiksel olarak anlamlı fark görülmemiştir ($F_{(2,96)}=0.056$; $p=0.946$). Hesaplanan Bayes faktörü ise fiziksel ortam modelinin, güçlü bir etkiyle yokluk modelinin lehinde olduğunu göstermiştir ($BF_{10}=191$).

3.3. Nesnel ve Öznel Bilişsel Yük Ölçümleri Arasındaki İlişki

Ampirik araştırmalar, dikkat, bellek ve problem çözme becerilerinin frontal lobdan elde edilen EEG verileri dikkate alınarak incelenmesi gerektiğini ortaya koymaktadır (Lee, 2014). Ayrıca, benzer araştırmalarda bilişsel yükün değerlendirilmesinde alfa ve beta salınımlarına odaklanıldığı görülmektedir (Antonenko ve Niederhauser, 2010; Lee, 2014). Bu nedenle, katılımcıların çoklu görev yaptığı sırada, frontal lobdan (F3, F4, F7 ve F8) kaydedilen alfa ve beta bant gücü değerleri dikkate alınmıştır. Veriler deneysel koşullara göre ayrılıp korelasyon analizi yapıldığında, eşzamanlı gruba ait algılanan zihinsel çaba puanlarının hem öznel bilişsel yük ile ($n=42$; $r=0.578$; $p<0.001$) hem de F7'den elde edilen beta dalgalarıyla ($n=36$;

$r=0.337$; $p=0.045$) istatistiksel olarak pozitif ve anlamlı bir ilişkiye sahip olduğu görülmüştür. Öte yandan, sıralı veya kontrol gruplarında ne öznel bilişsel yük ne de algılanan zihinsel çaba değişkenlerinin alfa veya beta dalgalarıyla ilişkisine rastlanmamıştır.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu araştırma kapsamında, farklı fiziksel ortamlarda gerçekleştirilen bilgisayar destekli öğrenme etkinlikleri sırasında öğrenenlerin çoklu görev yapıyor olmalarının başarılarına ve bilişsel yüklenmelerine nasıl etki ettiği irdelenmiştir. Bu kapsamda, deneyler kütüphane ve kafeterya olmak üzere iki farklı fiziksel ortamda gerçekleştirilmiştir. Bu ortamlar seçilirken, öğrencilerin çalışmak için yaygın olarak tercih ettikleri ortak ortamlar göz önünde bulundurulmuştur. Katılımcılar, gönüllülük esasıyla, çoklu görev içermeyen kontrol grubu, eş zamanlı çoklu görev ve sıralı çoklu görev gruplarına seçkisiz olarak atanmıştır. Web ortamı ve kablosuz EEG başlığı aracılığıyla toplanan veriler bilişsel yük ve başarı değişkenleri bağlamında irdelenmiştir. Araştırma soruları kapsamında, bulguların genel bir özeti ve kuramsal bağlamda değerlendirilmesi aşağıdaki bölümlerde gerçekleştirilmiştir.

4.1. Çalışan Bellek Kapasitesi ile Bilişsel Yük Arasındaki İlişki

Çalışan bellek kapasitesi, hesaplama aralığı ve nokta matris testleriyle ölçülmüştür. Öznel bilişsel yük ile nokta matris testi arasında negatif yönlü bir ilişkiye rastlanmıştır. Bu sonuca dayalı olarak, çalışan bellek kapasitesi yüksek olan katılımcıların bilişsel anlamda daha az zorlandıklarını düşündükleri ortaya çıkmaktadır. Ancak bilişsel yük ile hesaplama aralığı testi arasında herhangi bir ilişki gözlemlenmemiştir. Bunun yanı sıra, katılımcıların başarı testi puanlarıyla her iki çalışan bellek kapasitesi arasında da yakın büyüklükte ve anlamlılık düzeyinde pozitif bir ilişki gözlemlenmiştir. Dolayısıyla katılımcıların çalışan bellek kapasiteleri arttıkça başarı düzeylerinin de arttığı görülmüştür. Öte yandan, algılanan zihinsel çaba ile son test puanları arasındaki negatif ilişki doğrultusunda, çoklu görev yapan 86 katılımcının çoklu görev ile öğrenme sırasında güçlük çektikleri ifade edilebilmektedir.

Daha önce yapılan çalışmaların bulgularına benzer biçimde, çalışan bellek ölçümleri, çoklu görev sırasında öğrenme performansının önemli yordayıcılarından (Colom vd., 2010; Hambrick vd., 2010). Ancak, önceki çalışmaların, çalışan bellek yapılarının alt bileşenlerini ele almadığı görülmüştür. Bu bağlamda, bulgular çalışan belleğin alt bileşenleri olan fonolojik döngünün (hesaplama aralığı) ve görsel-mekânsal kopyalamanın (nokta matris) öğrenme ile ilişkili olduğunu ortaya koymuştur. Aynı zamanda, hesaplama aralığı test puanlarıyla nokta matris test puanları arasında oldukça anlamlı ve pozitif bir ilişki görülmüştür. Dolayısıyla, her iki testin de çalışan belleği

yorduyor olması beklenen bir sonuç olarak değerlendirilebilmektedir. Öte yandan, çalışan belleğin yanı sıra zekânın da çoklu görev performansını yordadığı bilinmektedir (Bühner vd., 2006; Colom vd., 2010; König vd., 2005). Çalışan bellek bileşenlerinin bilgisayar uyarlamalı ölçümleri (Colom vd., 2010) mümkün olduğundan ve çalışan bellek ile zekâ arasındaki yüksek korelasyon bilindiğinden (Colom, Abad, Rebollo ve Shih, 2005; Hambrick vd., 2010), çoklu görev üzerine yapılacak ileriki çalışmalarda bu bileşenler kovaryans değişkeni olarak dikkate alınabilir. Ayrıca, benzer deneyler üstün yetenekli öğrenciler ile tanı konmamış öğrenciler arasında gerçekleştirildiği takdirde, zekânın da çoklu görev performansı üzerindeki potansiyel katkısına yönelik çıktılar elde edilebilir.

4.2. Çoklu Görev Durumları ile Fiziksel Ortamın Başarı ve Bilişsel Yüke Etkisi

Sıralı ve eş zamanlı çoklu görevde bulunmanın başarıya etkisi irdelenirken çalışan bellek kapasitesi kontrol değişkeni olarak dikkate alınmıştır. Daha önce de belirtildiği üzere bu iki değişken arasında oldukça yüksek bir korelasyon gözlemlendiğinden yalnızca biri analize katılmıştır. Öncelikle, katılımcıların ön bilgi bakımından denk olduğu görülmüştür. Başarı puanları üzerinden gerçekleştirilen iki faktörlü ANCOVA sonucunda, ne fiziksel ortamlar bakımından ne de fiziksel ortam ile çoklu görev durumlarının etkileşimi bakımından gruplar arasında anlamlı farklılığa rastlanmamıştır. Yine başarı değişkeni bağlamında, kontrol grubunun eş zamanlı çoklu görev yapan gruba göre daha başarılı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Yani, bilgisayar tabanlı gerçekleştirilen ders sırasında ikincil bir görevin (çevrimiçi mesajlaşma) yürütülmesi öğrenmeye engel olmuştur. Bu bulgular, mobil telefonlarla mesajlaşmanın (Dietz ve Henrich, 2014; Rosen vd., 2008) ve çevrimiçi mesajlaşmanın (Dindar ve Akbulut, 2016; Bowman vd., 2010; Levine vd., 2007) zararlı sonuçlarına ilişkin daha önce yapılan çalışmaları desteklemektedir. Bunun yanı sıra, eş zamanlı çoklu görev grubunda gözlenen öğrenme kaybının özellikle çevrimiçi mesajlaşmayla ilgili olup olmadığına bakıldığında, öğrencilerin mesajlaştıkları süreyi kapsayan başarı ortalamalarının mesajlaşma olmadığı durumlardaki başarı ortalamalarına göre anlamlı ölçüde düşük olduğu bulgusuna ulaşılmıştır. Bu nedenle, Kirschner ve van Merriënboer (2013) tarafından çağdaş öğrencilerin çoklu görev yeteneğine sahip olduğuna ilişkin algının bir şehir efsanesi olabileceğine dair uyarılarını dikkate almak önem taşımaktadır. Diğer bir deyişle, bu neslin eş zamanlı çoklu görev yapmadığını ya da öğrenme çıktılarında kayıp

yaşamadan çoklu görev yapamadıklarını söylemek olanaklıdır. Diğer yandan, sıralı çoklu görevin öğrenmede herhangi bir kayba neden olmadığı görülmüştür. Bu örüntü, Shin, An ve Kim (2016)'ın gerçekleştirdiği bir araştırmada da gözlenmiştir. Araştırmacılar, sıralı çoklu görev yapanların eş zamanlı çoklu görev yapanlara göre daha düşük kaygı ve daha güçlü yetkinlik inançlarına sahip olduğunu ifade etmişlerdir.

Alanyazında, fiziksel ortamın, öğrenme görevinden farklı olarak bilişsel yükün bir kaynağı olabileceği öne sürülmektedir (Choi vd., 2014). EEG verilerinin analizi sonucunda, F7 kanalına ait alfa dalgalarının tüm deney koşullarında, kütüphane katılımcılarında daha çok salındığı gözlenmiştir. Bu durumda, kütüphanedeki katılımcıların kafeteryadaki katılımcılara göre daha az bilişsel çaba harcadığı söylenebilmektedir (Gerlic ve Jausovec, 1999). Ayrıca, çoklu görev türü ile fiziksel ortamın etkileşiminin algılanan zihinsel çabayı etkilemesi önemli bir bulgudur. Yani, öğrenme görevinin türü ile fiziksel ortamın türünün etkileşerek katılımcıların sınırlı bilişsel kaynaklarını tükettiği görülmektedir. Katılımcılar çözünürlüğü yüksek kulaklıklarla gürültüden bir şekilde izole edilmiş olsa bile eş zamanlı çoklu görev ile kafeterya ortamının etkileşimi algılanan zihinsel çabayı tetiklemiştir. Başarı fiziksel ortamlara göre farklılık göstermezken algılanan zihinsel çaba değerlerindeki değişim, fiziksel ortamdan kaynaklanan bilişsel yükün öğrenme görevinin doğasına göre değiştiğini göstermiştir. Bu nedenle, eş zamanlı çoklu görevin yüksek görev gereksinimi ile çevresel dikkat dağıtıcıların birincil görev için kullanılması gereken sınırlı bilişsel kaynakları tüketmesi muhtemeldir.

4.3. Nesnel ve Öznel Bilişsel Yük Ölçümleri Arasındaki İlişki

Bu çalışmada bilişsel yükün ölçümünde öznel (öz-bildirim) ve nesnel (başarı ve EEG) yöntemler kullanılmıştır. Frontal loba ait kanallardan (F3, F4, F7 ve F8) hesaplanan ortalama alfa ve beta frekans bant güçleriyle katılımcıların öznel bilişsel yük ve algılanan zihinsel çabaları arasındaki ilişkiyi irdelemek için korelasyon analizi gerçekleştirilmiştir. Öznel bilişsel yük ne başarıyla ne de EEG verileriyle korelasyon göstermemiştir. Ancak, çoklu görev yapan katılımcılara öznel ve doğrudan sorulan algılanan zihinsel çaba sorusu, başarıyla ilişkili çıkmıştır. Bu bakımdan, bilişsel yük ele alınırken öz bildirime dayalı sorulardansa doğrudan soruların tercih edilmesi önerilebilir.

Eş zamanlı çoklu görev yapanlar tarafından rapor edilen algılanan zihinsel çabanın, önceki çalışmalarda bilişsel yükün önemli bir göstergesi olan F7 kanalından (Lee, 2014) elde edilen beta frekansıyla ilişkili olduğu görülmüştür. Bu nedenle, bilişsel yük araştırmalarında frontal lobdan elde edilen EEG verilerinin dikkate alınması ve hem alfa hem de beta salınımlarının araştırılması geçerli görünmektedir. Öte yandan, bu araştırmada, birçok EEG ölçümü arasında –tesadüfen meydana gelme olasılığı olan– yalnızca birkaç anlamlı korelasyon ve F değeri rapor edilmiştir. Dolayısıyla, mevcut çıkarımları doğrulamak için alternatif veri yorumlama yöntemleriyle daha çok EEG araştırmasının yapılması önem arz etmektedir. Algılanan zihinsel çabanın başarıyla olan ilişkisi, eğitim araştırmalarında metodoloji ve kullanımı henüz olgunlaşmamış olan EEG verisine göre nispeten daha güçlüdür. Bu tür verileri daha iyi bir biçimde yorumlayabilmek için belirli olay-ilişkili deney tasarımlar, çoklu görev koşullarında ortalama salınımları dikkate almaya göre daha yararlı olabilir (Makrinsky vd., 2017). Bunların yanı sıra, EEG verileriyle birlikte göz izleme tekniği gibi fizyolojik ölçüm yöntemleri birlikte işe koşularak katılımcıların dikkat kaymaları irdelenebilir (Van Gog, Kester, Nievelstein, Giesbers ve Paas, 2009).

4.4. Öğrenme Ortamlarına İlişkin Öneriler

Yapılan analizler, elde edilen bulgular ve daha önce gerçekleştirilen ampirik çalışmalar ışığında, dijital yerli olarak adlandırılan bireylerin çoklu görev konusunda daha başarılı olduğu algısının sorgulanabilir olduğunu söylemek olanaklıdır. Dolayısıyla, yeni neslin, dijital araçlara ulaşım ve bu araçların kontrollü kullanımı konusunda bilinçlendirilmesi büyük önem taşımaktadır. Bunun yanı sıra, sınıf içinde bulunan mevcut dijital araçların öğrenme ortamlarında engelleyici özelliğe sahip olduğu dikkate alınmalıdır. Dolayısıyla, bu araçların ders sırasında mümkünse ortamdan uzaklaştırılması veya ders süresince kullanılmaması, öğrenmede engelleyici unsurların azaltılması açısından yarar sağlayabilir.

Öğrenme ortamları düzenlenirken, fiziksel ortama ait değişkenlerin bilişsel yük ve öğrenme kalitesi üzerindeki etkisi dikkate alındığında, öğrenenlerin dikkatini dağıtacak etmenlerin ortamdan arındırılmasının bireylerin harcayacağı zihinsel çabayı azaltacağı ve öğrenmenin iyileşmesini sağlayacağı düşünülmektedir.

Bir öğretim materyali ve öğretim etkinliği hazırlanırken özellikle eş zamanlı çoklu görevin başarı üzerindeki olumsuz etkisinin dikkate alınması önerilebilir. Yani, aynı

anda birden çok bilginin işlenmesini gerektiren eş zamanlı çoklu görevler yerine sıralı çoklu görevler verilebilir. Ya da bunun yanı sıra, öğrencinin baş edebileceği ve bilişsel kaynaklarını verimli olarak kullanabileceği şekilde, tek zamanda tek görev verilerek öğrenci performansında artış sağlanabilir.

4.5. Gelecekteki Araştırmalar İçin Öneriler

Bu araştırma sürecinde kazanılan deneyimler ve araştırmanın konu, kapsam, örneklem ve ölçme araçları bağlamındaki sınırlılıkları dikkate alınarak gelecekteki araştırmalar için bir takım önerilerde bulunmak olanaklıdır. Öncelikle, EEG'nin doğasından kaynaklı verilerde karşılaşılan artifaktları temizlemenin zorluğu dikkate alınmalıdır. Verilerin analize hazır hale getirilmesinin, özellikle bu konuda yeterli deneyime sahip olmayan araştırmacılar için zaman alıcı bir süreç haline geldiği unutulmamalıdır. Örneklem sayısı arttıkça bu zorluk daha da artmaktadır. Bu bağlamda, ilerleyen araştırmalarda bu hususların göz önünde bulunduruluyor olması önemlidir.

Bu araştırmada, katılımcılar kulaklık takarak bilgisayar destekli çoklu ortamları öğrenme etkinliği gerçekleştirmişlerdir. Öğrencilerin ders çalışırken tercih ettiği nispeten sessiz ve gürültülü ortamlar ele alındığından kulaklık kullanımına gidilmiştir; ancak ilerleyen araştırmalarda iki farklı sessiz ortamda (ör: ev ve kütüphane) benzer bir deney gerçekleştirilirse kulaklığın kullanımına gereksinim duyulmayacaktır. Böylece fiziksel ortamlara ait ortam sesinin de öğrenme ve bilişsel yük üzerindeki etkisini araştırmak olanaklı hale gelecektir. Öte yandan, bu araştırmada fiziksel ortamlar ele alınırken doğallıklarına müdahale edilmemiştir. Yani ses, sıcaklık, ışık ve nem gibi parametreler araştırmacılar tarafından değiştirilmemiştir. Bu bağlamda, bu parametrelerin araştırmacılar tarafından kontrol edilebildiği bir deney ortamı oluşturularak farklı fiziksel ortam parametrelerinin başarı ve bilişsel yük üzerindeki özgün etkileri incelenebilir.

Sıralı çoklu görevi ele alan araştırmalarda, doğru deney tasarımları işe koşularak görevler arasındaki geçiş ve gecikme sürecini EEG ile incelemek olanaklıdır. Yani, verileri senkronize eden bir program aracılığıyla görev geçişi işaretlenerek, geçiş öncesi ve sonrası milisaniye düzeyinde incelenebilir. Böylece EEG'nin zamansal çözünürlük açısından sağladığı avantaj sıralı çoklu görevlerin daha yakından incelenmesi sürecinde yararlı olacaktır. Bunun yanı sıra, çoklu görevler daha kısa ve yeterli sayıda denemeler (trial) kullanılarak incelenebilir. Böyle bir inceleme sırasında kısa ve anlık tepkilerin

ölçüldüğü Olay-İlişkili Potansiyel (ERP) araştırmalarına yoğunlaştırılmasında yarar vardır. Ayrıca, bu araştırma sonucunda, fizyolojik ölçüm yapılarak elde edilen bulguların, fMRI, PET, MEG gibi diğer görüntüleme yöntemleri veya göz izleme (eye-tracking) yöntemiyle ile doğrulanması, daha güçlü karşılaştırmaların yapılmasına olanak sağlayacaktır. Bu tip yöntemler kullanırken, örneğin EEG ile fizyolojik ölçüm yapılan araştırmalarda, bu cihazları araştırmaya dâhil etmenin öğrenme sürecinin doğallığını bozup bozmadığına ilişkin yeni deneyler de tasarlanabilir.

Mesajlaşma ya da video izleme dışında zihinsel aktivite gerektiren farklı çoklu görev materyallerinin EEG verisi ile irdelenmesi, çoklu görevin daha iyi anlaşılmasını sağlayacaktır. Yine bu materyallerin farklı konu ve hedef kitlelerle test edilmesinde yarar vardır. Benzer biçimde, çalışan belleğin rolü yeniden ortaya konduğundan çalışan bellek bağlamında oldukça avantajlı olan üstün yetenekli öğrencilerdeki çoklu görev kapasitesinin irdelenmesi önerilebilir. Normal gelişim gösteren çocuklarla karşılaştırma yapılarak çalışan bellek kontrol edildikten sonra zekâ tanısı alan üstün yetenekli çocuklarda bir avantajın söz konusu olup olmadığı incelenmesi, alana ışık tutacaktır. Ayrıca, farklı çalışan bellek kapasitesi testleri birlikte veya ayrı ayrı işe koşularak çalışan belleğin doğası ve çoklu görevle ilişkisi daha iyi anlaşılabilir.

Çoktan seçmeli başarı testi dışında “recall” (hatırlanan her şeyin yazılması) gibi alternatif ölçme yaklaşımlarının da denenerek materyalin en iyi hatırlanan bölümleri ile EEG verileri karşılaştırmalı olarak irdelenebilir. Çoklu görevin önemli yordayıcılarından olan çalışan bellek kapasitesi ölçülürken, alanyazında yer alan farklı testler kullanılabilir. Eğer bu testler aynı anda kullanılırsa hangi testin daha iyi çalıştığına ilişkin karşılaştırmaya da olanak tanınacaktır. Son olarak, eş zamanlı çoklu görev durumlarında her iki görevdeki başarının da irdelenmesi önerilebilir. Örneğin, eş zamanlı üretici görevler seçilerek her iki öğrenmedeki performans karşılaştırılabilir. Ya da benzer biçimde, ders sırasında mesajlaşan öğrencilerin öğrenme performansının yanı sıra göndermiş oldukları mesajların niteliğinin de irdelenmesi, hangi görevin ne düzeyde gerçekleştirildiği konusunda alanyazına katkı sağlayabilir.

KAYNAKÇA

- Aagaard, J. (2015a). Media multitasking, attention, and distraction: A critical discussion. *Phenomenology and the Cognitive Sciences*, 14(4), 885-896.
- Aagaard, J. (2015b). Drawn to distraction: A qualitative study of off-task use of educational technology. *Computers & Education*, 87, 90-97.
- Ackerman, P. L., Beier, M. E. and Boyle, M. D. (2002). Individual differences in working memory within a nomological network of cognitive and perceptual speed abilities. *Journal of Experimental Psychology: General*, 131(4), 567-589.
- Adam, H. and Galinsky, A. D. (2012). Enclothed cognition. *Journal of Experimental Social Psychology*, 48, 918– 925. doi:10.1016/j.jesp.2012.02.008.
- Adler, R. F. and Benbunan-Fich, R. (2015). The effects of task difficulty and multitasking on performance. *Interacting with Computers*, 27(4), 430-439.
- Akbulut, Y. (2010). *Sosyal bilimlerde SPSS uygulamaları: Sık kullanılan istatistiksel analizler ve açıklamalı SPSS çözümleri*. İstanbul: İdeal Kültür Yayıncılık.
- Al Madi, N. S. and Khan, J. I. (2016). Measuring learning performance and cognitive activity during multimodal comprehension. In Information and Communication Systems (ICICS), 2016 7th International Conference, 50-55.
- Altmann, E. M. and Trafton, J. G. (2002). Memory for goals: An activation-based model. *Cognitive Science*, 26, 39-83.
- Anderson, J. R. (2007). *How can the human mind occur in the physical universe?* Oxford: Oxford University Press.
- Andreassi, J. (2007). *Psychophysiology: Human behavior and physiological response*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Antonenko, P. D. and Keil, A. (2017). Assessing working memory dynamics with electro- encephalography: Implications for research on cognitive load. In R. Z. Zheng (Ed.). *Cognitive load measurement and application: A theoretical framework for meaningful research and practice* (pp. 93–111). New York: Routledge.
- Antonenko, P. D. and Niederhauser, D. S. (2010). The influence of leads on cognitive load and learning in a hypertext environment. *Computers in Human Behavior*, 26, 140–150.

- Antonenko, P., Paas, F., Grabner, R. and van Gog, T. (2010). Using electroencephalography to measure cognitive load. *Educational Psychology Review*, 22(4), 425-438.
- Baddeley, A. D. (1986). *Working memory*. Oxford: Oxford University Press.
- Bailey, B. P. and Konstan, J. A. (2006). On the need for attention-aware systems: Measuring effects of interruption on task performance, error rate, and affective state. *Computers in Human Behavior*, 22, 685-708.
- Barbati, G., Porcaro, C., Zappasodi, F., Rossini, P. M. and Tecchio, F. (2004). Optimization of an independent component analysis approach for artifact identification and removal in magnetoencephalographic signals. *Clinical Neurophysiology*, 115(5), 1220-1232.
- Benbunan-Fich, R., Adler, R. F. and Mavlanova, T. (2009). Towards new metrics for multitasking behavior. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction*, 18(2), 1-22.
- Bennett, S., Maton, K. and Kervin, L. (2008). The ‘digital natives’ debate: A critical review of the evidence. *British Journal of Educational Technology*, 39(5), 775-786.
- Berka, C., Levendowski, D. J., Lumicao, M. N., Yau, A., Davis, G., Zivkovic, et al. (2007). EEG correlates of task engagement and mental workload in vigilance, learning, and memory tasks. *Aviation Space & Environmental Medicine*, 78(5), B231–B244.
- Bowman, L. L., Levine, L. E., Waite, B. M. and Gendron, M. (2010). Can students really multitask? An experimental study of instant messaging while reading. *Computers and Education*, 54, 927-931.
- Brünken, R., Plass, J. L. and Leutner, D. (2003). Direct measurement of cognitive load in multimedia learning. *Educational Psychologist*, 38(1), 53–61.
- Brünken, R., Seufert, T. and Paas, F. G. W. C. (2011). Measuring Cognitive Load. In J. Sweller, P. Ayres, & S. Kalyuga (Eds.), *Cognitive load theory* (pp. 71-85). New York: Springer. doi: 10.1007/978-1-4419-8126-4_6
- Bühner, M., König, C. J., Pick, M. and Krumm, S. (2006). Working memory dimensions as differential predictors of the speed and error aspect of multitasking performance. *Human Performance*, 19(3), 253-275.

- Chandler, P. and Sweller, J. (1991). Cognitive load theory and the format of instruction. *Cognition and Instruction*, 8(4), 293-332.
- Choi, H. H., van Merriënboer, J. J. and Paas, F. (2014). Effects of the physical environment on cognitive load and learning: towards a new model of cognitive load. *Educational Psychology Review*, 26(2), 225-244.
- Colom, R., Abad, F. J., Rebollo, I. and Shih, P. C. (2005). Memory span and general intelligence: A latent-variable approach. *Intelligence*, 33(6), 623-642.
- Colom, R., Martínez-Molina, A., Shih, P. C. and Santacreu, J. (2010). Intelligence, working memory, and multitasking performance. *Intelligence*, 38(6), 543-551.
- Cowan, J. (2001). The magical number 4 in short-term memory: A reconsideration of mental storage capacity. *Behavioral and Brain Sciences*, 24(1), 87-114.
- Creswell, J. W. (2011). *Educational research: Planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research* (4.baskı). MA: Pearson.
- Cumming, G. (2013). *Understanding the new statistics: Effect sizes, confidence intervals, and meta-analysis*. New York: Routledge.
- Delorme, A. and Makeig, S. (2004). EEGLAB: An open source toolbox for analysis of single-trial EEG dynamics including independent component analysis. *Journal of neuroscience methods*, 134(1), 9-21.
- Dickter, C. L. and Kieffaber, P. D. (2013). *EEG methods for the psychological sciences*. Sage.
- Dietz, S. and Henrich, C. (2014). Texting as a distraction to learning in college students. *Computers in Human Behavior*, 36, 163-167.
- Dindar, M. (2015). *Teknoloji destekli öğrenme ortamlarında çoklu görev yapmanın öğrenmeye etkisi*. Yayımlanmamış Doktora Tezi. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Dindar, M. and Akbulut, Y. (2016). Effects of multitasking on retention and topic interest. *Learning and Instruction*, 41, 94-105.
- Downs, E., Tran, A., McMenemy, R. and Abegaze, N. (2015). Exam performance and attitudes toward multitasking in six, multimedia-multitasking classroom environments. *Computers & Education*, 86, 250-259.
- Durmuş, E. (2015). *EEG işaretlerinden bilişsel görevlerin ve müzik dinleme görevlerinin analizi*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Trabzon: Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

- Engström, J., Johansson, E. and Östlund, J. (2005). Effects of visual and cognitive load in real and simulated motorway driving. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 8(2), 97-120.
- Fitch, J. L. (2004). Student feedback in the college classroom: a technology solution. *Educational Technology Research and Development*, 52, 171–181.
- Foehr, U. G. (2006). *Media multitasking among American youth: Prevalence, pairings and predictors*. Yayınlanmamış doktora tezi. Stanford Üniversitesi, Cambridge.
- Fraenkel, J. R., Wallen, N. E. and Hyun, H. (2012). *How to design and evaluate research in education* (8. baskı). New York: McGraw-Hill Humanities/Social Sciences/Languages.
- Fried, C. B. (2008). In-class laptop use and its effects on student learning. *Computers and Education*, 50(3), 906-914.
- Gerlic, I. and Jausovec, N. (1999). Multimedia: Differences in cognitive processes observed with EEG. *Educational Technology Research and Development*, 47(3), 5-14.
- Gevins, A. and Smith, M. E. (2000). Neurophysiological measures of working memory and individual differences in cognitive ability and cognitive style. *Cerebral Cortex*, 10(9), 829–839.
- Gisselgård, J., Petersson, K. M. and Ingvar, M. (2004). The irrelevant speech effect and working memory load. *NeuroImage*, 22(3), 1107-1116.
- Godden, D. and Baddeley, A. D. (1980). When does context influence recognition memory? *British Journal of Psychology*, 71(1), 99–104.
- Grant, H. M., Bredahl, L. C., Clay, J., Ferrie, J., Groves, J. E., McDorman, T. A. and Dark, V. J. (1998). Context-dependent memory for meaningful material: Information for students. *Applied Cognitive Psychology*, 12(6), 617-623.
- He, P., Wilson, G. and Russell, C. (2004). Removal of ocular artifacts from electroencephalogram by adaptive filtering. *Medical and biological engineering and computing*, 42(3), 407-412.
- Hembrooke, H. and Gay, G. (2003). The laptop and the lecture: The effects of multitasking in learning environments. *Journal of computing in Higher Education*, 15(1), 46-64.
- Huck, S. W. (2012). *Reading statistics and research* (6. baskı). Boston: Pearson.

- Hyvarinen, A., Karhunen, J. and Oja, E. (2001). *Independent Component Analysis*. NY: John Wiley- Sons Inc.
- JASP Team (2018). *JASP* (Version 0.9.1)[Computer software].
- Jeffreys, H. (1998). *The theory of probability*. Oxford: Oxford University Press.
- Jia, L., Hirt, E. R. and Karpen, S. C. (2009). Lessons from a faraway land: The effect of spatial distance on creative cognition. *Journal of Experimental Social Psychology*, 45(5), 1127-1131.
- Kirschner, P. A. (2002). Cognitive load theory: Implications of cognitive load theory on the design of learning. *Learning and instruction*, 12(1), 1-10.
- Kirschner, P. A. and De Bruyckere, P. (2017). The myths of the digital native and the multitasker. *Teaching and Teacher Education*, 67, 135-142.
- Kirschner, P. A. and van Merriënboer, J. G. (2013). Do learners really know best? Urban legends in education. *Educational Psychologist*, 48(3), 169-183.
- Kılıç, E. ve Karadeniz, S. (2004). Hiper ortamlarda öğrencilerin bilişsel yüklenme ve kaybolma düzeylerinin belirlenmesi. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi Dergisi*, 40, 562-579.
- Klimesch, W. (1999). EEG alpha and theta oscillations reflect cognitive and memory performance: a review and analysis. *Brain Research Reviews*, 29(2), 169-195.
- Klimesch, W., Schimke, H. and Schwaiger, J. (1994). Episodic and semantic memory: An analysis in the EEG theta and alpha band. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 91(6), 428-441.
- Knez, I. and Hygge, S. (2002). Irrelevant speech and indoor lighting: effects on cognitive performance and self-reported affect. *Applied Cognitive Psychology*, 16(6), 709-718.
- König, C. J., Bühner, M. and Murling, G. (2005). Working memory, fluid intelligence, and attention are predictors of multitasking performance, but polychronicity and extraversion are not. *Human Performance*, 18(3), 243-266.
- Kraushaar, J. M. and Novak, D. C. (2010). Examining the affects of student multitasking with laptops during the lecture. *Journal of Information Systems Education*, 21(2), 241-251.
- Kruschke, J. K. and Liddell, T. M. (2018). Bayesian data analysis for newcomers. *Psychonomic Bulletin & Review*, 25(1), 155-177.

- Lawson, D. R. (2013). *The effects of text messaging on memory recall in college students*. (Doctoral dissertation). Available from ProQuest Dissertations and Theses database. (UMI No. 1536958)
- Lawton, G. W., Hung, T. M., Saarela, P. and Hatfield, B. D. (1998). Electroencephalography and mental states associated with elite performance. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 20(1), 35-53.
- Lee, H. (2014). Measuring cognitive load with electroencephalography and self-report: focus on the effect of English-medium learning for Korean students. *Educational Psychology: An International Journal of Experimental Educational Psychology*, 34(7), 838-848.
- Lee, M. D. and Wagenmakers, E. J. (2013). *Bayesian cognitive modeling: A practical course*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Levine, L. E., Waite, B. M. and Bowman, L. L. (2007). Electronic media use, reading, and academic distractibility in college youth. *CyberPsychology & Behavior*, 10(4), 560-566.
- Leyman, E. L., Mirka, G. A., Kaber, D. B. and Sommerich, C. M. (2004). Cervicobrachial muscle response to cognitive load in a dual-task scenario. *Ergonomics*, 47(6), 625-645.
- Madell, D. E. and Muncer, S. J. (2007). Control over social interactions: An important reason for young people's use of the Internet and mobile phones for communication? *CyberPsychology & Behavior*, 10(1), 137-140.
- Makransky, G., Terkildsen, T. S. and Mayer, R. E. (2017). Adding immersive virtual reality to a science lab simulation causes more presence but less learning. *Learning and Instruction*. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2017.12.007>
- Mayer, R. E. (2009). *Multimedia learning* (2. baskı). New York, NY: Cambridge.
- McVaugh, N. K. (2012). *The effect of instant messaging on lecture retention*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Texas: The University of Texas at Austin.
- Meyer, D. E. and Kieras, D. E. (1997). A computational theory of executive cognitive processes and multiple-task performance: Part 2. Accounts of psychological refractory-period phenomena. *Psychological Review*, 104(4), 749-791.
- Miller, G. A. (1956). The magical number seven, plus or minus two: some limits on our capacity for processing information. *Psychological Review*, 63(2), 81-97.

- Miyake, A., Friedman, N. P., Rettinger, D. A., Shah, P. and Hegarty, M. (2001). How are visuospatial working memory, executive functioning, and spatial abilities related? A latent-variable analysis. *Journal of Experimental Psychology: General*, 130(4), 621–640.
- Nunez, P. L. and Srinivasan, R. (2006). *Electric fields of the brain: The neurophysics of EEG*. Oxford University Press, USA.
- Oberauer, K., Süß, H. M., Wilhelm, O. and Wittman, W. W. (2003). The multiple faces of working memory: Storage, processing, supervision, and coordination. *Intelligence*, 31(2), 167-193.
- Oude Bos, D. (2006). EEG-based emotion recognition-The Influence of Visual and Auditory Stimuli. Capita Selecta (MSc course), 1-17.
- Oulasvirta, A. and Saariluoma, P. (2004). Long-term working memory and interrupting messages in human–computer interaction. *Behaviour and Information Technology*, 23(1), 53-64.
- Özdamar, E. Ö. (2009). *EEG analizinde bağımsız bileşenler*. Yayımlanmamış Doktora Tezi. İstanbul: Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Paas, F. G. (1992). Training strategies for attaining transfer of problem-solving skill in statistics: A cognitive-load approach. *Journal of Educational Psychology*, 84(4), 429-434.
- Paas, F. G. and van Merriënboer, J. J. (1993). The efficiency of instructional conditions: An approach to combine mental effort and performance measures. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 35(4), 737-743.
- Paas, F. G. W. C. and van Merriënboer, J. J. G. (1994). Instructional control of cognitive load in the training of complex cognitive tasks. *Educational Psychology Review*, 6(4), 351-371.
- Paas, F. G. W. C., Ayres, P. and Pachman, M. (2008). Assessment of cognitive load in multimedia learning: Theory, methods and applications. In D. H. Robinson & G. Schraw (Eds.), *Recent innovations in educational technology that facilitate student learning* (pp. 11–35). Charlotte: Information Age Publishing.
- Paas, F. G. W. C., Tuovinen, J. E., Tabbers, H. and Van Gerven, P. W. (2003). Cognitive load measurement as a means to advance cognitive load theory. *Educational Psychologist*, 38(1), 63–71.

- Paas, F. G. W. C., van Merriënboer, J. J. G. and Adam, J. J. (1994). Measurement of cognitive load in instructional research. *Perceptual and Motor Skills*, 79, 419-430.
- Peterson, L. R. and Peterson, M. J. (1959). Short-term retention of individual verbal items. *Journal of Experimental Psychology*, 58(3), 193–198.
- Pfurtscheller, G. and Lopes da Silva, F. H. (2004). Event-related desynchronization (ERD) and event-related synchronization (ERS). In E. Niedermeyer, & F. H. Lopes da Silva (Eds.). *Electroencephalography: Basic principles, clinical applications and related fields* (pp. 1003–1016). (5th ed.). Philadelphia, PA: Lippincott, Williams & Wilkins.
- Pool, M. M., Koolstra, C. M. and Voort, T. H. (2003). The impact of background radio and television on high school students' homework performance. *Journal of Communication*, 53(1), 74-87.
- Prensky, M. (2001). Digital natives, digital immigrants, Part 1. *On The Horizon* 9(5), 1-6.
- Ragan, E. D., Jennings, S. R., Massey, J. D. and Doolittle, P. E. (2014). Unregulated use of laptops over time in large lecture classes. *Computers and Education*, 78, 78-86.
- Repovs, G. (2010). Dealing with noise in EEG recording and data analysis. *Informatica Medica Slovenica*, 15, 18-25.
- Revlin, R. (2012). *Cognition: Theory and practice*. New York, NY: Worth.
- Rosen, L. D., Lim, A. F., Carrier, L. M. and Cheever, N. A. (2008). An empirical examination of the educational impact of text message-induced task switching in the classroom: educational implications and strategies to enhance learning. *Psicologia Educativa*, 17(2), 163-177.
- Rowland, N., Meile, M. J. and Nicolaidis, S. (1985). EEG alpha activity reflects attentional demands, and beta activity reflects emotional and cognitive processes. *Science*, 228(4700), 750-752.
- Rubinstein, J. S., Meyer, D. E. and Evans, J. E. (2001). Executive control of cognitive processes in task switching. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 27(4), 763-797.
- Salvucci, D. D. and Taatgen, N. A. (2008). Threaded cognition: An integrated theory of concurrent multitasking. *Psychological Review*, 115(1), 101-130.
- Salvucci, D. D., Taatgen, N. A. and Borst, J. P. (2009). Toward a unified theory of multitasking continuum: From concurrent performance to task switching,

- interruption, and resumption. *SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* içinde (s. 1819-1828). New York: ACM Press.
- Sana, F., Weston, T. and Cepeda, N. J. (2013). Laptop multitasking hinders classroom learning for both users and nearby peers. *Computers & Education*, 62, 24-31.
- Scholey, A. B., Moss, M. C., Neave, N. and Wesnes, K. (1999). Cognitive performance, hyperoxia, and heart rate following oxygen administration in healthy young adults. *Physiology and Behavior*, 67(5), 783-789.
- Shin, D. H., An, H. and Kim, J. H. (2016). How the second screens change the way people interact and learn: the effects of second screen use on information processing. *Interactive Learning Environments*, 24(8), 2058-2079.
- Smith, S. M. and Vela, E. (2001). Environmental context-dependent memory: A review and meta-analysis. *Psychonomic Bulletin and Review*, 8(2), 203-220. Son erişim tarihi: 20.02.2017
- Spink, A. (2004). Multitasking information behavior and information task switching: an exploratory study. *Journal of Documentation*, 60(4), 336-351.
- Stephens, B. R. (2005). Laptops in psychology: conducting flexible in-class research and writing laboratories. *New Directions for Teaching and Learning*, 101, 15-26.
- Strayer, D. L. and Drews, F. A. (2007). Cell-phone-induced driver distraction. *Current Directions in Psychological Science*, 16(3), 128-131.
- Swartz Center for Computational Neuroscience [SCCN]. EEGLAB tutorial outline. https://sccn.ucsd.edu/wiki/EEGLAB_TUTORIAL_OUTLINE. Son erişim tarihi: 20.02.2017
- Sweller, J. (2008). Human cognitive architecture. J. M. Spector, M. D. Merrill, J. J. G. van Merriënboer ve M. P. Driscoll (Eds.), *Handbook of Research on Educational Communications and Technology* (3. baskı) içinde (ss. 369 - 381). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Sweller, J. (2010). Element interactivity and intrinsic, extraneous, and germane cognitive load. *Educational Psychology Review*, 22(2), 123-138.
- Sweller, J. and Sweller, S. (2006). Natural information processing systems. *Evolutionary Psychology*, 4, 434-458.
- Sweller, J., Ayres, P. and Kalyuga, S. (2011). *Cognitive load theory*. New York: Springer.

- Sweller, J., van Merriënboer, J. J. G. and Paas, F. G. W. C. (1998). Cognitive architecture and instructional design. *Educational Psychology Review*, 10(3), 251-296.
- Tan, B. H. (2012). *Using a low-cost sensor to detect mental states*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Pittsburgh: Carnegie Mellon University, School of Computer Science.
- Tapscott, D. (2008) *Grown up digital: How the Net generation is changing your world*. New York: McGraw-Hill.
- Tran, P. D. (2012). *The effects of online communication while reading on content knowledge, reading comprehension, and long-term memory*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Los Angeles: California State University.
- van Gerven, P. W. M., Paas, F. G. W. C., van Merriënboer, J. J. G. and Schmidt, H. G. (2004). Memory load and the cognitive pupillary response in aging. *Psychophysiology*, 41(2), 167–174.
- van Gog, T., Kester, L., Nievelstein, F., Giesbers, B. and Paas, F. G. W. C. (2009). Uncovering cognitive processes: Different techniques that can contribute to cognitive load research and instruction. *Computers in Human Behavior*, 25, 325-331.
- van Gog, T., Paas, F. and van Merriënboer, J. (2004). Process-oriented worked examples: Improving transfer performance through enhanced understanding. *Instructional Science*, 32(1), 83-98.
- van Gog, T., Rikers, R. M. J. P. and Ayres, P. (2008). Data collection and analysis: Assessment of complex performance. In J. M. Spector, M. D. Merrill, J. J. G. van Merriënboer, & M. P. Driscoll (Eds.), *Handbook of research on educational communications and technology* (3rd ed., pp. 783–789). London, England: Routledge.
- van Merriënboer, J. J. G. and Ayres, P. (2005). Research on cognitive load theory and its design implications for e-learning. *Educational Technology, Research and Development*, 53(3), 5-13.
- Varlı, M. F. (2014). *Üstün zekâlı bireylerin hafıza performansına EEG-biofeedback yönteminin etkisi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. İstanbul: İstanbul Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

- Wilson, G. F. and Eggemeier, F. T. (1991). Physiological measures of workload in multi-task environments. In D. Damos (Ed.), *Multiple-task performance* (pp. 329–360). London: Taylor & Francis.
- Winkler, I., Debener, S., Müller, K. R. and Tangermann, M. (2015). On the influence of high-pass filtering on ICA-based artifact reduction in EEG-ERP. In *Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), 2015 37th Annual International Conference of the IEEE* (pp. 4101-4105). IEEE.
- Wood, E., Zivcakova, L., Gentile, P., Archer, K., De Pasquale, D. and Nosko, A. (2012). Examining the impact of off-task multi-tasking with technology on real-time classroom learning. *Computers & Education*, 58, 65-374.
- Xie, B. and Salvendy, G. (2000). Review and reappraisal of modelling and predicting mental workload in single-and multi-task environments. *Work & Stress*, 14(1), 74-99.
- Xu, J., Wang, Y., Chen, F. and Choi, E. (2011). Pupillary response based cognitive workload measurement under luminance changes. *Human-Computer Interaction–INTERACT 2011*, 178-185.
- Xue, Z., Li, J., Li, S. and Wan, B. (2006, August). Using ICA to remove eye blink and power line artifacts in EEG. In *Innovative Computing, Information and Control, 2006. ICICIC'06. First International Conference on* (Vol. 3, pp. 107-110). IEEE.
- Yörük-Açıkel, B., Turhan, U. and Akbulut, Y. (2018). Effect of multitasking on simulator sickness and performance in 3D aerodrome control training. *Simulation & Gaming*, 49(1), 27-49.
- Zarjam, P., Epps, J. and Chen, F. (2010). Evaluation of working memory load using EEG signals. In *Proc. APSIPA Annual Summit and Conference*, 715-719.
- Zhang, W. and Zhang, L. (2012). Explicating multitasking with computers: Gratifications and situations. *Computers in Human Behavior*, 28(5), 1883-1891.

EKLER

EK-A: BAŞARI TESTİ SORULARI

1. **Sıtma ile ilgili aşağıda verilenlerden hangisi yanlıştır?**
 - a. Sıtma paraziti yeryüzünde insanlardan hemen sonra ortaya çıkmıştır.
 - b. Hastalıktan en çok hamile kadınlar ve çocuklar etkilenir.
 - c. Her yıl ortalama bir milyon kişi sıtmadan dolayı yaşamını kaybetmektedir.
 - d. Afrika’da her iki kişiden birine bulaşmış durumdadır.
 - e. Bu sene dünyadaki insanların yaklaşık %10’una bulaşması beklenmektedir.
2. **Hangi şıkta verilen ünlüler sıtmadan dolayı yaşamlarını yitirmişlerdir?**
 - a. Cengiz Han – Abraham Lincoln
 - b. Timur- Büyük İskender
 - c. George Washington – Büyük İskender
 - d. Timur – Cengiz Han
 - e. Büyük İskender – George Orwell
3. **Sıtma ile ilgili aşağıdakilerden hangisi doğrudur?**
 - a. Sıtma parazitleri erkek sivrisinekler tarafından insanlara bulaştırılır.
 - b. Tüm anofel sivrisinekleri sıtma taşıyıcısıdır.
 - c. Sivrisinekler genellikle vejetaryendirler.
 - d. Sıtma paraziti insanlar için tehlikeli olduğu gibi sivrisinekler için de tehlikelidir.
 - e. Tüm sivrisinekler kan emer.
4. **Hamile sivrisinekler yumurtalarını besleyebilmek için insan kanındaki hangi maddeye gereksinim duyarlar?**
 - a. Karbonhidrat
 - b. Alyuvarlar
 - c. Protein
 - d. Glikoz
 - e. Su
5. **Sivrisineğe geçen sıtma parazitlerinden hangileri cinsiyet hücrelerine dönüşür?**
 - a. En hareketli olanlar
 - b. En önce sindirilenler
 - c. En son sindirilenler
 - d. Sindirilmeyenler
 - e. Mideye duvarına yapışanlar
6. **Sineğin midesindeki sıtma cinsiyet hücrelerinin aktif hale gelip çiftleşebilmeleri için önce hangi olayın gerçekleşmesi gerekir?**
 - a. Sineğin midesindeki insan kanının soğuması
 - b. Sineğin mide salgılarının insan kanını mayalaması
 - c. Sindirilen insan kanının sineğin midesini terk etmesi
 - d. Sineğin tekrar başka bir insanı ısırması
 - e. Sineğin tekrar aynı kişiyi ısırması
7. **Sivrisineğin midesinde döllenmiş sıtma hücreleri daha sonra nerede kist oluştururlar?**

- a. Sineğin bağırsaklarında
 - b. Sineğin mide dış çeperinde
 - c. Sineğin mide boşluğunda erkek hücrelerin bol olduğu bölgelerde
 - d. Sineğin mide ağzında
 - e. Sineğin solunum organlarında
- 8. Sivrisineğin midesindeki kistlerde ne üretilir?**
- a. Sporlar
 - b. Cinsiyet hücreleri
 - c. Merozoitler
 - d. Şizontlar
 - e. Alyuvarlar
- 9. Aşağıdakilerden hangisi sıtmanın sivrisinek evresine ilişkin yanlış bir bilgidir?**
- a. Sporlar sivrisinekteki gelişimlerini 15 günde tamamlarlar.
 - b. Üretilen sporlar beslenmek için sineğin lenf bezlerine doğru hareket ederler.
 - c. Gelişimlerini tamamlayan sporlar sivrisineğin salyasıyla birlikte insana geçer.
 - d. Dölllenmemiş dişi sıtma hücreleri hareket edemez.
 - e. Sivrisinekteki her bir sıtma kisti binlerce spor üretir.
- 10. Sivrisinek salyasına ilişkin aşağıdakilerden hangisi ya da hangileri doğrudur?**
- I-Kanı pıhtılaştırır; II-Kanın pıhtılaşmasını önler; III-Acı hissedilmesini engeller
- a. Yalnız I
 - b. Yalnız II
 - c. Yalnız III
 - d. I ve III
 - e. II ve III
- 11. Sıtma parazitleri, insan vücuduna girdikten sonra kan dolaşımına karışarak yol almaya başlarlar. Bu yolun sonunda ulaşmak istedikleri organ aşağıdakilerden hangisidir?**
- a. Mide
 - b. Akciğer
 - c. Bağırsak
 - d. Karaciğer
 - e. Dalak
- 12. İnsana geçen sıtma parazitlerinin hedeflerindeki organa ulaşarak vücut kan dolaşımını terk etmeleri ne kadar sürer?**
- a. 1 saat
 - b. 5 saat
 - c. 1 gün
 - d. 5 gün
 - e. 15 gün
- 13. Sıtma paraziti kan dolaşımından karaciğer dokusuna hangi hücre üzerinden giriş yapar?**
- a. Alyuvar
 - b. Akyuvar
 - c. Kupfer

- d. Sitoplazma
 - e. Mitokondri
- 14. Karaciğerde kuluçka dönemine geçerek bölünmelerle sürekli büyüyen sıtma paraziti ne ad verilir?**
- a. Spor
 - b. Şizont
 - c. Kist
 - d. Merozoit
 - e. Mutant
- 15. Karaciğerdeki kuluçka evrelerini tamamlayıp tekrar kan dolaşımına katılan sıtma parazitlerine ne ad verilir?**
- a. Spor
 - b. Kist
 - c. Mutant
 - d. Kupfer
 - e. Merozoit
- 16. Karaciğeri terk eden sıtma parazitleri aşağıdakilerden hangisine yerleşirler?**
- a. Alyuvarlar
 - b. Akyuvarlar
 - c. Dalak
 - d. Böbrek
 - e. Safra kesesi
- 17. Aşağıdakilerden hangisi sıtmanın insanda neden olduğu olumsuz durumlardan birisi değildir?**
- a. Yüksek ateş
 - b. Kasılma
 - c. Beyin hasarı
 - d. İshal
 - e. Koma
- 18. Karaciğeri terk eden sıtma parazitleri neden alyuvarlara yerleşirler?**
- a. Kan dolaşımında daha hızlı hareket etmek için.
 - b. İnsan vücudundaki başka bir organa ulaşmak için.
 - c. Vücudun bağışıklık sisteminden korunmak için
 - d. Dolaşım sistemine ulaşarak vücudu terk etmek için.
 - e. Alyuvarlar onları yakaladığı için.

EK-B: BİLİŞSEL YÜK ÖLÇEĞİ KULLANIM İZNİ

EBRU KILIC ÇAKMAK

10 Jun 2015 11:35

EK

To: Özgür ÖRÜN

Re: Bilişsel Yük Ölçeği İçin İzin İsteği

Özgür merhaba,

Bilişsel yük ölçeğini kullanmanızda bir sakınca yoktur. Ölçek tek maddeden oluşmakta ancak birden fazla görev için aynı ölçeği kullanıyorsunuz. Böylece görev sayısı kadar madde varmış gibi değerlendiriliyor. Ölçek 9 dereceli olarak planlanmış.

Ölçek maddesi:

Verilen görevi tamamlarken ne kadar çaba gösterdiniz? Çok çok az/ Çok az/ Az/ Kısmen az/ Ne az ne fazla/ Kısmen fazla/ Fazla/ Çok fazla/ Çok çok fazla (1 2 3 4 5 6 7 8 9)

Kolaylıklar ve başarılar dilerim.

Doç.Dr. Ebru Kılıç Çakmak

----- Orijinal Mesaj -----

Kimden: "Özgür ÖRÜN" <ozgurorun@anadolu.edu.tr>

Kime: ekilic@gazi.edu.tr

Gönderilenler: 9 Haziran Salı 2015 16:25:30

Konu: Bilişsel Yük Ölçeği İçin İzin İsteği

Merhaba Sayın Ebru Hocam,
Ben, Anadolu Üniversitesi Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Bölümü'nde doktora yapmaktayım. Tezimde bilişsel yük ölçümü yapacağım deneysel bir çalışma planlıyorum. Eğer izniniz olursa, "Hiper Ortamlarda Öğrencilerin Bilişsel Yükleme ve Kaybolma Düzeylerinin Belirlenmesi" başlıklı çalışmanızda Türkçe'ye uyarlanmış olduğunuz Bilişsel Yük Ölçeği'ni kullanmak isterim. Acaba Bilişsel Yük Ölçeği'ni paylaşmanız mümkün müdür?

Saygılarımla,

Özgür Örün
Araştırma Görevlisi
Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi ABD
Anadolu Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü
+902223350580 / 3470

EK-C: ÇALIŞAN BELLEK TESTİ KULLANIM İZNİ

DOSYA İLETİ McAfee E-mail Scan

Yoksay Sil Yanıtla Tümünü Yanıtla İlet Taşı? Vöneticiye Ekip E-postası Taşı Okunmadı Olarak İşaretle Kategorilere Ayır İzle Etiketler Çevir Yakınlaştır

Sil Yanıtla Hızlı Adımlar Taşı Etiketler Düzenleme Yakınlaştır

13.6.2015 Cmt 12:35

Roberto COLOM <roberto.colom@uam.es>

Re: Permission to use computerized working memory tests

Kime Yavuz AKBULUT

Bu iletiyi 13.6.2015 14:02 tarihinde ilettiniz.

No problem. Please keep me posted. Best, Roberto

Dr. Roberto COLOM

Universidad Autonoma de Madrid

Voice: 91 497 41 14

Research: <https://sites.google.com/site/colomresearch/Home>

Blog: <http://www.robertocolom.blogspot.com/>

Twitter: @ROBERTO_COLOM

E1 12/6/2015, a las 13:21, Yavuz AKBULUT <yavuzakbulut@anadolu.edu.tr> escribió:

Dear Colleague,

I'm a researcher at the Department of Computer Education and Instructional Technology at Anadolu University, Turkey. For one of our research studies on cognitive load which will be conducted next Fall, we would like to administer the Computation Span (Ackerman et al., 2002) and Dot Matrix Task (Miyake et al., 2001) to our participants. The tests will be administered in computer environment and we believe that the adaptation study you realized can contribute to our research purposes effectively. Could you please let us use the measures in our research study?

We will be happy to cite your related scientific work, use the tests only for research purposes, and process the outcome data in accordance with the standards you have advised.

Regards,

Yavuz Akbulut
Anadolu University, Turkey
<http://yavuzakbulut.home.anadolu.edu.tr>

En son e-postaları ve sosyal güncelleştirmeleri görmek için bir fotoğrafı tıklayın.

EK-D: EMOTIV EPOC+ BAŞLIĞININ TEKNİK ÖZELLİKLERİ

EEG BAŞLIĞI	
Kanal Sayısı	14 (artı olarak CMS/DRL kaynakları, P3/P4 konumları)
Kanal adları (uluslararası 10-20 konum)	AF3, F7, F3, FC5, T7, P7, O1, O2, P8, T8, FC6, F4, F8, AF4
Örnekleme yöntemi	Sıralı örnekleme. Tek ADC
Örnekleme oranı	128 ya da 256 SPS (2048 Hz dahili)
Çözünürlük	14 bits 1 LSB = 0.51µV (16 bit ADC, 2 bits instrumental noise floor discarded)
Bant genişliği	0.2 - 45Hz, 50Hz and 60Hz'te dijital notch filtresi
Filtreleme	Dahili dijital 5. seviye Sinc filtre
Dinamik aralık (girdi göndermeli)	8400µV (pp)
Eşleşme modu	AC eşleştirme
Bağlantı	Tescilli kablosuz bağlantı, 2.4 GHz genişlik
Güç	LiPoly
Pil ömrü (tipik)	12 saat
Direnç ölçümü	Gerçek zamanlı iletişim kalitesi kullanan patentli sistem

EK-E: ÇOK FONKSİYONLU ÇEVRE ÖLÇÜM CİHAZININ TEKNİK ÖZELLİKLERİ

Rüzgar Hızı Ölçer	
Ölçüm aralığı	50 ... 30 m/s
Hassasiyet	$\pm (3 \% \pm 0,3 d)$
Ölçüm birimi	m/s, km/h, ft/min, Knoten, mph
Sıcaklık Ölçüm Cihazı	
Ölçüm aralığı	-40 ... +70 °C (-40 ... 158 °F)
Hassasiyet	$\pm 5\text{ °C}, \pm 3,6\text{ °F}$
Ölçüm birimi	°C / °F
Çözünürlük	0,1
Nem	
Ölçüm aralığı	10 ... 95 % b.N.
Hassasiyet	$\pm 5\text{ \% b.N.}$
Çözünürlük	0,1
Ses Seviyesi Ölçer	
Ölçüm aralığı	35 ... 130 dB
Çözünürlük	0,1 dB
Görüntü	4 dijit
Frekans aralığı	31,5 Hz ... 8 kHz
Frekans değerlendirme	dBA
Hassasiyet	$\pm 2\text{ dB}$
Mikrofon	elektrikli kondansatör mikrofon
Uygulanan Standart	IEC61672-1 CLASS2
Lux (Işık) Metre	
Ölçüm aralığı	0 ... 200000 lx, 0 ... 20000 Fc

Spektral hassasiyet	CIE foto-optik (İnsan gözünün CIE hassasiyeti)
Spektral doğruluğu	CIE V_{λ} Fonksiyon $f_1' \leq 6 \%$
Kosinüs davranışı	$f_2' \leq 2 \%$
Hassasiyet	Ölçüm değerinden $\pm 4\%$ Ölçüm aralığından $\pm 0,5 \%$ (<10000 lx)
Ölçüm Sensörü	Filtre ile Silisyum Foto Diyot
Genel	
Veri güncelleme	Saniyede 1 defa
Maksimum değer	MAX
Minimum değer	MIN
Data-Hold-Fonksiyonu	HOLD
Otomatik kapanma	Yaklaşık 15 dakika kullanım dışı kaldığında
Güç kaynağı	1 x 9 V Blok-Pil
Çevresel koşullar	-20 ... +60 °C, 10 ... 90 % b.N.
Depolama koşulları	-40 ... +60 °C, 10 ... 75 % b.N.
Boyutlar	252 x 66 x 33 mm
Ağırlık	586 gr.

EK-F: ARAŞTIRMACI GÖZLEM FORMU**Katılımcı No** :**Uygulamanın gerçekleştirildiği fiziksel ortam** :

Çevresel Ölçümler	Min	Max	Zaman Aralığı
Fiziksel ortamdaki ses düzeyi (dB) :			
Fiziksel ortamdaki nem düzeyi (b.N.) :			
Fiziksel ortamdaki ışık miktarı (lx - Fc) :			
Fiziksel ortamdaki sıcaklık (°C) :			

Fiziksel ortamdaki insan yoğunluğu	Min	Max	Zaman Aralığı
Deney süresince ortamdaki toplam birey sayısı :			
Deney sırasında katılımcıya yakın masalarda oturan toplam birey sayısı :			

EK-G: ANADOLU ÜNİVERSİTESİ ETİK KURULU KARARI

Kayıt Tarihi: 15.06.2015

Protokol No: 14196



ANADOLU ÜNİVERSİTESİ ETİK KURULU KARARI

ÇALIŞMANIN TÜRÜ:	TÜBİTAK Projesi
KONU:	Eğitim Bilimleri
BAŞLIK:	Farklı Fiziksel Ortamlarda Gerçekleştirilen Çoklu Görev Durumlarının Bilişsel Yük ve Başarıya Etkisi
PROJE/TEZ YÜRÜTÜCÜSÜ:	Doç. Dr. Yavuz AKBULUT
TEZ YAZARI:	—
ALT KOMİSYON GÖRÜŞÜ:	—
KARAR:	Olumlu

ETİK KURUL ÜYELERİ

Prof. Dr. Aydın AYBAR
Rektör Yardımcısı / Etik Kurul Başkanı

Prof. Dr. Hayrettin TÜRK
Fen Bil.(Fen Fak.)

Prof. Dr. Yusuf ÖZTÜRK
Sağlık Bil.(Ecz. Fak.)

Prof. Dr. Esra CEYHAN
Eğitim Bil. (Eğitim Bil. Ens.)

Prof. Dr. Kemal YILDIRIM
Sos. Bil.(İkt. ve İd. Bil. Fak.)

Doç. Dr. Münevver ÇAKI
Güz. San. (Güz. San. Fak.)

İMZA/ TARİH

01.07.2015

(Handwritten signatures of Prof. Dr. Aydın Aybar, Prof. Dr. Hayrettin Türk, and Prof. Dr. Yusuf Öztürk)

(Handwritten signature of Prof. Dr. Esra Ceyhan)

(Handwritten signature of Prof. Dr. Kemal Yıldırım)

(Handwritten signature of Doç. Dr. Münevver Çaki)

EK-H: GÖNÜLLÜ KATILIM FORMU

ARAŞTIRMA GÖNÜLLÜ KATILIM FORMU

Bu çalışma, “*Farklı Fiziksel Ortamlarda Gerçekleştirilen Çoklu Görev Durumlarının Bilişsel Yük ve Başarıya Etkisi*” başlıklı bir araştırma çalışması olup farklı fiziksel ortamların, çoklu görev durumlarının ve çalışan bellek niteliklerinin öğrenme süreçleri üzerindeki rolünü irdeleme amacını taşımaktadır. Çalışma, Doç. Dr. Yavuz AKBULUT tarafından yürütülmekte olup sonuçları ile çoklu görev durumlarının ve fiziksel ortamların tasarımına ilişkin ilkelere katkıda bulunulması beklenmektedir.

- Bu çalışmaya katılımınız tamamen gönüllülük esasına dayanmaktadır.
 - Çalışmanın amacı doğrultusunda, bir başlık takarak web ortamında sizden beklenen bilgisayar destekli öğrenme etkinliklerini gerçekleştirmeniz beklenmektedir.
 - İsminizi yazmak ya da kimliğinizi açığa çıkaracak bir bilgi vermek zorunda değilsiniz. Katılımcılara ait her türlü bilgi gizli tutulacaktır.
 - Araştırma kapsamında toplanan veriler, yalnızca bilimsel amaçlar için kullanılacak, araştırmanın amacı dışında ya da bir başka araştırmada kullanılmayacak ve gerekmesi halinde, sizin (yazılı) izniniz olmadan başkalarıyla paylaşılmayacaktır.
 - İstemeniz halinde sizden toplanan verileri inceleme hakkınız bulunmaktadır.
1. Sizden toplanan veriler harici depolama yöntemi ile korunacak ve araştırma bitiminde arşivlenecek ya da talebiniz üzerine imha edilecektir.
 2. Veri toplama sürecinde/süreçlerinde size rahatsızlık verebilecek herhangi bir soru/talep olmayacaktır. Yine de katılımınız sırasında herhangi bir nedenle rahatsızlık hissederseniz çalışmadan istediğiniz zaman ayrılabilirsiniz. Çalışmadan ayrılmanız durumunda sizden toplanan veriler çalışmadan çıkarılacak ve imha edilecektir.

Gönüllü katılım formunu okumak ve değerlendirmek üzere ayırdığınız zaman için teşekkür ederiz. Çalışma hakkındaki sorularınızı Anadolu Üniversitesi Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi bölümünden Yavuz AKBULUT’a yöneltebilirsiniz.

Araştırmacı Adı : Yavuz AKBULUT
Adres : Anadolu Üniversitesi Eğitim
Fakültesi E Blok 324 Nolu
Oda
İş Tel : 0 222 335 0580 / 3459

Bu çalışmaya tamamen kendi rızamla, istediğim takdirde çalışmadan ayrılabileceğimi bilerek verdiğim bilgilerin bilimsel amaçlarla kullanılmasını kabul ediyorum.

(Lütfen bu formu doldurup imzaladıktan sonra veri toplayan kişiye veriniz.)

Katılımcı Ad ve Soyadı:

İmza:

Tarih: