

**ÇOKLU ORTAMLA ÖĞRENMEDE KONU DIŞI İŞLEMLERİ
AZALTMA İLKELERİNİN ARTIRILMIŞ GERÇEKLİK VE
SANAL GERÇEKLİK ORTAMLARINDA BİLİŞSEL YÜK VE
BAŞARIYA ETKİSİ**

Doktora Tezi

Ufuk TUĞTEKİN

Eskişehir 2019

**ÇOKLU ORTAMLA ÖĞRENMEDE KONU DIŞI İŞLEMLERİ AZALTMA
İLKELERİNİN ARTIRILMIŞ GERÇEKLİK VE SANAL GERÇEKLİK
ORTAMLARINDA BİLİŞSEL YÜK VE BAŞARIYA ETKİSİ**

Ufuk TUĞTEKİN

DOKTORA TEZİ

Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Hatice Ferhan ODABAŞI

Eskişehir

Anadolu Üniversitesi

Eğitim Bilimleri Enstitüsü

Mart 2019

Bu tez çalışması Anadolu Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonunca kabul edilen 1705E112 no'lu proje kapsamında desteklenmiştir.

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

Ufuk TUĞTEKİN'in "Çoklu Ortamla Öğrenmede Konu Dışı İşlemleri Azaltma İlkelerinin Artırılmış Gerçeklik ve Sanal Gerçeklik Ortamlarında Bilişsel Yük ve Başarıya Etkisi" başlıklı tezi 14.03.2019 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. H.Ferhan ODABAŞI

Üye : Doç.Dr. S.Duygu BEDİR ERİŞTİ

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Özcan Özgür DURSUN

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Gülriz İMER

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Mehmet ERSOY

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

ÖZET

ÇOKLU ORTAMLA ÖĞRENMEDE KONU DIŞI İŞLEMLERİ AZALTMA İLKELERİNİN ARTIRILMIŞ GERÇEKLİK VE SANAL GERÇEKLİK ORTAMLARINDA BİLİŞSEL YÜK VE BAŞARIYA ETKİSİ

Ufuk TUĞTEKİN

Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Anabilim Dalı

Anadolu Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Mart 2019

Danışman: Prof. Dr. Hatice Ferhan ODABAŞI

Bu araştırmanın amacı; Türetimci Çoklu Ortamla Öğrenme Kuramı bağlamında, konu dışı işlemleri azaltmaya yönelik ilkelerin artırılmış gerçeklik ve sanal gerçeklik ortamlarında öğrenme çıktılarına, bilişsel yüklenmeye ve üst bilişsel kararlara etkisini incelemektir. Bu araştırmada, öğrenenlerin başarı durumlarını incelemek için 3 (farklı çoklu ortam ilkeleri) X 2 (farklı öğrenme ortamları) X 2 (ölçüm zamanı) faktöriyel desenden yararlanılmıştır. Deneysel bir desen ile gerçekleştirilen araştırmaya 2017-2018 öğretim yılında Anadolu Üniversitesi Eğitim Fakültesi'nde öğrenim gören 349 lisans öğrencisi katılmıştır. Katılımcıların çalışan bellek düzeyleri ve konu içeriğine ilişkin ön bilgi düzeyleri konu anlatımı gerçekleştirilmeden ölçülmüştür. Deneysel uygulama sürecinin tamamlanması ile birlikte katılımcıların bilişsel yüklenme düzeyleri ve üst bilişsel kararları da incelenmiştir. Bulgular, araştırma grupları arasında başarı düzeyi ve üst bilişsel kararlar bağlamında farklılık bulunmadığını ortaya çıkarmıştır. Ancak, katılımcıların bilişsel yüklenme durumları incelendiğinde AR ve VR ortamlarında yalnızca nesnel bilişsel yüklenme düzeylerinin farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Buna ek olarak, katılımcıların başarı puanlarını temsil eden öğrenme çıktıları ile bilişsel yüklenme değişkenleri arasında ilişki belirlenmiştir. Söz konusu bulgular alanyazın bağlamında tartışılmış ve gelecekteki uygulamalara yönelik birtakım öneriler sunulmuştur.

Anahtar Sözcükler: Bilişsel yük, Çoklu ortam, Çoklu ortam ilkeleri, Artırılmış gerçeklik, Sanal gerçeklik, Başarı.

ABSTRACT

EFFECT OF REDUCING EXTRANEEOUS PROCESSING PRINCIPLES ON COGNITIVE LOAD AND ACHIEVEMENT IN AUGMENTED REALITY AND VIRTUAL REALITY ENVIRONMENTS IN MULTIMEDIA LEARNING

Ufuk TUĞTEKİN

Department of Computer Education and Instructional Technology

Anadolu University, Graduate School of Educational Sciences, March 2019

Supervisor: Prof. Dr. Hatice Ferhan ODABAŞI

The aim of this study is to examine the effect of the principles for reducing extraneous processing in multimedia learning and achievement in augmented reality and virtual reality environments in the context of the Generative Multimedia Learning Theory. A 3 (multimedia principles) X 2 (learning environment) X 2 (measurement) factorial design was used to examine achievement performance of participants. A true experimental design was implemented with 349 undergraduate students from Anadolu University Faculty of Education in Spring 2017-2018. Participants' working memory capacity and background knowledge were measured before the intervention. Cognitive load and metacognitive judgements were examined upon successful completion of the experiments. Findings revealed no statistically significant differences with regard to learning outcomes and metacognitive judgements. However, when the cognitive load levels of the participants were examined, it was found that only the levels of objective cognitive load were statistically different in AR and VR environments. In addition, the relationship between the learning outcomes and cognitive load variables were determined. These findings were discussed according to the relevant literature and followed by implications and suggestions for the further studies.

Keywords: Cognitive load, Multimedia, Multimedia principles, Augmented reality, Virtual reality, Achievement.

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim sürecinde gereksinim duyduğum her konuda destek olan başta Anadolu Üniversitesi Eğitim Fakültesi Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Bölümü öğretim elemanları olmak üzere, tüm Anadolu Üniversitesi mensuplarına teşekkür ederim.

Doktora eğitimimin başlangıcından bu güne ulaşana dek, her aşamada beni destekleyen, akademik gelişimimde önemli, benzersiz ve değerli katkıları olan, gerek tez çalışmamda gerekse diğer akademik çalışmalarım ve yaşamımın her alanında her zaman bana rehberlik eden Sayın Hocam Prof. Dr. Hatice Ferhan ODABAŞI'na teşekkürlerim sonsuzdur.

Araştırmanın her aşamasında büyük bir özveri ile araştırmaya katkı sağlayan, süreci her yönüyle değerlendirip en iyisini yapmam konusunda beni cesaretlendiren ve en ince ayrıntıları bile değerlendirerek araştırmanın farklı yönlerde şekillendirilmesinde çok büyük emekleri olan tez izleme jürimin değerli üyeleri Doç. Dr. S. Duygu BEDİR ERİŞTİ ve Dr. Öğr. Üy. Özcan Özgür DURSUN hocalarıma teşekkürlerimi sunuyorum. Bunun yanı sıra tez savunma jürimde yer alarak destek olan ve önerileri ile değerli katkılar sunan Dr. Öğr. Üy. Mehmet ERSOY ve Dr. Öğr. Üy. Gülriz İMER hocalarıma teşekkür ediyorum.

Akademik gelişimimde değerli katkılar sağlayan, Prof. Dr. Yavuz AKBULUT hocama teşekkür ediyorum. Bu çalışmanın planlanan sürede tamamlanması için gereken tüm desteği sağlayan ve desteklerini hiçbir zaman unutmayacağım Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Öğretim Üyesi Dr. Öğr. Üy. Gülriz İMER hocama ve Prof. Dr. M. Nisa ÜNALDI CORAL hocama teşekkürlerimi sunarım. Mersin Üniversitesi'nde tanıştığım değerli arkadaşlarım ve meslektaşlarım Ramazan KARATEPE, İsmail Yavuz ÖZTÜRK, Aslı SARIŞAN TUNGAÇ, Esin DÜNDAR, M. Emin MISIR ve Gürol YOKUŞ'a teşekkür ediyorum.

Araştırmanın veri toplama sürecinde yeri geldiğinde ders saatlerinden feragat ederek destek olan Anadolu Üniversitesi Eğitim Fakültesinin değerli öğretim üyeleri Doç. Dr. M. Recep OKUR, Doç. Dr. Y. Levent ŞAHİN, Öğr. Gör. Serap ŞİŞMAN UĞUR, Öğr. Gör. Abdullah ÇEVİK, Öğr. Sema AKSOY ÜNALAN, Öğr. Gör. Sebahat YAŞAR, Dr. Öğr. Üy. Sema ÜNLÜER, Öğr. Gör. Zekiye DOĞAN, Öğr. Gör. Ali ATALAY, Doç.

Dr. Nilgün ÖZDAMAR KESKİN, Doç. Dr. Zerrin TURAN, Dr. Ali HAYDAR BÜLBÜL, Öğr. Gökmen SALİK, Okt. Ela AKGÜN ÖZBEK'e ve çalışmaya gönüllü olarak katılan tüm lisans öğrencilerimize teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmamda değerli katkıları bulunan değerli meslektaşım ve arkadaşım Alper BURMABİYİK'a teşekkürlerim sonsuzdur. Çalışmanın farklı aşamalarında katkıları bulunan Dr. Ali Haydar BÜLBÜL'e, Dr. Ulaş İLİC'e ve Arş. Gör. Ferhan ŞAHİN'e teşekkür ederim. Veri toplama sürecinde destekleri ile yardımcı olan Dr. Barış MERCİMEK ve Dr. Mehmet Şahin SOLAK'a teşekkürler.

TÜBİTAK Bilim İnsanı Destekleme Daire Başkanlığı'na 2211-A Yurt İçi Doktora Burs Programı kapsamında doktora eğitimim sürecinde sağlamış olduğu maddi destekten dolayı teşekkür ederim.

Bu tez çalışmamı, Bilimsel Araştırma Projeleri kapsamında destekleyen Anadolu Üniversitesi'ne teşekkürlerimi sunarım.

Bugünlere ulaşmamda çok değerli emekleri olan, bu zorlu serüvende desteklerini her zaman hissettiren, zaman zaman uzak olsak da her koşulda yanımda olduklarından emin olduğum, annem Ayşe TUĞTEKİN ve babam Ali TUĞTEKİN'e sonsuz teşekkür ediyorum.

Doktora eğitim sürecinin zorluğunu hafifleten, doktora ders aşamasından tez yazım sürecine kadar olan süreçte yaşadığım tüm zorluklarda yanımda olup, gerçekleştirdiğim projelerde ve çalışmalarımda motivasyon kaynağım olan ve her koşulda destekleri ile beni bu noktaya taşıyan meslektaşım ve sevgili eşim Esra BARUT TUĞTEKİN'e sonsuz teşekkür ediyorum. Sen olmasaydın, başaramazdık.

Ufuk TUĞTEKİN

Eskişehir 2019

27/03/2019

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Bu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmanın 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.

Ufuk TUĞTEKİN

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
TABLolar DİZİNİ	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ	xiii
KISALTMALAR DİZİNİ	xiv
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Çoklu Ortamla Öğrenme Kuramına Temel Olan Biliş Kuramları	3
1.2. Bilişsel Yük Kuramı	6
1.3. Bilişsel Yük ve Farklı Ortamlar ile İlişkisi	9
1.4. Bilişsel Yük Ölçümü	12
1.5. Artırılmış Gerçeklik (AR) ve Sanal Gerçeklik (VR) Ortamları	14
1.6. İlgili Araştırmalar	16
1.7. Amaç.....	22
1.8. Önem.....	23
1.9. Sınırlılıklar	25
2. YÖNTEM.....	26
2.1. Araştırma Modeli	26
2.2. Katılımcılar	27
2.3. Veri Toplama Araçları.....	30
2.3.1. Demografik bilgiler anketi	30
2.3.2. Ön bilgi testi-1	31
2.3.3. Çalışan bellek kapasitesi testi	31

	<u>Sayfa</u>
2.3.4. Öğrenme kolaylığı testi	32
2.3.5. Bilişsel yük testleri.....	33
2.3.6. Öğrenme yargıları testi.....	33
2.3.7. Hatırlama testi	34
2.3.8. Kavrama testi.....	34
2.3.9. Başarı testi	35
2.3.10. İkincil görev.....	36
2.3.11. Log yapısı	37
2.4. Veri Toplama Süreci.....	38
2.5. Deneysel Çalışma Ortamı	39
2.6. Veri Toplama Arayüz Uygulaması.....	41
2.7. AR Yazılımlarının ve VR Uygulamalarının Geliştirilmesi.....	42
2.8. Verilerin Toplanması.....	46
2.9. Verilerin Analizi.....	51
3. BULGULAR.....	53
3.1. Betimsel Bulgular	53
3.2. AR ve VR Ortamlarında, Konu Dışı İşlemleri Azaltma İlkelerine Uygun Hazırlanan Materyallerin Öğrenme Çıktılarına Etkisi.....	55
3.3. Farklı Ortamlarda Konu Dışı İşlemleri Azaltma İlkelerine Uygun Hazırlanan Materyallerin Öznel ve Nesnel Bilişsel Yüklenmeye Etkisi	61
3.4. Farklı Ortamlarda Konu Dışı İşlemleri Azaltma İlkelerine Uygun Hazırlanan Materyallerin Üst Bilişsel Kararlara Etkisi	72
3.5. Konu Dışı İşlemleri Azaltma İlkelerine Uygun Olarak Hazırlanan Materyallerin Başarı Puanları ve Bilişsel Yükleri Arasındaki İlişki	77
4. SONUÇ, TARTIŞMA ve ÖNERİLER	79
4.1. Sonuç ve Tartışma	79

4.1.1. Konu dışı işlemleri azaltma ilkeleri ile ortam etkileşiminin başarıya etkisi.....	80
4.1.2. Konu dışı işlemleri azaltma ilkelerinin AR ve VR ortamlarında öznel ve nesnel bilişsel yüklenmeye etkisi	82
4.1.3. Konu dışı işlemleri azaltma ilkelerinin AR ve VR ortamlarında üst bilişsel kararlara etkisi	86
4.1.4. Başarı ve bilişsel yüklenme arasındaki ilişki	88
4.2. Öneriler	90
4.2.1. Eğitim uygulamalarına yönelik öneriler	90
4.2.2. İleri araştırmalar için öneriler	91
KAYNAKÇA.....	96
EKLER	
ÖZGEÇMİŞ	

TABLÖLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Tablo 1. 1. Bilişsel yük ölçüm türleri arasındaki nedensel ilişki.....	13
Tablo 1.2. Tutarlılık ilkesine yönelik deneysel araştırmalar	16
Tablo 1. 3. İşaretleme ilkesine yönelik deneysel araştırmalar	17
Tablo 1. 4. Gereksizlik ilkesine yönelik deneysel araştırmalar	18
Tablo 1. 5. Uzamsal-Konumsal yakınlık ilkesine yönelik deneysel araştırmalar	19
Tablo 1. 6. Zamansal yakınlık ilkesine yönelik deneysel araştırmalar	20
Tablo 2. 1. Araştırmanın deseni.....	27
Tablo 2. 2. Katılımcılara ilişkin betimsel istatistikler	28
Tablo 2. 3. AR ve VR deneysel ortamlarında sunulan ilkeler bağlamında katılımcıların demografik özellikleri	29
Tablo 2. 4. Başarı testi pilot uygulama sonuçları	35
Tablo 3. 1. Çalışan bellek puanına ilişkin betimsel istatistikler	53
Tablo 3. 2. Öğrenme çıktılarına ilişkin betimsel istatistikler.....	53
Tablo 3. 3. Bilişsel yüklenme düzeylerine ilişkin betimsel istatistikler.....	54
Tablo 3. 4. Üst bilişsel kararlara ilişkin betimsel istatistikler.....	54
Tablo 3. 5. Ön test, Çalışan Bellek, Başarı, Hatırlama ve Kavrama Testleri arasındaki ilişki	56
Tablo 3. 6. Başarı, Hatırlama ve Kavrama Testleri'nin araştırma gruplarına ilişkin betimsel istatistikleri.....	57
Tablo 3. 7. Öğrenme çıktıları arasındaki farklılık durumlarına yönelik MANCOVA sonuçları	58
Tablo 3. 8. Başarı, Hatırlama ve Kavrama Test puanlarına ilişkin gruplar arası fark tablosu	58
Tablo 3. 9. Kontrol değişkenlerinden önce ve sonra araştırma gruplarına göre oluşan Başarı, Hatırlama ve Kavrama Testleri'ne ilişkin betimsel istatistikler	59
Tablo 3. 10. Bilişsel yük değişkenlerine ilişkin betimsel istatistikler	61
Tablo 3. 11. Ortamlara göre bilişsel yük değişkenlerine ilişkin betimsel istatistikler ...	62
Tablo 3. 12. Bilişsel yük düzeyleri arası farklılık durumları	63
Tablo 3. 13. Bilişsel yük düzeyleri arasındaki farklar.....	65
Tablo 3. 14. NONSIG gruplarına ilişkin istatistiksel veriler	66

Tablo 3. 15. VISSIG gruplarına ilişkin istatistiksel veriler	67
Tablo 3. 16. VERSIG gruplarına ilişkin istatistiksel veriler	68
Tablo 3. 17. COH gruplarına ilişkin istatistiksel veriler	68
Tablo 3. 18. NONCOH gruplarına ilişkin istatistiksel veriler	69
Tablo 3. 19. SPA gruplarına ilişkin istatistiksel veriler	70
Tablo 3. 20. NONSPA gruplarına ilişkin istatistiksel veriler	71
Tablo 3. 21. Deney gruplarına göre öğrenmenin kolaylığı ve öğrenme yargıları ilişkisi	72
Tablo 3. 22. Öğrenme yargıları, ön bilgi puanları ve çalışan bellek düzeyi arasındaki ilişkiler	73
Tablo 3. 23. Deney gruplarının öğrenme yargı puanlarına ait betimsel istatistikler	74
Tablo 3. 24. Deney gruplarının öğrenme yargıları arasındaki farklılığa yönelik sonuçlar	74
Tablo 3. 25. Kontrol değişkeni uygulanmadan önce ve uygulandıktan sonra oluşan öğrenme yargılarına ilişkin betimsel istatistikler	75
Tablo 3. 26. Katılımcıların başarı puanları ve bilişsel yüklenme düzeyleri arasındaki ilişkiler	77

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 1. 1. Çoklu Ortamla Öğrenmenin Bilişsel Teorisi	6
Şekil 2. 1. Veri toplama süreci öncesi uygulamaya hazırlanan BT ortamı	47
Şekil 2. 2. Deneysel uygulama planı ve veri toplama süreci.....	48
Şekil 2. 3. AR ortamına ilişkin deneysel etkinliğe katılan katılımcılar	50
Şekil 2. 4. VR ortamına ilişkin deneysel etkinliğe katılan katılımcılar	50
Şekil 3. 1. AR ve VR ortamlarının ilkelere göre öğrenme yargıları üzerindeki etkisi ...	76
Şekil 3. 2. AR ve VR ortamlarının öğrenme yargıları üzerindeki etkisi	76

KISALTMALAR DİZİNİ

APP	: Uygulama Ortamı
AR	: Artırılmış Gerçeklik (Augmented Reality)
VR	: Sanal Gerçeklik (Virtual Reality)
BÖTE	: Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi
BT	: Bilişim Teknolojileri
GHz	: Gigahertz
MHz	: Megahertz
GB	: Gigabyte
HD	: Yüksek Çözünürlük (High Definition)
LCD	: Liquid Crystal Display
TB	: Terabyte
NONSIG (NI)	: İşaretleme İlkesi Uygun Olmayan Materyal
VISSIG (VI)	: İşaretleme İlkesine Uygun Olan (Yalnızca Görsel İşaretleme) Materyal
VERSIG (RI)	: İşaretleme İlkesine Uygun Olan (Yalnızca Sözel İşaretleme) Materyal
COH (CH)	: Tutarlılık İlkesine Uygun Olan Materyal
NONCOH (NC)	: Tutarlılık İlkesine Uygun Olmayan Materyal
SPA (SP)	: Konumsal Yakınlık İlkesine Uygun Olan Materyal
NONSPA (NS)	: Konumsal Yakınlık İlkesine Uygun Olmayan Materyal

1. GİRİŞ

Günümüzde özellikle Bilgi ve İletişim Teknolojilerinin (BİT) göstermiş olduğu hızlı gelişime paralel olarak bireyler tarafından bu teknolojilerin benimsenmesinin daha da kolaylaştığı ve bu teknolojilere ilişkin kullanım oranlarında da ciddi bir artışın gerçekleştiği dikkat çekmektedir. Teknolojinin yakın tarihte sergilemiş olduğu gelişim süreci incelendiğinde 1920’li yıllardan günümüze dek hızlı bir dönüşüm yaşandığı anlaşılmaktadır. Teknoloji eğitim alanında oldukça önemli bir öge olarak kabul edilir hale gelmiştir. Bu durum ise öğrenenlerin daha iyi bir öğrenme deneyimi yaşamalarına katkı sağlamıştır. Öyle ki, bireyler gelişen teknolojinin öğrenenlere sağlamış olduğu gerek donanımsal, gerek yazılımsal gelişmelerden üst düzeyde yararlanır konuma gelmiştir. Teknoloji dönüşümünün eğitim alanına yansımaları hakkında, Prensky (2001) öğrenenlerin 21. yüzyılda; bağımsız ve deneysel öğrenmeye yatkın, çoklu görev yapabilen, gelişmekte olan bilişim teknolojilerine hızlıca ayak uydurabilen ve sosyal olarak kapsayıcı farklı bir profile sahip olduklarını ve dolayısıyla eski öğrenme yöntemlerinin yetersiz kalabileceğini vurgulamıştır. Ancak, Alter (2013) ise, bireylerin düşünme, hatırlama ve karar verme bağlamında bu teknolojilerden yararlanmalarının gelecekte bireylerin düşünme yetilerini kullanabilmeleri açısından birtakım sorunlara neden olabilecek düzeylere ulaşabileceğini ifade etmiştir. Bunun da doğal yansımalarından biri olarak düşünme becerileri üzerinde gelecekte olası sorunların söz konusu olabileceği öngörülmektedir. Benzer biçimde, Prensky (2001) tarafından günümüz öğrenenlerine atfedilen niteliklerin aslında açıklandığı kadar iddialı olmadığı yönünde bir eleştiri de Kirschner ve van Merriënboer (2013, s.170) tarafından ifade edilmiştir. Dolayısıyla, Bilgi ve İletişim Teknolojilerinin yaygınlık kazanması ile bireylerin bu teknolojilerden yararlanmalarının birtakım yararları olabileceği gibi, zararlı birtakım etkilerinin olabileceğini belirtmek olanaklıdır. Bu nedenle, dijital teknolojilerden yararlanırken bu durum göz önünde bulundurulmalıdır. Özellikle eğitim ortamlarında dijital teknolojiye yararlanılmasının; farklı öğrenen özelliklerine yönelik uygun öğretim materyallerinin tasarlanmasına ve öğretim ortamlarının zenginleştirilmesine ek olarak, öğretim ortamlarına erişimin kolaylaştırılabilmesini sağlama bakımından farklı olanaklar sağlayacağı belirtilmektedir (Akkoyunlu ve Yılmaz, 2005). Dijital teknolojinin yoğun kullanımının bireylerde oluşturabileceği zararın ise, fiziksel olmasının yanı sıra bilişsel olarak gerçekleşmesi de aynı derecede önemlidir.

Özellikle öğrenme-öğretme ortamlarında hem öğrenenlerin, hem de öğreticilerin amacı etkili bir biçimde öğrenmenin gerçekleşmesini sağlamaktır. Öğrenenler açısından değerlendirildiğinde yaşanan dönüşümün öğretim tasarımı alanına yansımaları etkili olmaya başlamıştır. Pedro (2006), öğrenenlerin bilgiye ulaşım şekillerinin değiştiğini, düz metinler yerine görsele ve sese öncelik tanındığını, çoklu görev bağlamında daha rahat konumda olduklarını ve bilgiye farklı kaynaklardan erişim sağlayabildiklerini vurgulamaktadır. Aynı zamanda, öğrenmede etkililiğin sağlanabilmesi amacıyla gelenekselleşen öğretim kalıplarından bireylerin uzaklaşmasının sağlanması da önerilmektedir (Bjork ve Bjork, 2011). Reiser (2012)'e göre, bu durum öğretim tasarımı anlayışının değişimi ile ilişkilendirilebilir. Öğrenme sürecinin daha etkili olması amacıyla sürdürülen çalışmalar, değişen öğretim tasarımı anlayışıyla birlikte günümüzde öğrenme sürecinde farklı etkilerin sınındığı bir döneme vurgu yapmaktadır. Örneğin, Bjork (1994) öğrenme materyallerinin zorlaştırılmasının; kalıcılık ve uzun süreli öğrenme bağlamında etkili olabileceğine dikkat çekmektedir. Dolayısıyla, öğrenme sürecini yavaşlatan zorluklar ile uzun süreli bellek ve transfer yetilerinin üst noktalara ulaştığı; performans artışına doğrudan katkı sağlayan öğrenme durumlarının ise, uzun süreli kalıcılık ve transferi destekleme bağlamında etkisiz kaldığı ifade edilmektedir (Bjork ve Bjork, 2011). Özetle, bilişsel zorluk durumlarının öğrenme-öğretme süreçlerinde önemli bir etken olduğunu vurgulamak olanaklıdır. Ayrıca, öğrenme-öğretme ortamlarında amacın bireylerin öğrenmelerini kolaylaştırmak ve üst düzeyde kalıcılık sağlamak olduğu da göz önüne alındığında, öğrenenlerin başarılı olabilmeleri için öğrenme-öğretme ortamlarında sıradanlaşan yöntemler dışında farklı girişimlere başvurulmasının da etkili olduğu sonucuna ulaşan farklı çalışmalar vardır (Raupers, 2000; Tsoua, Wang ve Tzeng, 2006). Dolayısıyla, günümüz gereksinimlerini karşılayamayan geleneksel öğrenme ortamları üzerinde etkili olan dönüşüm süreci ile çoklu ortam yapısı önem kazanmış ve eğitim ortamlarında önemli bir öge haline gelmiştir.

Bu araştırmada öncelikli olarak Türetimci Çoklu Ortam Öğrenme Kuramı bağlamında, konu dışı işlemleri azaltmaya yönelik ilkelerin Artırılmış Gerçeklik (Augmented Reality – AR) ve Sanal Gerçeklik (Virtual Reality – VR) uygulamalarında bilişsel yük ve başarıya (öğrenme çıktılarına) etkisi araştırılmıştır. Buna ek olarak öğrenenlerin, bilişsel yüklenme ile ilişkili olabileceği ön görülen öğrenme kolaylığı ve

öğrenme kararlılığı yargıları da incelenmiştir. Konu dışı işlemleri azaltmaya yönelik ilkeler;

- Tutarlılık,
- İşaretleme (Dikkat Çekme),
- Gereksizlik,
- Uzamsal (Konumsal) Yakınlık,
- Zamansal Yakınlık

olarak ifade edilmektedir (Mayer, 2001). Özcelik, Arslan-Ari ve Cagiltay (2010), çoklu ortam araştırmalarına yönelik güncel çalışma sayısının sınırlı kaldığını ve zıt bulgular içeren çalışmaların tartışılabilmesine yönelik olarak farklı araştırmalara gereksinim duyulduğunu ifade etmektedir. Buna ek olarak; çoklu ortamla öğrenmenin bilişsel kuramı bağlamında, konu dışı işlemleri azaltmaya yönelik ilkelerin VR ve AR ortamlarında araştırılmasına yönelik çalışmalara rastlanmamıştır. Benzer şekilde Mayer (2001) tarafından şekillendirilen bu ilkelere yönelik gerçekleştirilen çalışmalarda öğrenenlerin ön bilgi ve çalışan bellek kapasite durumlarının kontrol edilmesi önemli bir öge olarak dikkat çekmektedir. Bu araştırmada da öğrenenlerin ön bilgi ve çalışan bellek kapasite durumları kontrol değişkeni olarak ele alınmıştır. Çalışmanın temelini oluşturan yapıyı kavramak için öncelikle Türetimci Çoklu Ortam Öğrenme Kuramına temel olan biliş kuramları ve Türetimci Çoklu Ortam Öğrenme Kuramı ile bilişsel yük konularının incelenmesi önemlidir.

1.1. Çoklu Ortamla Öğrenme Kuramına Temel Olan Biliş Kuramları

Mayer (2001) tarafından Türetimci Çoklu Ortamla Öğrenme Kuramı (Generative Theory of Multimedia Learning) yapılandırılırken, Paivio (1986) ve Baddeley (1992) tarafından temsil edilen İkili Kodlama Kuramı'ndan; Baddeley (1992), Chandler ve Sweller (1991) tarafından temsil edilen Sınırlı Kapasite Kuramı'ndan; Wittrock (1989) ve Mayer (1999) tarafından temsil edilen Aktif İşleme (Aktif İşlemci) Kuramı'ndan yararlanmıştır (Akkoyunlu ve Yılmaz, 2005).

İkili Kodlama Kuramı'na göre bilginin yapılandırılması süreci, bilgi öğrenen tarafından algılandıktan sonra içeriğin sembolleştirilerek kodlanması ve bellekte saklanması ile gerçekleşmektedir. Senemoğlu (1997, s.232) bilginin İkili Kodlama Kuramı'na göre iki farklı yöntem ile sembolleştiğini ifade etmektedir. İkili Kodlama

Kuramı'nda bilginin zihinsel sembollere dönüştürülmesi ve bilginin sözel sembollere dönüştürülmesi iki farklı yöntemi ifade etmektedir. Sembolleştirme süreci göz önüne alındığında bilginin, görsel ve sözel olmak üzere iki farklı kanalda işlendiği sonucuna ulaşmak olanaklıdır. Najjar (1996), duyular aracılığıyla edinilen bilginin görsel ve sözel kanalların her ikisinde birlikte işlenmesi ile gerçekleşecek hatırlama potansiyelinin, herhangi bir tek kanal üzerinde gerçekleştirilen hatırlama potansiyelinden daha üstün olduğunu belirtmiştir. Mayer (2001) Türetimci Çoklu Ortamla Öğrenme Kuramı'nı yapılandırırken İkili Kodlama Kuramı'na iki farklı kanal daha ekleyerek, elde edilen dört farklı kanalın ikili gruplara ayrılmasını sağlamış ve bu grupları “*Duyusal Biçim Yaklaşımı*” ve “*Gösterim Biçimi Yaklaşımı*” olarak isimlendirmiştir (Akkoyunlu ve Yılmaz, 2005). *Duyusal Biçim Yaklaşımı*, bireyin bilgiyi hangi duyu organları aracılığıyla edindiğine odaklanırken; *Gösterim Biçimi Yaklaşımı*, sözel ve sözel olmayan bilgilerin hangi kanalda işleneceğine odaklanmaktadır.

Baddeley (1992)'in kısa süreli bellek kavramı ile ortaya koyduğu yapı ve Chandler ve Sweller (1991)'in bilişsel yük kuramı ile desteklenen Sınırlı Kapasite varsayımı; Mayer (2001) tarafından bireylerin kısa süreli belleğinde bir defalığına işleyebileceği bilgi miktarının sınırlı olması varsayımı ile şekillendirilmiştir. Bireyin kısa süreliğine ve bir defalığına edinebileceği bilgi miktarının ne olacağını belirleme noktasında ise, materyalin sahip olduğu bilişsel yük miktarı önem kazanmaktadır. Bilişsel yük ile ifade edilen bu durum, kısa süreli bellekte bir defalığına gerçekleşen zihinsel etkinliklerin tamamı olarak açıklanmaktadır. Chandler ve Sweller (1991), öğretim materyallerine yönelik olarak üç farklı bilişsel yükten bahsetmektedir. Bunlar;

- Kendine özgü bilişsel yük,
- Konu dışı bilişsel yük,
- İlgili bilişsel yük

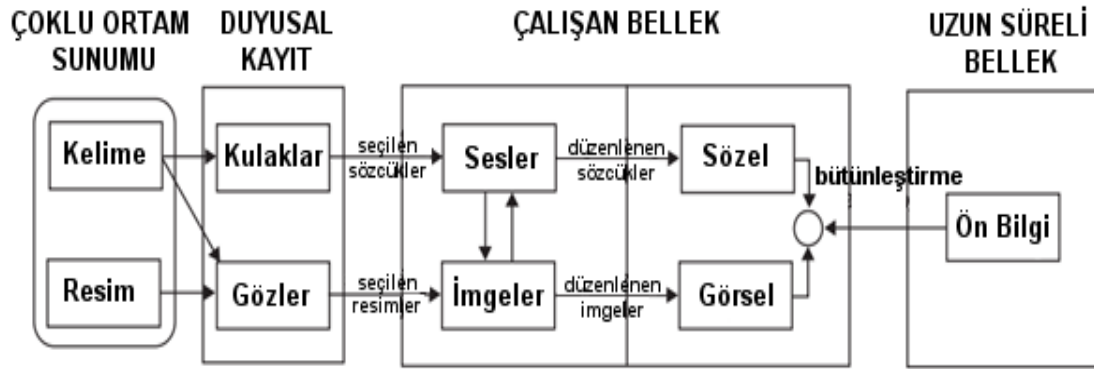
olarak ifade edilmektedir. Whelan (2002), kendine özgü bilişsel yükü, materyalin sahip olduğu ve manipüle edilemeyen bilişsel yük olarak tanımlarken; ilgili bilişsel yük kavramını öğretim tasarımcılarının manipüle olanağı olan bilişsel yük olarak tanımlamaktadır. Benzer şekilde konu dışı bilişsel yük kavramı ile ifade edilen durum ise, öğretim tasarımcılarının tasarım sırasında engelleyebileceği, öğrenilecek konu ile bağlantısı olmayan bilişsel yük olarak açıklanmaktadır. Türetimci Çoklu Ortamla Öğrenme Kuramı'nda Mayer (2001), yalnızca konu dışı bilişsel yük ve kendine özgü

bilişsel yük öğelerine yer vermiştir. Türetimci Çoklu Ortamla Öğrenme Kuramı'nı yapılandırırken Mayer (2001)'in üzerinde durduğu bir diğer varsayım ise, Aktif İşlemci (Aktif İşleme) varsayımdır. Bu varsayım kapsamında; bireylerin kendi biliş öğelerinin ve öğrenme özelliklerine ilişkin farkındalık düzeyleri olarak ifade edilen yürütücü biliş ve yürütücü kontrol sistemlerinin işe koşulduğu biliş stratejileri ile öğrenenlerin, öğrenme sürecine aktif birer katılımcı olmalarının sağlanması üzerinde durulmaktadır (Senemoğlu, 1997). İnsanların dışarıdan gelen bilgileri algılayarak, bu bilgi yığınları arasında anlamlı olan bilgi birimlerini seçerek organizasyonunu sağlaması ve bu bilgileri var olan önceki bilgileri ile bütünleştirebilen öğrenenler bu varsayım kapsamında “*aktif öğrenen*” olarak ifade edilmektedir (Wittrock, 1989; Mayer, 1999). Mayer (2001) aktif işleme varsayımını kendi kuramına uyarlarken; aktif bilişsel süreçlere “*dikkat*”, “*gelen bilgilerin düzenlenmesi*” ve “*yeni bilgilerin var olan bilgiler ile bütünleştirilmesi*” eylemlerini ön plana almıştır (Akkoyunlu ve Yılmaz, 2005). Dolayısıyla aktif bilişsel süreçlerin çıktısı, anlamlı zihinsel sunumlar olarak ifade edilmekte ve aktif öğrenmelerin model oluşturma süreçleri olarak gözlendiği ifade edilmektedir (Mayer, 2001). Tutarlı zihinsel yapıların ortaya konabilmesi için Mayer (2001), beş farklı yöntemden söz etmektedir. Bu yöntemler; *süreç*, *karşılaştırma*, *genelleme*, *listeleme* ve *sınıflama* olarak belirtilmiştir (Akkoyunlu ve Yılmaz, 2005).

Bireylerin Aktif İşlemci (Aktif İşleme) Kuramı'na göre aktif olarak sürece katılabilmeleri için beş farklı yöntemden yararlanması gerektiği Mayer (2001) tarafından belirtilmiş olsa da; öğrenenlerin çoklu öğrenme ortamlarında üç farklı bilişsel işlem gerçekleştirdiği dikkat çekmektedir. Bu işlemler sırası ile *seçme*, *düzenleme* ve *bütünleştirme* olarak adlandırılmaktadır. Materyal ile sunulan sözcük ve görsellerden, konu ile ilgili olanların duyu organları aracılığıyla seçiminin gerçekleştirilmesi ile kısa süreli (işleyen) belleğe alınması sürecine “*seçme*”, seçilen sözcük ya da görsellerin bilginin yapılandırılma sürecinde kullanılarak organize edilmesi sürecine “*düzenleme*”, seçilen materyallerin bireyde önceden var olan bilgileri ile ilişkilendirilmesi süreci ise, “*bütünleştirme*” aşamasını ifade etmektedir. Bu süreç bir bütün olarak değerlendirildiğinde, duyu organları aracılığıyla elde edilen bilginin uzun süreli bellekte depolanması ile Türetimci Çoklu Ortamla Öğrenme Kuramı ilişkilendirilmektedir. Sınırlı Kapasite, İkili Kodlama ve Aktif İşlemci Kuramlarının çoklu ortamla öğrenmenin ortaya koyduğu beş aşamada düzenlenmesi ile Mayer (2001) şu adımları sıralamıştır:

- İlgili sözcüklerin seçimi,
- İlgili görsellerin seçimi,
- Seçilen sözcüklerin düzenlenmesi,
- Seçilen görsellerin düzenlenmesi,
- Sözcük ve görsel tabanlı sunumların bütünleştirilmesi.

Bireylerin bilgi işleme süreçlerini temsil eden çoklu ortamla öğrenmeye ilişkin yapı Şekil 1.1’de sunulmuştur (Mayer, 2001).



Şekil 1.1. Çoklu Ortamla Öğrenmenin Bilişsel Teorisi

1.2. Bilişsel Yük Kuramı

Bilişsel yük, öğrenme sürecinde önemli bir etken olarak değerlendirilmektedir (Lee, 2014). Bilişsel Yük Kuramı, bu araştırmanın temel öğelerinden biridir. Bilişsel yük kuramına göre, insanın bilişsel mimarisini oluşturan öğeler, uzun süreli bellek ve çalışan bellek öğelerinden oluşmaktadır (Mousavi, Low ve Sweller, 1995; Sweller, 2008; Sweller ve Sweller, 2006; Sweller, van Merriënboer ve Paas, 1998). Anlamalı öğrenmenin gerçekleşebilmesi için bilişsel yük kuramına göre; konu dışı bilişsel yüklenmenin azaltılması, etkili bilişsel yüklenmenin artırılması ve içsel bilişsel yüklenmenin dengeli olarak düzenlenmesi gerekmektedir. Miller (1956)’ın da vurguladığı gibi Cowan, Ayres ve Kalyuga (2011) çalışan bellek yapısının sınırlı bir kapasiteye sahip olduğunu, buna karşın uzun süreli bellek yapısı hakkında bir sınırlamadan söz edilmesinin olanaklı olmadığını belirtmiştir. Miller (1956) gerçekleştirdiği araştırma ile çalışan bellek kapasitesinin 7 ± 2 değerleri arasında bilgi ögesini anlık olarak hafızada tutabildiğini ortaya koymuştur. Bir diğer çalışma ile, bilginin çalışan bellekte tutulma süresinin ortalama en fazla 20 saniye olduğu ve öğrenilecek yeni bilgi öğeleri arasındaki etkileşim

arttıkça bu sürenin giderek kısalacağı ortaya konmuştur (Peterson ve Peterson, 1959). Bu bilgidен hareketle bilgi öğeleri arasındaki etkileşimin artış göstermesi ile çalışan bellekte oluşan bilişsel yük miktarının o denli yüksek olacağı vurgulanmaktadır (Sweller, 2010). Sweller, Ayres ve Kalyuga (2011) çalışan bellek kapasitesine ek olarak, yeni kavranan bilgi öğelerine ilişkin uzun süreli bellekte herhangi bir şemanın bulunmaması durumunda, bilgi öğesinin yapılandırılmadan edinileceğini ve dolayısıyla tek bir öğe olarak kavranan bilgi öğesinin çalışan bellekte bilişsel yükü azaltacağını ifade etmiştir. Paas, Renkl ve Sweller (2004), öğretim materyalinin etkili biçimde tasarlanması da dışsal ve etkili bilişsel yüklenme üzerinde etkili olduğunu belirtmiştir. Buna ek olarak, bir göreve ilişkin ön bilgiye sahip olma durumunun, ilgili göreve ilişkin bilgi öğelerinin oluşturacağı bilişsel yükü azaltacağı ileri sürülmektedir (Sweller, 2010).

Eleştirel bir bakış açısıyla bilişsel yük kuramı incelendiğinde, kuramın temelinde bilişsel görev yapılarının karmaşık olması durumunda öğrenmenin nasıl şekillendiği ile ilgili olduğu anlaşılmaktadır. Choi, van Merriënboer ve Paas (2014), bilişsel yük kuramının insan bilişsel mimarisi hakkında sunulan kuramsal bir çerçeve olduğunu ve söz konusu bilişsel mimarinin uzun süreli hafıza ve kısa süreli hafızadan oluştuğunu ifade etmektedir. Van Gog, Paas ve Van Merriënboer (2004), bilişsel görev yapılarına ilişkin bilgi öğeleri karmaşıktıkça, öğrenenlerin anlamlı öğrenmeler gerçekleştirebilmeleri için eş zamanlı olarak işlemleri gereken bilgi öğe miktarları arasındaki etkileşim oranlarından da ciddi miktarda etkilendiğini belirtmektedir. Dolayısıyla “*anlamlı öğrenmeler*”in gerçekleştirilebilmesi amacıyla, öğrenenlerin yeni karşılaşmış oldukları bilgi öğeleri karşısında uzun süreli belleklerinde bilgiyi saklayabilmelerinin öncelikli koşulu olarak, çalışan bellek kapasitelerinin dikkate alınması gerektiği ve çalışan bellek kapasitesini yönetmeye ilişkin çalışmaların gerçekleştirilmesi gerektiği ifade edilmektedir (Chandler ve Sweller, 1991). Özetle, bilginin zihinsel süreçlerde yapılandırılması durumunun uzun süreli bellek üzerinde bilişsel yük yaratmaması adına, çalışan bellekte oluşan bilişsel yük miktarının etkili bir biçimde yönetilmesi gerektiği (Kirschner, 2002) ve özellikle öğrenme-öğretme ortamlarında, materyal tasarımı aşamalarında ve öğrenmenin düzenlenmesinde bu durumun göz önüne alınması gerektiği vurgulanmaktadır (Chandler ve Sweller, 1991).

Bilişsel yük; kendine özgü bilişsel yük, konu dışı bilişsel yük ve ilgili bilişsel yük olmak üzere üç farklı kategoride incelenmektedir (Sweller, van Merriënboer ve Paas,

1998). Öğrenenler tarafından öğrenilmesi hedeflenen bilginin kendi nitelikleri nedeniyle sahip olduğu karmaşıklık düzeyinin, kısacası bilgide yer alan öğelerin kendi aralarındaki etkileşim boyutlarının karmaşıklığı (Clark, Nguyen ve Sweller, 2006) ile ilgili olan bilişsel yük türü, asıl bilişsel yük – kendine özgü bilişsel yük olarak ifade edilmektedir (Sweller vd., 1998; Sweller, 2010). Bu kavramda ifade edilen bilgi öğelerinin ne olduğu, öğrenenler tarafından öğrenilmesi beklenen her türlü kavram veya içerik anlamında kullanılmıştır. Öğrenene sunulan materyalde yer alan bilgi yoğunluğu ve bilginin sahip olduğu öğeler arasındaki etkileşim oranı ne denli yoğun olursa, kendine özgü bilişsel yük miktarının da o oranda yüksek olacağı ifade edilmektedir. Buna ek olarak, bilginin bir bütün olarak sahip olduğu kendine özgü bilişsel yük miktarının da sabit olup, ancak materyal içeriğinde manipülasyon gerçekleştirildiğinde bu değerin farklılaşacağına yönelik iddialar bulunmaktadır (Sweller, 2010).

İlgili bilişsel yük – etkili bilişsel yük, öğrenenlerin öğrenmeyi nasıl gerçekleştirdiklerine yönelik olup, doğrudan bireylerin öğrenmesine katkı sağlayan bilişsel yükü ifade etmektedir. Bireyin karşılaştığı bilgi içeriğine karşın sahip olduğu önceki bilgilerinin ve zihinsel şema yapılarının, öğrenme sürecinde yapılandırılması ve otomatikleştirilmesi ile doğrudan ilişkilidir (Sweller vd., 1998; Sweller, 2010; Sweller vd., 2011). Farklı bir ifade ile, ilgili bilişsel yük – etkili bilişsel yük aslında kendine özgü bilişsel yük – asıl bilişsel yük durumu ile bireyin baş edebilmek için sarf ettiği bellek kapasitelerini ifade etmektedir. Sweller (2010), etkili bilişsel yükün öğrenen nitelikleriyle ilişkili olduğunu ifade ederken, kendine özgü bilişsel yük ve konu dışı bilişsel yük kavramlarının öğrenme materyali ile doğrudan ilişkili olduğunu ortaya koymaktadır. Dolayısıyla öğrenenlere sunulacak materyalde eğer öğrenenlerin nitelikleri kontrol altına alındıktan sonra materyalin etkinliği sınanacak ise, etkili bilişsel yük türünün incelenmesine gereksinim bulunmamaktadır. Benzer şekilde Mayer (2001), gerçekleştirdiği çoklu ortam araştırmalarında ve ortaya koyduğu Türetimci Çoklu Ortamla Öğrenme Kuramı'nda öğrenenlerin asıl bilişsel yük durumlarını incelememe gerekçesi olarak çalışmaların başında öğrenme materyaline yönelik gerçekleştirilen manipülasyonlara ek olarak; ön bilgi ve çalışan bellek kapasitelerinin kontrol altına alınmasını vurgulamıştır. Moreno ve Park (2010), çalışan bellek kapasitesi ve bilişsel yük ilişkisini açıklarken, asıl bilişsel yük, konu dışı bilişsel yük ve etkili bilişsel yük değerlerinin birlikte değerlendirilmesi ile toplam bilişsel yük yapısının oluştuğunu; bu

yapıya kullanılmayan biliş alanının da eklenmesiyle toplam çalışan bellek kapasitesine ulaşıldığını belirtmektedir.

Öğrenenlere sunulan bilgi ile şekillenen öğrenme görevlerinin nasıl sunulduğu ile ilgili olduğu ifade edilen bilişsel yük ise, konu dışı bilişsel yükü ifade etmektedir (Choi, van Merriënboer ve Paas, 2014). Bu bilgiden hareketle öğretim tasarımının niteliğini artırabilmek amacı ile konu dışı bilişsel yükün yönetilebilmesinin ilişkili olduğunu belirtmek olanaklıdır. Konu dışı bilişsel yük, doğrudan öğrenenlerin öğrenme zorluğu yaşadığı durumları ortaya çıkarması ve öğrenmeyi olumsuz yönde etkileyen bir öge olması nedeniyle; uygun öğretim yöntemlerinden yararlanılarak azaltılmalıdır. Konu dışı bilişsel yükün yönetilmesinin; aynı zamanda öğrenme-öğretme ortamlarında, tercih edilen çoklu ortamla öğrenme kuramlarının temelinde yer alan amaçlar ile de doğrudan ilişkili olduğu belirtilmektedir (van Merriënboer ve Ayres, 2005).

Öğrenme-öğretme ortamlarında sıklıkla yararlanılan materyallerin geliştirilmesinde materyallerin bilişsel yük bağlamında değerlendirilmesi, anlamlı öğrenmeleri desteklerken, aynı zamanda öğretim ortamlarının etkili tasarımına yardımcı olacak bir öge olarak değerlendirilmektedir. Eğitim alanında yenilikçi yaklaşımların kullanılması durumunda öğrenenlerin anlamlı öğrenmeler sergileme bağlamında daha etkin konumda olacağı, bu durumun uzun süreli kalıcılık ve transfer yetilerini destekleme konusunda fark yaratacağı da ileri sürülmektedir (Bjork ve Bjork, 2011).

1.3. Bilişsel Yük ve Farklı Ortamlar ile İlişkisi

Bilişsel yük, alanyazında öğrenen özelliklerinden, öğrenme görevine ilişkin bilgi öğelerinin sahip oldukları niteliklerden ve bu bilgi öğelerinin etkileşim durumlarından etkilenmektedir (Paas ve van Merriënboer, 1994). Buradan hareketle, bilişsel yük yapısının nedensel faktörlere ek olarak performans, zihinsel görevler ve zihinsel yük durumlarını ifade eden değerlendirme faktörlerinden de etkilendiği durumlar üzerinde durulması önemlidir. Bilişsel yükü etkileyen öğrenen özellikleri; öğrenme görevine ilişkin bilgi öğelerinin nitelikleri ve ilgili bilgi kümelerinin etkileşim durumlarının, eş deyişle nedensel faktörlerin bilişsel yük ölçümünde etkili biçimde değerlendirilebilmesi için performans, zihinsel görevler ve zihinsel yük durumlarını ifade eden değerlendirme faktörlerinden ayrı tutulması önerilmektedir. Choi, van Merriënboer ve Paas (2014) ise, önerilen bu yapının yeniden düzenlenmesi amacıyla nedensel faktörler için fiziksel ortam

koşulunun da bir etken olarak göz önünde bulundurulması gerektiğini, öğrenmenin gerçekleşmesinde fiziksel ortamın hem öğrenenler hem de öğrenme görevi ile etkileşim sağladığını ifade etmiştir. Fiziksel ortam koşullarının; bilişsel, fizyolojik ve duygusal etkilere sahip olduğu, söz edilen etkilerin fiziksel ortam koşullarına öğrenme ortamlarında nasıl yansıdığının belirlenmesinin ise, zor olduğu ileri sürülmektedir (Higgins, Hall, Wall, Woolner ve McCaughey, 2005). Ayrıca, fiziksel ortamın öğrenme üzerindeki bilişsel, fizyolojik ve duygusal etkilerinin iç içe geçmiş olabileceğine yönelik bir yaklaşım da söz konusudur (Choi, van Merriënboer ve Paas, 2014). Dolayısıyla fiziksel ortamın öğrenme bağlamında değerli bir öge olduğunu belirtmek olanaklıdır. Çünkü fiziksel ortamın bilişsel yüklenmeyi ve fizyolojik faktörler aracılığıyla öğrenmeye etki edebileceği ifade edilmektedir (Choi, van Merriënboer ve Paas, 2014).

Öğretim etkinliklerinin gerçekleştiği ortamların eş deyişle fiziksel özelliklerin değerlendirilmesinin yanında, materyal özelliklerinin farklı ortamlarda öğrenme üzerinde yaratacağı etkinin incelenmesinin alanyazına katkı sağlayacağı ileri sürülebilir. Çünkü fiziksel özellikler, ergonomik öğelere ek olarak aynı zamanda bireylerin öğrenme-öğretme ortamlarında bulunuşluklarını ve fiziksel ortamda kullanılacak materyal özellikleri ile birlikte doğrudan öğrenme sürecinde değerli bir öğeyi nitelendirmektedir. Choi, van Merriënboer ve Paas (2014) ortamın etkilerini ortaya koyarken çeşitli deneysel araştırmalardan yola çıkarak, fiziksel ortam değişkenine ayrıntılı olarak vurgu yapmakta, bilişsel yük ile öğrenme üzerinde fiziksel ortam değişkeninin etkilerini net biçimde belirtmektedir.

Fiziksel ortamın fizyolojik, bilişsel ve duyuşsal etkisi üzerine çok sayıda araştırma gerçekleştirilmiştir. Lan, Wargocki, Wyon ve Lian (2011), sıcak bir ofis çalışma ortamında (30 °C) katılımcıların arteriyel oksijen doygunluklarının daha düşük düzeyde olduğu ve termal olarak nötr bir ofis ortamında çalışan (22 °C) katılımcılardan daha düşük düzeyde bilişsel çaba göstermeye eğilimli olduklarını fizyolojik olarak bireylerin performanslarının etkilenebileceğini ortaya koyan bir araştırma gerçekleştirmiştir. Bu sonuçlar, öğrenme ortamlarının termal özelliklerinin bilişsel performans üzerinde doğrudan fizyolojik bir etkiye neden olduğunu açıkça ortaya koymaktadır (Choi, van Merriënboer ve Paas, 2014). Yaratıcı biliş ve içgörüselleşme problemlerinin konumsal uzaklık durumu ile ilişkisini inceleyen Jia, Hirt ve Karpen (2009), yakın bir mesafede problem çözme görevi gerçekleştiren öğrenenlerin, daha uzak bir mesafeden aynı görevi

gerçekleştiren öğrenenlere göre yaratıcı biliş, yaratıcı tepki ve içgörüs el biliş bağlamında istatistiksel olarak farklılık gösterdiğini ortaya koymuştur. Fiziksel ortama ilişkin bir faktör olarak ortamdaki ışık miktarının bilişsel performans üzerinde etkili olup olmadığını belirlemek amacıyla Knez ve Hygge (2002), tarafından gerçekleştiren araştırma ortamdaki ışık miktarının performansı etkileyebilen bir öge olduğu bulgusuna erişilmiştir. Benzer biçimde fiziksel öğrenme ortamlarında; öğrenenlerin duygularının, zihinsel çaba boyutlarının ve isteklerinin öğrenme sürecinde duyuşsal etkiler bağlamında bir faktör olarak etki ettiği sonucuna ulaşılmıştır. Fiziksel ortamın sahip olduğu gürültü gibi yüksek ses etkenlerinin de bireylerin bilişsel düzeylerine etki ettiği, konu dışı etkenlerin çevresel uyaranlar boyutunda hali hazırda sınırlı olan çalışan bellek kapasitesini de etkilediği sonuçlarına ulaşılmıştır (Choi, van Merri nboer ve Paas, 2014). Yine fiziksel ortamın sınırlı kapasitede çalışan bellek üzerinde etkili olduğunu ortaya koyan farklı araştırmalar gerçekleştirilmiştir (Godden ve Baddeley, 1980). Farklı fiziksel ortamlarda gerçekleştirilen araştırmalardan elde edilen sonuçlar, hangi fiziksel ortamda öğrenme gerçekleşirse, yine aynı ortamda en üst düzeyde hatırlamanın gerçekleşeceğini ifade etmektedir. Elde edilen bu sonuçlar, ortam ve öğrenme ilişkisini net olarak ortaya koyan farklı bir bulgu sunduğu için dikkat çekici olarak değerlendirilmektedir. Smith ve Vela (2001) ise, gerçekleştirdikleri meta-analiz ile fiziksel ortam ve bilişsel etki ögesi arasındaki ilişkiyi açıkça ortaya koyarak, en üst düzeyde hatırlama performansının elde edilebilmesini sağlamak amacıyla fiziksel ortamların test ortamları ile benzer niteliklere sahip olması gerektiğini belirtmiştir.

Özetlemek gerekirse fiziksel ortam; bireylerin bilişsel, fizyolojik ve duyuşsal durumları üzerinde etkili olan ve aynı zamanda bilişsel yük durumlarına da doğrudan etkileyebilen bir faktör olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu bakış açısı aynı zamanda, bireyin duygusal durumunun, ruh halinin veya motivasyonun fiziksel ortam ile etkileşiminin, öğrenme performansı üzerinde yordayıcı bir etkiye neden olabileceğini varsaymaktadır (Erez ve Isen, 2002; Uline ve Tschannen-Moran, 2008). Bilişsel yük ve farklı fiziksel ortamlara ilişkin diğer yargılar da göz önüne alındığında, bu çalışmada sanal gerçeklik ve artırılmış gerçeklik gibi farklı iki fiziksel öğrenme ortamı sunan yenilikçi öğrenme-öğretme teknolojilerinden yararlanılarak, bu ortamlarda konu dışı işlemleri azaltma ilkeleri gözetilerek geliştirilen  ğretim materyallerinin kullanılmasının, bilişsel yük ve başarı ( ğrenme  ıktıları)  zerine etkisi incelenmiştir.

1.4. Bilişsel Yük Ölçümü

Bilişsel yük, öğrenme materyalinin çalışan bellekte oluşturduğu yük olarak ifade edilmektedir (Akbulut,2014; Antonenko, Paas, Grabner ve van Gog, 2010). Sweller, van Merriënboer ve Paas (1998), bilişsel yüklenmenin doğru ve etkili olarak nasıl ölçümlenebileceği konusunda araştırmacılar arasında kesin bir yargının bulunmadığını belirtmektedir. Buna karşın alanyazın incelendiğinde, bilişsel yük ölçümü için çoğunlukla Bratfisch, Borg ve Dornic (1972)'in geliştirdiği, Paas ve van Merrienboer (1993) tarafından yeniden düzenlenen ve derecelendirme üzerine kurgulanan ölçeğin kullanıldığı dikkat çekmektedir. Buna ek olarak, bilişsel yüklenmenin ölçümü için farklı teknikler de gündeme gelmektedir. Farklı iki görevin eşzamanlı olarak sunulması ile öğrenen performansındaki değişimin incelenmesine dayanan görev tabanlı teknikler ve bireyin öğrenme sürecinde bilişsel fonksiyonlarında gerçekleşen etkinliklerin fizyolojik ölçümlere yansıtacağı varsayımı ile gündeme gelen fizyolojik teknikler; bilişsel yüklenmenin ölçülmesi sürecinde tercih edilen teknikler arasında yer almaktadır (Sweller, van Merriënboer ve Paas, 1998). Buna ek olarak, Brünken, Plaas ve Leutner (2003) bilişsel yük ölçümlerini nesnelliğe ve nedensel ilişkiye dayalı olmak üzere iki farklı boyutta değerlendirmiştir. Bilişsel yük ölçümünde, bireyin beyanı ve öznelikten yararlanılıyorsa ya da performans gibi nesnel veriler ile fizyolojik teknikler dikkate alınıyorsa, bu durumda ölçüm yönteminin nesnellik boyutu; benzer şekilde ölçülen nitelik ve ölçüm arasında doğrudan bir ilişkinin söz konusu olması durumunda ise nedensel ilişki boyutu altında sınıflandırılmaktadır (Brünken, Plaas ve Leutner, 2003). Mayer (2001)'in de vurguladığı üzere çoklu ortam üzerine gerçekleştirilen araştırmaların temelinde sıklıkla kullanılan hatırlama, kavrama ve transfer testlerinde öznel ve dolaylı bir değerlendirme süreci yer almaktadır. Bu tip araştırmaların genelinde öğretim etkinliğinin sonrasında katılımcılara materyal ile çalışırken “*ne kadar düzeyde zihinsel çaba ortaya koyduğu*” gibi öznel ve dolaylı değerlendirme öğelerinin yöneltildiği görülmektedir. Bu türde değerlendirme yöntemlerine örnek olarak materyalin ne düzeyde “*zorluk*” içerdiğini yönelten derecelendirme ölçekleri sunulabilir. Buna ek olarak, öğrenenlerin materyal ile geçirmiş oldukları süre de nesnel ve dolaylı ölçüm kapsamında değerlendirilmektedir. Paas, Tuovinen, Tabbers ve Van Gerven (2003), oldukça hassas ve yüksek güvenilirliğe sahip olduğunu ifade ettiği bu ölçüm tekniklerinin alanyazında bilişsel yük ölçümlerinde nadiren tercih edildiğine dikkat çekmektedir. Günümüzde gerçekleştirilen çoklu ortam

araştırmalarında ikincil görev performanslarının ve beyin etkinliklerinin ölçümüne yönelik nesnel ve doğrudan ölçüm türünde bir eğilimin olduğu, buna karşın çoklu ortam araştırmalarının yenilikçi öğrenme-öğretme teknolojileri ile sınırlanmadığı dikkat çekmektedir. Sanal gerçeklik ve artırılmış gerçeklik gibi farklı nitelikler ve farklı öğrenme ortamları sunan ortamların, çoklu ortam ilkeleri bağlamında ele alınmasına yönelik deneysel araştırmalara gereksinim duyulmaktadır. Tablo 1.1’de bilişsel yük ölçüm türleri arasındaki nedensellik ölçütleri ilişkisel olarak özetlenmiştir.

Tablo 1. 1. Bilişsel yük ölçüm türleri arasındaki nedensel ilişki (Brünken, Plaas ve Leutner, 2003, s.55)

Bilişsel Yük Ölçüm Türleri Arasındaki Nedensel İlişki		
Nesnellik	Dolaylı	Doğrudan
Öznel	Bireysel beyana dayalı olan çaba	Bireysel beyana dayalı stres düzeyi Bireysel beyana veya materyale dayalı zorluk
	Fizyolojik ölçümler	Beyin etkinliğine ilişkin ölçümler
Nesnel	Davranışsal ölçümler	Çoklu görev performansı
	Öğrenme çıktısı ölçümleri	

Bu araştırmada, bilişsel yük ölçümü için çoklu ortam araştırmalarının genelinde yararlanılan öznel ve dolaylı yapıya sahip bir sormacadan yararlanılmıştır. Her ne kadar nesnel ölçütlerin öznel ölçümlere göre daha hassas olduğu ifade edilse de, çoklu ortam araştırmalarının ilkelere yönelik boyutunda nesnel ölçütler yerine öznel ölçütlerden yararlanıldığı için araştırma bu doğrultuda şekillendirilmiştir. Bu duruma gerekçe olarak, araştırmada yalnızca genel bilişsel yük ölçümünün hedeflenmesi, genel bilişsel yüke ek olarak anlık, ortalama, biriken bilişsel yük veya bu bilişsel yük değerlerine ilişkin en düşük ve en yüksek değerlere ya da bu değerlerin ortalamalarından elde edilecek puanlara gereksinim duyulmaması gösterilebilir. Benzer şekilde, nesnel bilişsel yük ölçüm türleri arasında tutarlılık durumlarının eleştiriye açık olması (Antonenko, Paas, Grabner ve van Gog, 2010) ve öznel ölçümler sırasında gözden kaçırılması olası durumların yeni ve çözümlenmesi zor değişkenleri ortaya koyması, bu araştırmada öznel ve dolaylı türde bilişsel yük ölçümünün neden tercih edildiğini destekler niteliktedir. Buna ek olarak, nesnel bilişsel yüklenme değerleri ölçülürken kullanıcıların ilgili uygulamaların

kullanım süreleri, eşzamanlı sunulan ikincil görev için hesaplanan reaksiyon süreleri, uygulama tekrar sayıları gibi değerler de kayıt altına alınmıştır.

1.5. Artırılmış Gerçeklik (AR) ve Sanal Gerçeklik (VR) Ortamları

Artırılmış Gerçeklik (Augmented Reality – AR) kavramı; Azuma (1997) tarafından, gerçek dünya öğeleri ile sanal dünyanın bütünleştiği, gerçek ve sanal nesneler arasında etkileşim olanağı sunan bir teknoloji olarak tanımlanmıştır. Matcha ve Rambli (2013) ise, AR kavramını tanımlarken özellikle fiziksel ve sanal nesnelerin eş zamanlı etkileşime olanak tanımasına vurgu yapmaktadır. Gerçek dünya öğeleri ile sanal dünya bileşenlerini birlikte sunabilen bu teknoloji günümüzde eğitim alanında çalışan araştırmacıların dikkatini çeken güncel teknolojiler arasında yer almaktadır. Zagoranski ve Divijak (2003), gerçek dünya ortamı ile sanal ortamın bir araya getirilerek oluşturulan, bilginin yapılandırılması sürecinde öğrencilere sunulacak olanakların, dolayısıyla ortamların da başarı üzerinde etkisi olacağını ifade etmektedir. Aynı zamanda AR ortamında gerçekleştirilen deneylerin etkileşimli olması ile öğrenenlerin söz konusu farklılıklar üzerinde daha ayrıntılı zihinsel etkinlikler gerçekleştirerek, eleştirel değerlendirmeler yapmasına olanak tanımaktadır (Schank ve Kozma, 2002). Caudell ve Mizell (1992), AR ortamlarının yenilik etkisi nedeniyle öğrenenler üzerinde ilgi çekici bir etki yarattığını da vurgulamıştır. Söz konusu ilgi çekici olma durumunun aynı zamanda yenilik etkisine vurgu yaptığı da ifade edilmektedir (Yen, Tsai ve Wu, 2013).

Sunduğu olanaklar ile eğitim ortamlarında incelenmeye başlanan AR teknolojisinin son yıllarda farklı çalışmalara konu olduğu alanyazında dikkat çeken bir konudur. Öğrenmenin somutlaştırılması bağlamında sunduğu yararlar (Abdüsselam, 2014), öğrenenler arası sosyal ilişkilerin geliştirilmesine yönelik katkıları (Billinghurst, Kato ve Poupyrev, 2001; Squire ve Jan, 2007), öğrenme sürecine ilişkin motivasyon üzerindeki olumlu etkileri (Küçük, Yılmaz, Baydaş ve Göktaş, 2014; Sotiriou ve Bogner, 2008), öğrenenlerin ilgilerini çekme ve dikkatlerini toplama bağlamında yardımcı olması (Tomi ve Rambli, 2013) ve gerçek dünya koşullarında oluşturulması zor ya da olanaksız olan durumların benzerlerinin oluşturulmasını kolaylaştırması (Klopfer ve Squire, 2008) ile AR eğitim ortamlarında farklı bir etki yaratmayı başarmıştır. AR ve VR kavramları her ne kadar alanyazında farklı teknolojiler olarak açıklansa da, bu iki kavram hakkında bir karmaşa durumunun varlığından söz etmek olanaklıdır (Wu, Lee, Chang ve Liang, 2013).

Söz konusu kavram yanılgısının nedeni olarak, her iki teknolojinin de üç boyutlu nesneler ile etkileşime olanak tanıması ileri sürülebilir.

Sanal Gerçeklik (Virtual Reality - VR), insan makine etkileşimi sağlayarak yine insan makine iletişimini artırmak amacıyla geliştirilen ve insan duyularına ulaşabilen çoklu ortam olarak tanımlanmaktadır (Stone, 1991). VR için bir diğer tanım ise Oppenheim (1993) tarafından, insan makine etkileşiminin görsel ve işitsel iletişimine ek olarak, aynı zamanda hissetme ve orada bulunma hissini artırmaya çalışan bir teknoloji olarak tanımlanmaktadır. Bu iki tanımdan yola çıkılarak VR ortamlarında insan ve makine etkileşiminin varlığından söz etmek olanaklıdır. Ayrıca Azuma (1997), AR'ın aslında farklı bir VR türevi olduğunu da ifade etmektedir. AR teknolojisi gibi VR teknolojisi de eğitim uygulamalarında başarıyla kullanılmakta olup, VR öğrenme ortamlarının temelinde AR teknolojisi yer almaktadır (Chittaro ve Ranon, 2007; Monahan, McArdle ve Bertolotto, 2008; Pan, Cheok, Yang, Zhu ve Shi, 2006; Rauch, 2007). VR öğrenme ortamları üç boyutlu verilerin görselleştirilmesini sağlayarak kullanıcıların sanal dünyaya dalma duygularını güçlendiren bir etkileşim ortamı sağlamaktadır (Huang, Rauch ve Liaw, 2010, s. 1171).

Cheng ve Tsai (2013), AR ortamlarının karmaşık bir yapıda sunulmasının bilişsel yüklenmeye neden olabileceğini ifade ederken; Nedim (2013), AR ortamlarının tercih edilmesi ile bilişsel yüklenmenin yönetilebileceğini belirtmektedir. Buna karşın çoklu ortam araştırmaları ile AR ortamlarının birlikte ele alındığı herhangi bir deneysel araştırma alanyazında bulunmamaktadır. VR ortamlarının öğretim amaçlı kullanım durumlarını etkililiğini araştırmaya yönelik sınırlı çalışma bulunması dolayısıyla (Merchant, Goetz, Cifuentes, Keeney-Kennicutt ve Davis, 2014, s. 36) benzer ifade VR ortamları için de geçerlidir.

VR öğrenme ortamlarına yönelik, öğretim tasarımı önerilerinin yeterli görülmemesi ve sınırlı kalması da alanyazında tartışılan ve endişeyle karşılanan bir diğer durum olarak dikkat çekmektedir (Chen, Toh ve İsmail, 2005; Riva, 2003; Wong, Ng ve Clark, 2000). VR öğrenme ortamlarının oluşturulmasında, öğretim ilkelerinin nasıl uygulanması gerektiğine yönelik olarak araştırmacıların ve eğitimcilerin sağlam bir kuramsal çerçeve ortaya koymaları oldukça önemlidir (Huang, Rauch ve Liaw, 2010, s. 1171).

1.6. İlgili Araştırmalar

Bu araştırmanın amacı, öğrenenlerin çalışan bellek kapasite durumları ve ön bilgileri kontrol edildikten sonra, artırılmış gerçeklik ve sanal gerçeklik ortamlarında çoklu ortamla öğrenme ilkeleri bağlamında öğrenenlerin hatırlama ve kavrama puanlarından oluşan başarı durumlarının ve bilişsel yüklenmelerinin incelenmesidir. Bu amaçtan hareketle, araştırmada yanıt aranan alt problem durumlarının ve ilgili problem durumlarında yer alan değişkenlerin alanyazın bağlamında değerlendirilmesi ve çalışmanın kuramsal yapısının oluşturulması açısından önemlidir. Buna ek olarak, araştırmada ele alınacak çoklu ortam ilkeleri hakkında gerçekleştirilen çalışmaların özetlenmesinin de önemli olduğu düşünülmektedir. Bu doğrultuda Mayer (2001) tarafından ortaya konulan ilkelerin sınanmasına yönelik olarak gerçekleştirilen çalışmalar ve bu çalışmalardan elde edilen bulgulara yönelik sonuçlar ilgili ilkeler aşağıda kısaca özetlenmiştir.

Tutarlılık İlkesi, özetle öğrenenlerin konu dışı öğelerin materyalde yer almaması durumunda daha iyi bir öğrenme deneyimine sahip olacaklarını belirtmektedir. Bu ilkenin kuramsal gerekçesi, konu dışı öğelerin çalışan bellek kapasitesinde bilişsel kaynakların kullanımı konusunda yaratacağı sorunlar üzerine şekillendirilmiştir. Benzer şekilde bu ilkeye yönelik olarak sınırlılık durumları ise, öğrenenlerin düşük ön bilgi düzeyine sahip olmaları ve çalışan bellek kapasitelerinin düşük olması durumu olarak ifade edilmektedir. Tutarlılık ilkesini sınamaya yönelik olarak gerçekleştirilen çalışmalar, çalışmada seçilen materyal türleri ve istatistiksel olarak anlamlı bulunan sonuçlara yönelik olarak çalışmalarda rapor edilen etki büyüklüğü değerleri Tablo 1. 2’de özetlenmiştir.

Tablo 1.2. *Tutarlılık ilkesine yönelik deneysel araştırmalar*

Kapsam	Çalışma	Konu İçeriği	Format	Etki Büyüklüğü
Tip 1	Harp ve Mayer (1997, Deney 1)	Yıldırım Oluşumu	Metin Tabanlı	1.67
	Harp ve Mayer (1998, Deney 1)	Yıldırım Oluşumu	Metin Tabanlı	2.59
	Harp ve Mayer (1998, Deney 2)	Yıldırım Oluşumu	Metin Tabanlı	1.65
	Harp ve Mayer (1998, Deney 3)	Yıldırım Oluşumu	Metin Tabanlı	1.17
	Harp ve Mayer (1998, Deney 4)	Yıldırım Oluşumu	Metin Tabanlı	1.85
	Mayer, Heiser ve Lonn (2001, Deney 3)	Yıldırım Oluşumu	Bilgisayar Tabanlı	0.70
	Etki Büyüklüğü Medyan Değeri			1.66

Tip 2	Moreno ve Mayer (2000, Deney 1)	Yıldırım Oluşumu	Bilgisayar Tabanlı	1.27
	Moreno ve Mayer (2000, Deney 2)	Fren Sistemi	Bilgisayar Tabanlı	0.96
Etki Büyüklüğü Medyan Değeri				1.11
Tip 3	Mayer vd. (1996, Deney 1)	Yıldırım Oluşumu	Metin Tabanlı	-0.17
	Mayer vd. (1996, Deney 2)	Yıldırım Oluşumu	Metin Tabanlı	0.70
	Mayer vd. (1996, Deney 3)	Yıldırım Oluşumu	Metin Tabanlı	0.98
	Mayer ve Jackson (2005, Deney 1a)	Okyanus Dalgaları	Metin Tabanlı	0.94
	Mayer ve Jackson (2005, Deney 1b)	Okyanus Dalgaları	Metin Tabanlı	0.97
	Mayer ve Jackson (2005, Deney 2)	Okyanus Dalgaları	Bilgisayar Tabanlı	0.69
Etki Büyüklüğü Medyan Değeri				0.82

Tip 1: İlgi çekici ancak ilişkisiz kelime ve resimlerin hariç tutulduğu kapsam.

Tip 2: İlgi çekici ancak ilgisiz seslerin hariç tutulduğu kapsam.

Tip 3: Konu dışı kelime ve sembollerin hariç tutulduğu kapsam.

İşaretleme (Dikkat Çekme) İlkesi, öğrenenlere yönelik olarak materyal içeriğinin özünü oluşturan öğelerin vurgulanması durumunda öğrenenlerin daha iyi öğrenme çıktıları elde edeceğini ifade etmektedir. İşaretleme ilkesinin kuramsal dayanağı; öğrenenlere materyal içeriğindeki asıl noktalar dikkat çekici bir biçimde sunulursa, öğrenenlerin daha iyi bilgi yapılandırma süreci gerçekleştireceği ve konu dışı işlemleri azaltarak daha iyi öğrenme çıktıları elde edeceği şeklinde ifade edilmektedir. Bu ilkeye yönelik sınırlılık durumları ise, öğrenenlerin düşük okuma becerilerine ve ön bilgi düzeylerine sahip olmaları, materyalin konu dışı öğelerle ya da organize edilmemiş bir yapıda sunulmasıdır. İşaretleme ilkesini sınamaya yönelik olarak gerçekleştirilen çalışmalar, çalışmalarda seçilen materyal içerikleri-türleri ve çalışmalardan elde edilen etki büyüklüğü değerleri Tablo 1.3'te özetlenmiştir.

Tablo 1. 3. İşaretleme ilkesine yönelik deneysel araştırmalar

Çalışma	Konu İçeriği	Format	Etki Büyüklüğü
Harp ve Mayer (1998, Deney 3a)	Yıldırım Oluşumu	Metin Tabanlı	0.34
Mautone ve Mayer (2001, Deney 3a)	Uçak	Bilgisayar Tabanlı	0.60
Mautone ve Mayer (2001, Deney 3b)	Uçak	Bilgisayar Tabanlı	0.70
Stull ve Mayer (2007, Deney 1)	Biyoloji	Metin Tabanlı	-0.03
Stull ve Mayer (2007, Deney 2)	Biyoloji	Metin Tabanlı	0.58
Stull ve Mayer (2007, Deney 3)	Biyoloji	Metin Tabanlı	0.45
Etki Büyüklüğü Medyan Değeri			0.52

Gereksizlik İlkesi, öğrenenlere sunulan materyal içeriği; grafik, seslendirme ve metin içermektense, grafik ve seslendirme içerecek biçimde sunulursa daha iyi öğrenme gerçekleşeceğini ifade etmektedir. Bu ilkenin kuramsal dayanağı; gereksizlik durumunun resimlerin ve yazıların izlenmesi durumunda görsel kanalın aşırı yükleneceğini ve konu dışı yüklenmenin artacağını belirtilmektedir. Buna ek olarak, öğrenenlerin gelen içerik öğeleri arasındaki akışı ifade edilen sözcükler (sözlü metinler) ve yazılar arasında işlerken belli bir miktar çaba harcayacağı üzerine kurgulanmıştır. Bu ilkeye yönelik sınırlılık durumları ise, tasarımda kullanılacak başlıkların birkaç sözcükle sınırlandırılacak biçimde ve betimledikleri görsel ile organize biçimde yerleştirilmeleri durumunda; sözlü metnin ve yazılı metnin eş zamanlı bir yapıda sunulmasından öte, öncelikli olarak sözlü metnin sunulması ya da herhangi bir görsel kullanmadan sözel öğelerin kısa tutulması ile gereksizlik ilkesinin daha az uygulanabileceği şeklinde açıklanmaktadır. Burada bahsedilen durumların her biri için konu dışı bilişsel yüklenmenin daha az olacağı belirtilmektedir. Gereksizlik ilkesini sınamaya yönelik olarak gerçekleştirilen çalışmalar, çalışmalarda seçilen materyal içerikleri-türleri ve çalışmalardan elde edilen etki büyüklüğü değerleri Tablo 1.4’te özetlenmiştir.

Tablo 1. 4. Gereksizlik ilkesine yönelik deneysel araştırmalar

Çalışma	Konu İçeriği	Format	Etki Büyüklüğü
Mayer, Heiser ve Lonn (2001, Deney 1)	Yıldırım Oluşumu	Bilgisayar Tabanlı	0.88
Mayer, Heiser ve Lonn (2001, Deney 2)	Yıldırım Oluşumu	Bilgisayar Tabanlı	1.21
Moreno ve Mayer (2002a, Deney 2)	Yıldırım Oluşumu	Bilgisayar Tabanlı	0.72
Moreno ve Mayer (2002b, Deney 2a)	Bilim Oyunu	Bilgisayar Tabanlı	0.19
Moreno ve Mayer (2002b, Deney 2b)	Bilim Oyunu	Bilgisayar Tabanlı	0.25
Etki Büyüklüğü Medyan Değeri			0.72
Mousavi, Low ve Sweller (1995, Deney 1)	Matematik Problemleri	Metin Tabanlı	0.65
Mousavi, Low ve Sweller (1995, Deney 2)	Matematik Problemleri	Metin Tabanlı	0.49
Kalyuga, Chandler ve Sweller (1999, Deney 1)	Elektrik Mühendisliği	Bilgisayar Tabanlı	1.38
Kalyuga, Chandler ve Sweller (2000, Deney 1)	Elektrik Mühendisliği	Bilgisayar Tabanlı	0.86
Craig, Gholson ve Driscoll (2002, Deney 2)	Yıldırım Oluşumu	Bilgisayar Tabanlı	0.67
Leahy, Chandler ve Sweller (2003, Deney 3)	Sıcaklık Grafikleri	Metin Tabanlı	1.13
Jamet ve Bohec (2007)	İnsan Hafızası	Bilgisayar Tabanlı	0.63

Uzamsal (Konumsal) Yakınlık İlkesi, materyal içeriğinde birbiri ile ilişkili öğelerin sayfada ya da ekran üzerinde birbirlerine yakın biçimde sunulmalarının, bu öğelerin birbirlerinden daha uzakta sunulması durumuna karşın öğrenenlere daha iyi bir öğrenme deneyimi sunacağı şeklinde ifade edilmektedir. Bu ilkenin kuramsal dayanağı, birbiri ile ilişkili olan görsellerin ve metinlerin sayfa ya da ekran üzerinde birbirine yakın olacak biçimde sunulması durumunda, öğrenenlerin sayfa ya da ekran üzerinde ilgili öğeleri kavramak için harcamak zorunda kalacakları bilişsel kaynakları etkili kullanabilecekleri ve çalışan belleklerinde eşzamanlı olarak işleyebilmelerinin kolaylaşacağı şeklinde ifade edilmektedir. Bu ilkeye yönelik sınırlılık durumları arasında ise, öğrenenlerin ön bilgi düzeylerinin düşük olması, sunulan içerikten metinler çıkartıldığında tam olarak anlaşılmaması ve materyal içeriğinin karmaşık olması yer almaktadır. Uzamsal (Konumsal) Yakınlık ilkesini sınamaya yönelik olarak gerçekleştirilen çalışmalar, çalışmalarda seçilen materyal içerikleri-türleri ve çalışmalardan elde edilen etki büyüklüğü değerleri Tablo 1.5'te özetlenmiştir.

Tablo 1. 5. *Uzamsal-Konumsal yakınlık ilkesine yönelik deneysel araştırmalar*

Çalışma	Konu İçeriği	Format	Etki Büyüklüğü
Mayer (1989, Deney 2)	Fren Sistemi	Metin Tabanlı	1.36
Mayer vd. (1995, Deney 1)	Yıldırım Oluşumu	Metin Tabanlı	1.09
Mayer vd. (1995, Deney 2)	Yıldırım Oluşumu	Metin Tabanlı	1.35
Mayer vd. (1995, Deney 3)	Yıldırım Oluşumu	Metin Tabanlı	1.12
Moreno ve Mayer (1999a, Deney 1)	Yıldırım Oluşumu	Bilgisayar Tabanlı	0.82
Etki Büyüklüğü Medyan Değeri			0.72
Sweller, Chandler, Tierney ve Cooper (1990, Deney 1)	Matematik	Metin Tabanlı	0.71
Chandler ve Sweller (1991, Deney 1)	Mühendislik	Metin Tabanlı	1.41
Chandler ve Sweller (1991, Deney 6)	Kalbin Yapısı	Metin Tabanlı	0.60
Chandler ve Sweller (1992, Deney 1)	Mühendislik	Metin Tabanlı	1.19
Tindall-Ford, Chandler ve Sweller (1997, Deney 1)	Mühendislik	Metin Tabanlı	1.08
Bodemer, Ploetzner, Feuerlein ve Spada (2004, Deney 1)	Lastik Pompası	Bilgisayar Tabanlı	0.56
Bodemer, Ploetzner, Feuerlein ve Spada (2004, Deney 2)	İstatistik	Bilgisayar Tabanlı	0.22
Kester, Kirschner ve van Merriënboer (2005)	Fizik	Bilgisayar Tabanlı	0.88

Zamansal Yakınlık İlkesi, birbirleriyle ilişkili resimlerin ve metinlerin aynı anda sunulmasının, ard arda sunulmasına karşın öğrenenler açısından daha iyi öğrenme deneyimi sağlayacağını ifade etmektedir. Bu ilkenin kuramsal dayanağı, sözlü anlatımlar ve animasyonların birbirleriyle ilişkili bölümlerinin eşzamanlı olarak sunulması durumunun, öğrenenlerin sözlü anlatım ve animasyonun zihinsel gösterimini çalışan belleklerinde aynı zamanda işe koşabilecekleri, dolayısıyla sözel ve görsel sunumlar arasında zihinsel ilişkileri daha kolay oluşturabilecekleri şeklinde ifade edilmektedir. Zamansal yakınlık ilkesine yönelik sınırlılık durumları ise, birbirini izleyen içeriklerin uzun süreli sunum süreçlerinden öte, kısa bölümlerle gerçekleştirilen sunumlar içermesi şeklinde gerçekleştirilmesi ya da dersin öğrenen kontrolünde olmadığı durumlarda daha etkili biçimde uygulanabildiğidir. Zamansal Yakınlık ilkesini sınamaya yönelik olarak gerçekleştirilen çalışmalar, araştırmalarda kullanılan çoklu ortam yapısı, seçilen materyal içerikleri/türleri ve ilgili araştırmalardan elde edilen etki büyüklüğü değerleri Tablo 1.6’da özetlenmiştir.

Tablo 1. 6. *Zamansal yakınlık ilkesine yönelik deneysel araştırmalar*

Çalışma	Konu İçeriği	Format	Etki Büyüklüğü
Mayer ve Anderson (1991, Deney 1)	Lastik Pompası	Bilgisayar Tabanlı	0.92
Mayer ve Anderson (1991, Deney 2)	Lastik Pompası	Bilgisayar Tabanlı	1.14
Mayer ve Anderson (1992, Deney 1)	Lastik Pompası	Bilgisayar Tabanlı	1.66
Mayer ve Anderson (1992, Deney 2)	Fren Sistemi	Bilgisayar Tabanlı	1.39
Mayer ve Sims (1994, Deney 1)	Lastik Pompası	Bilgisayar Tabanlı	0.91
Mayer ve Sims (1994, Deney 2)	Ciğer Yapısı	Bilgisayar Tabanlı	1.22
Mayer, Moreno, Boire ve Vagge (1999, Deney 1)	Yıldırım Oluşumu	Bilgisayar Tabanlı	2.22
Mayer, Moreno, Boire ve Vagge (1999, Deney 2)	Fren Sistemi	Bilgisayar Tabanlı	1.40
Etki Büyüklüğü Medyan Değeri			1.31
Bagget ve Ehrenfeucht (1983, derhal)	Etobur Bitkiler	Video Tabanlı	1.40
Bagget ve Ehrenfeucht (1983, gecikmeli)	Etobur Bitkiler	Video Tabanlı	0.27
Bagget (1984, derhal)	Oyuncak Yapımı	Video Tabanlı	0.48
Bagget (1984, gecikmeli)	Oyuncak Yapımı	Video Tabanlı	0.74
Moreno ve Mayer (1999, Deney 2)	Yıldırım Oluşumu	Bilgisayar Tabanlı	0.12
Mayer vd. (1999, Deney 1)	Yıldırım Oluşumu	Bilgisayar Tabanlı	0.24
Mayer vd. (1999, Deney 2)	Fren Sistemi	Bilgisayar Tabanlı	0.05
Michas ve Berry (2000, Deney 3)	Bandaj Uygulaması	Bilgisayar Tabanlı	0.09

Son yıllarda çoklu ortam ilkelerini sınamaya yönelik çalışmalarda ciddi bir azalma gözlenmekte olup, ilgili ilkelerin farklı öğrenme ortamlarında farklı değişkenler ile incelenmesi önem arz etmektedir. Dolayısıyla bu araştırmanın gerçekleştirilmesi ile çeşitli değişkenler açısından çoklu ortam ilkelerinin farklı öğrenme deneyimi sunan ortamlarda deneysel olarak incelenmesinin alanyazına katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Güncel eğilimler arasında çoklu ortam konularına yönelik olarak bilişsel yük kuramının irdelendiği ve bu araştırmalarda nesnel ölçüm araçlarına nadiren yer verildiği (Sanchez ve Jaeger, 2015; Strukelj vd., 2016), öznel ölçüm araçları ile bilişsel yüklenmenin incelendiği dikkat çekmektedir (Eitel vd., 2014; Kühl, Eitel, Damnik ve Körndle, 2014; Lehmann, Goussios ve Seufert, 2015). Çoklu ortam araştırmalarında öğrenenlerin ön bilgi düzeylerinin ve çalışan bellek kapasitelerinin kontrol altında tutulmasına yönelik önerilere ek olarak, alanyazında bilişsel yük ölçümü bağlamında öznel değerlendirme araçları ile materyal zorluğu (Dieman-Yauman, Oppenheimer ve Vaughan, 2011; Eitel ve Kühl, 2015; Eitel vd., 2014; Sanchez ve Jaeger, 2015; Sidi, Ophir ve Ackermann, 2016; Song ve Schwarz, 2008; Thompson ve Ince, 2013) ve algılanan zorluk (Eitel ve Kühl, 2015; Eitel vd., 2014) düzeyleri üzerine odaklanılmıştır. Alanyazın incelendiğinde, algılanan zorluk ve bunun gerçek yaşamla ve öğrenme ile ilişkisi üzerine herhangi bir deneysel araştırmaya rastlanmamış olup, bilişsel yük ölçümünde nesnel ölçütlere yönelik vurgu yapıldığı dikkat çekmektedir (Dunlosky ve Mueller, 2016; Lehmann, Goussios ve Seufert, 2015; Pieger, Mengelkamp ve Bannert, 2016; Strukelj vd., 2016). Dolayısıyla çoklu ortam araştırmalarında özellikle ilkelerin farklı öğrenme ortamlarında sınanması, birey tarafından materyal içeriğine yönelik olarak algılanan zorluk ve nesnel bilişsel yük ölçümleri arasındaki ilişkinin incelenmesi önem taşımaktadır. Bu çalışmada öznel bilişsel yük ölçümlerine ek olarak, nesnel bilişsel yük ölçümlerinin yapılması planlanmıştır. Ayrıca, alanyazın üst bilişsel kararlar olarak da ifade edilen öğrenme yargıları ve öğrenmenin kolaylığı kararları incelendiğinde; öğrenme kolaylığı kararlarının (Besken ve Mulligan, 2014; Magreehan vd., 2015; Rhodes ve Castel, 2008; Rosner, Davis ve Milliken, 2015; Susser, Mulligan ve Besken, 2013; Yue, Castel ve Bjork, 2013) incelendiği çoklu ortam araştırmalarına ek olarak, benzer şekilde öğrenmenin kolaylığı kararları üzerine gerçekleştirilen (Pieger, Mengelkamp ve Bannert, 2016) farklı araştırmalar dikkat çekmektedir. Alanyazında çoklu ortam araştırmalarında üst bilişsel kararlar üzerine gerçekleştirilen çalışmalar da dikkate alındığında, bu

araştırma kapsamında öğrenme yargılarının ve öğrenmenin kolaylığı kararlarının birer değişken olarak incelenmesi kararlaştırılmıştır. Alanyazın incelendiğinde, çoklu ortam araştırmalarında dikkat çeken birçok farklı değişkenlerden söz edilmektedir. Bu değişkenler doğrudan öğrenen nitelikleri olarak değerlendirilmekte olup, araştırmalarda kontrol değişkeni olarak değerlendirilmesinin yararlı olacağından söz edilmektedir (Chandler ve Sweller, 1991; Eitel vd., 2014; French vd., 2013; Kühl vd., 2014; Lehmann, Goussios ve Seufert, 2015; Mayer, 2001; Mayer ve Moreno, 2002; Moreno ve Mayer, 2002, Stull ve Mayer, 2007; Strukelj vd., 2016; Thompson vd., 2013). Bahsedilen araştırmalarda öğrenenlere yönelik olarak, ön bilgi düzeylerinin ve çalışan bellek kapasitelerinin kontrol değişkeni olarak irdelendiği de dikkat çekmektedir. Bu araştırma kapsamında çoklu ortam ilkeleri farklı öğrenme ortamları bağlamında incelenirken, materyalde öğrenenlere sunulan içeriğe yönelik olarak ön bilgi düzeylerinin ve çalışan bellek kapasitelerinin birer kontrol değişkeni olarak ele alınmasına karar verilmiştir. Buna ek olarak, araştırma kapsamında incelenen konu dışı işlemleri azaltma ilkelerinden gereksizlik ilkesi ve zamansal yakınlık ilkesi, araştırma sürecinin bu iki ilkenin sınırlılık durumuna aykırı biçimde hem ses ögesi içermemesi hem de öğrenen hızında tasarlanması nedeniyle kapsam dışında bırakılmıştır. Dolayısıyla bu araştırmada, konu dışı işlemleri azaltmaya yönelik ilkelerden yalnızca tutarlılık, işaretleme ve konumsal yakınlık ilkeleri ayrıntılı olarak incelenmiştir.

1.7. Amaç

Bu araştırmanın genel amacı artırılmış gerçeklik ve sanal gerçeklik ortamlarında konu dışı işlemleri azaltmaya yönelik ilkelerin; öğrenenlerin öğrenme sürecine yönelik üst bilişsel kararlarına, öğrenme çıktılarına ve bilişsel yüklenme durumlarına yansımalarını incelemektir. Bu genel amaç doğrultusunda araştırmada yanıt aranacak araştırma soruları şunlardır:

1. Ön bilgi ve çalışan bellek kapasitesi kontrol edildikten sonra artırılmış gerçeklik ve sanal gerçeklik gibi farklı öğrenme deneyimi sunan ortamlarda konu dışı işlemleri azaltma ilkeleri ile çalışan katılımcılar arasında; başarı test puanları, hatırlama puanları, kavrama puanları arasında istatistiksel olarak farklılık var mıdır?

2. Artırılmış gerçeklik ve sanal gerçeklik ortamlarında, konu dışı işlemleri azaltma ilkelerine uygun olarak hazırlanan materyaller ile çalışan katılımcıların; nesnel ve öznel bilişsel yüklenme değerleri arasında istatistiksel olarak fark var mıdır?

3. Artırılmış gerçeklik ve sanal gerçeklik ortamlarında, farklı konu dışı işlemleri azaltma ilkelerine uygun olarak hazırlanan materyaller ile çalışan katılımcıların; öğrenme kolaylığı ve öğrenme yargıları puanları arasında istatistiksel olarak fark var mıdır?

4. Katılımcıların başarı puanları ile bilişsel yüklenme düzeyleri arasındaki ilişki ne düzeydedir?

1.8. Önem

Günümüzde BİT'in hızla gelişim göstermesi ve yaygınlaşması ile bireylerin karşı karşıya kaldıkları bilgi ve enformasyon yığınlarının ciddi oranlarda artış göstermesi sonucunda; bireyler birtakım bilişsel zorluklar ile baş etme yetilerine sahip olmalıdır. Yaşantımızı şekillendirirken ve öğrenme-öğretme ortamlarında karşılaşılan bilişsel zorluklar, gündelik yaşamda önemli bir etken konumuna gelmiştir. Alanyazın incelendiğinde, günümüzde özellikle öğrenenlere atfedilen niteliklerde ciddi oranda değişimler yaşandığı ve çoklu görev gibi farklı özgün becerilerin kazandırılmasına yönelik girişimlerin önem taşıdığı ifade edilmektedir (Prensky, 2001; Tapscot, 2009). Farklı bir bakış açısına göre ise, çoklu görevler bireylerin hata yapma potansiyelini ciddi oranda artırarak, öğrenenlerin öğrenme görevlerine yönelik performans düzeylerinin zayıflamasına neden olduğunu da ortaya koymaktadır (Kirschner ve van Merriënboer, 2013). Alanyazında çoklu görev durumlarının ve öğrenme kavramına yönelik çelişkili ifadelerin varlığı dikkat çekmekle birlikte, bu konu üzerinde farklı bakış açılarıyla yenilikçi değerlendirme girişimlerinin artırılmasında yarar görülmektedir. Dolayısıyla bu çalışma ile, yenilikçi teknolojilerden olan ve farklı bir öğretim ortamı sunan artırılmış gerçeklik ve sanal gerçeklik teknolojisi ile desteklenen farklı ortamlarda gerçekleştirilen öğrenme görevlerinin ve çoklu ortam ilkelerinin öğrenenlere yönelik olarak değerlendirilmesinin alanyazına katkı sağlayacağı öngörülmektedir. Güncel ve yenilikçi öğrenme-öğretme ortamlarında sıklıkla karşılaşılan çoklu görev durumlarının öğrenme çıktıları ve bilişsel yüke nasıl bir etkide bulunduğunu çoklu ortam ilkeleri ile ortaya koyan bu araştırmadan elde edilen bulgularla, araştırmanın alanyazında dikkat çekeceği düşünülmektedir. Ayrıca, ülkemizde bu alanda gerçekleştirilen çalışmalarda çoklu ortam

ilkelerinin yenilikçi ve güncel öğrenme-öğretme ortamlarında sınanmamış olması ve araştırmanın aynı zamanda bilişsel yük ve öğrenme çıktılarının çoklu ortam ilkeleri ile ilişkisini ortaya koyması durumları da göz önüne alındığında, bu nitelikleri sergileyen ilk deneysel araştırma olması bakımından da dikkat çekicidir. Buna ek olarak araştırma kapsamında bilişsel yükün hem öznel, hem de nesnel ölçütler açısından değerlendiriliyor olması, gerek araştırma kapsamında elde edilen verilerin ve dolayısıyla bulguların güvenilirliğini artıracak, gerekse çoklu görev durumlarının bilişsel yük ve öğrenme çıktılarının çoklu ortam ilkeleri ile tartışılmasına yönelik yeni öneriler sunacaktır. Alanyazında gerçekleştirilen çalışmalar incelendiğinde, artırılmış gerçeklik desteği ile bilgisayar destekli öğretim materyalleri ve sanal gerçeklik destekli mobil öğretim materyallerinin bu araştırmada yer alan bağımlı değişkenler olarak birlikte ele alınmamış olması da araştırmanın özgünlüğünü destekler niteliktedir. Dolayısıyla bu araştırmanın;

- artırılmış gerçeklik ve sanal gerçeklik gibi güncel teknolojilerle desteklenen öğrenme-öğretme ortamlarında çoklu ortam ilkelerinin öğrenme çıktıları ve bilişsel yük açısından nasıl sonuçlar vereceğinin incelenmesinin,

- alanyazındaki çalışmalardan farklı bir biçimde, öğretim materyallerinde çoklu ortam ilkelerinin artırılmış gerçeklik ve sanal gerçeklik destekli farklı fiziksel ortamlarda manipüle edilerek araştırılması ve çoklu görev yapısının eşzamanlı olarak uygulanıyor olmasının,

- uygulamaya katılan bireylerin harcadığı öznel bilişsel yüklenmelerine ek olarak nesnel bilişsel yüke ve bu iki bilişsel yük düzeyi arasındaki ilişkiye vurgu yapılmasının,

- yenilikçi teknolojilerle materyal tasarımına yönelik olarak araştırmacılara ve öğreticilere yeni ipuçları sunulmasının,

- güncel teknolojilerin öğrenme-öğretme süreçlerine entegrasyonunu sağlama bakımından geliştiricilere ve öğreticilere uygun materyal yapısını oluşturma konusunda yol gösterici nitelik taşımasının,

- konu kapsamı bakımından ilk ulusal ve deneysel araştırmalardan biri olması nedeniyle ilgili alanyazına katkı sunmasının alanyazında önemli olacağı düşünülmektedir. Söz konusu boşlukların doldurulması ve araştırma sorularının ayrıntılı olarak incelenmesi sonucunda, araştırma bulgularının öğretim tasarımına ilişkin tasarım ve uygulama önerileri yaratmaya yardımcı olması da beklentiler arasında yer almaktadır.

1.9. Sınırlılıklar

Bu araştırma,

- Anadolu Üniversitesi Eğitim Fakültesi'nde 2017-2018 bahar döneminde farklı örgün programlarda lisans düzeyinde öğrenim görmekte olup, araştırmaya gönüllü olarak katılan öğrenciler ile,

- Çalışan Bellek Kapasitesi Testi, Öğrenmenin Kolaylığı Testi, Öğrenme Yargıları Testi, Bilişsel Yük Testi, Konu Dışı Bilişsel Yük Testi ve araştırma sürecinde hazırlanan Demografik Bilgiler Anketi, Ön Bilgi Testi, Başarı Testi ile Hatırlama ve Kavrama Testinin sahip olduğu araştırmaya özgü değerlendirme nitelikleri ile,

- Alan uzmanları tarafından denetlenerek, araştırma kapsamında ilgili konu anlatımını içeren öğeleri barındıran ve uzman iki öğretim tasarımcısı tarafından geliştirilen bilgisayar tabanlı artırılmış gerçeklik yazılımları, mobil tabanlı sanal gerçeklik uygulamaları ve veri toplama arayüz uygulaması ile,

- Geliştirilen mobil tabanlı sanal gerçeklik uygulamalarının katılımcılar tarafından deneyimlendiği sanal gerçeklik gözlüğü ve katılımcıların bu mobil uygulamayı kullanırken seçtikleri Android işletim sistemine sahip mobil cihazlar ile,

- Geliştirilen bilgisayar tabanlı artırılmış gerçeklik yazılımının kullanılmasında seçilen web kamerasının izleme/görüntüleme ve artırılmış gerçeklik yazılımında anahtar rol gören işaretçinin (marker) sahip olduğu nitelikleri ile,

- Katılımcıların uygulamaya katılmış oldukları Anadolu Üniversitesi Eğitim Fakültesi E Blok'ta yer alan BT laboratuvarlarının olanakları ile sınırlıdır.

2. YÖNTEM

2.1. Araştırma Modeli

Bu araştırmada bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişkiler, gerçek deneme modeli kapsamında deneysel desenlerden faktöriyel model ile incelenmiştir. Faktöriyel desen seçiminde, faktöriyel modellerin çalışmada araştırılan ilişkilerin sayısını artırma olanağı vermesi etkili olmuştur (Fraenkel, Wallen ve Hyun, 2012, s.277). Aynı zamanda faktöriyel desenin seçiminde iki ya da daha çok bağımsız değişkenin, bağımlı değişken üzerindeki ayrı ayrı ve ortak rollerinin saptanmasına olanak sağlaması önemli bir etken olarak değerlendirilmektedir (Gall, Borg ve Gall, 1996). Bu araştırmada seçilen tasarımın amacı, iki ya da daha çok bağımsız değişkenin bağımlı değişken üzerindeki eş zamanlı ve bağımsız (ayrı ayrı) etkilerini ortaya koyabilmektir (Creswell, 2011, s.311; Gall, Borg ve Gall, 1996). Çalışmada, konu dışı işlemleri azaltma ilkelerinin, artırılmış gerçeklik ve sanal gerçeklik ortamlarında bilişsel yüklenmeye ve başarıya etkisi gerçek deneysel araştırma modeli ile incelenmektedir. Gerçek deneysel araştırma modelinin seçilmesinin önemli nedenleri arasında, araştırmaya konu olan farklı 14 grupta yer alan katılımcıların ilgili deney gruplarına seçkisiz olarak atanmasını gerçekleştirmek ve araştırma iç geçerliğine yönelik tehdit ögelerini ortadan kaldırmak yer almaktadır. Bu sayede araştırmanın iç geçerliğine yönelik tehdit ögesi olabilecek; katılımcı seçimi, katılımcılar arası etkileşim, süre, katılımcı kaybı ve olgunlaşması gibi pek çok durumun kontrol altına alınabilmesi olanaklıdır (Cresswell, 2001, s.168). Araştırmada seçilen deneysel model, gerçek deneysel modellerden gerek son-test kontrol gruplu modelin gerekse öntest-sontest kontrol gruplu modelin bileşenlerinden yararlanmaktadır. Bu araştırmada, hatırlamanın incelenmesi amacıyla öntest-sontest kontrol gruplu modelin manipülasyonu ile elde edilen 3 (farklı çoklu ortam ilkeleri) X 2 (farklı öğrenme ortamları) X 2 (ölçüm zamanı: ön-test ve son-test) faktöriyel desenden yararlanılmıştır. Katılımcıların bilişsel yüklenme durumunun belirlenmesi amacıyla 2 (nesnel bilişsel yüklenme ile ilişkili olarak çoklu görev ögesi – öznel bilişsel yüklenme durumu) x 2 (farklı öğrenme ortamları) faktöriyel deseni kullanılmıştır.

Araştırmada yer alan bağımlı değişkenler katılımcıların hatırlama, kavrama düzeyleri ve bilişsel yüklenme durumlarıdır. Bunlara ek olarak, araştırma kapsamında öğrenme kolaylığı, öğrenme yargıları ve artırılmış gerçeklik ve sanal gerçeklik ortamları

için tasarlanan her bir deneysel uygulama için ayrı ayrı değerlendirilen uygulama kullanım süreleri, ikincil görev reaksiyon süreleri ve uygulama tekrar sayıları da bağımlı değişkenler arasında yer almaktadır. Araştırmanın bağımsız değişkenleri iki farklı ortam (artırılmış gerçeklik uygulama ortamı ve sanal gerçeklik uygulama ortamı), konu dışı işlemleri azaltmaya yönelik çoklu ortam ilkeleri ve hatırlamanın ve kavramanın ölçüldüğü deneysel etkinliklere yönelik ölçüm zamanlarıdır (ön test ve son test). Çalışmada ön bilgi ve çalışan bellek kapasite durumlarının kontrol altına alınması hedeflendiği için bu değişkenler araştırmada kontrol değişkenleri olarak değerlendirilmiştir.

Araştırmada yer alan katılımcıların ait oldukları gruplar ile bu gruplar üzerinde gerçekleştirilen manipülasyonlar ve ölçüm işlemleri Tablo 2.1’de özetlenmiştir. Tablo incelendiğinde, artırılmış gerçeklik ve sanal gerçeklik ortamlarında gerçekleştirilen manipülasyonların her iki ortam için hem kontrol grubuna, hem de deney gruplarına sunulduğu anlaşılmaktadır.

Tablo 2. 1. Araştırmanın deseni

Gruplar	Ön Ölçümler	İşlemler	Son Ölçümler
NONSIG (NI)			
VISSIG (VI)			
VERSIG (RI)	- Öznel Ön Bilgi	AR uygulamaları için bilgisayar ortamında, VR	- <i>Öğrenme Yargıları Testi</i>
COH (CH)	- Ön Test	uygulamaları için mobil cihazlarda	- <i>Başarı Testi</i>
NONCOH (NC)	- Çalışan Bellek Kapasitesi Testi	gerçekleştirilen deneyler	- <i>Hatırlama Testi</i>
	- Öğrenme Kolaylığı Testi		- <i>Kavrama Testi</i>
SPA (SP)			- <i>Öznel ve nesnel bilişsel yüklenme</i>
NONSPA (NS)			

2.2. Katılımcılar

Deneysel uygulama etkinlikleri, Anadolu Üniversitesi Eğitim Fakültesi’nde 2017-2018 eğitim-öğretim yılı bahar döneminde farklı örgün programlarda lisans düzeyinde öğrenim görmekte olup, araştırmaya gönüllü olarak katılan toplam 370 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Elde edilen veriler incelendiğinde; araştırmaya katılım gösteren

toplam 19 öğrencinin verdikleri yanıtların desen çizme, ardışık yanıtları sıralama vb. gibi uydurma yanıtlar olduğu belirlenmiş olup, bu katılımcılara ilişkin veriler kirletici olmaması amacıyla değerlendirme dışında bırakılmıştır. Ayrıca uygulamaya gönüllü olarak katılan ve uygulama dili olan Türkçeyi iyi bilmediklerini uygulamayı tamamladıktan sonra araştırmacıya belirten yabancı uyruklu iki katılımcıdan elde edilen veriler de alan uzmanından alınan görüş doğrultusunda değerlendirilme dışında tutulmuştur. Dolayısıyla bu araştırmada, 349 katılımcının vermiş olduğu yanıtlar incelenmeye alınmıştır.

Deneyssel uygulamaya katılan öğrencilerin yaş ortalaması 20.83 olarak hesaplanmıştır ($Ss=1.896$). Deneyssel uygulamaya katılım gösteren katılımcıların yaşları 18 ve 30 arasında değişiklik göstermektedir. Katılımcılara ilişkin diğer betimsel istatistikler Tablo 2.2’de özetlenmiştir.

Tablo 2. 2. *Katılımcılara ilişkin betimsel istatistikler*

Bölüm (N=349)	f	%
Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Öğretmenliği Programı	96	27.5
Sınıf Öğretmenliği Programı	75	21.5
Sosyal Bilgiler Öğretmenliği	29	8.3
Okulöncesi Öğretmenliği Programı	1	0.3
Özel Eğitim Öğretmenliği Programı	133	38.1
İlköğretim Matematik Öğretmenliği Programı	15	4.3
Yaş (N=349)	f	%
18	22	6.3
19	61	17.5
20	79	22.6
21	96	27.5
22	43	12.3
23	21	6.0
24	9	2.6
25	6	1.7
26	9	2.6
28	1	0.3
30	2	0.6
Cinsiyet (N=349)	f	%
Kadın	203	58.2
Erkek	146	41.8

Tablo 2.2 incelendiğinde; katılımcıların öğrenim görmekte oldukları anabilim dalı/program, yaş ve cinsiyet değişkeni açısından herhangi bir sistematik örüntüye sahip

olmadıkları görülmektedir. Araştırma, Anadolu Üniversitesi Eğitim Fakültesi E Bloкта yer alan üç adet BT laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın BT laboratuvarları ile sınırlandırılması ise, deneysel etkinliğe katılan grupların bu binada öğrenim gören katılımcılar ile de sınırlandırılmasına neden olmuştur. Araştırmada gönüllü katılım esas alındığından ve veri toplama sürecinin BT laboratuvarlarında gerçekleştirilmesinden dolayı, basit seçkisiz örnekleme yöntemi seçilmiştir. Bu örnekleme yönteminde, deney ve kontrol gruplarında yer alacak her bir katılımcının ilgili gruplara atanma olasılıkları birbirine eşit olmakla birlikte, katılımcıların araştırma gruplarına atanma durumları da diğer katılımcılardan etkilenmemektedir (Fraenkel, Wallen ve Hyun, 2011, s.94; Huck, 2012, s.97). Tablo 2.3’de araştırmada yer alan her bir deney grubu için katılımcıların demografik özelliklerine yer verilmiştir.

Tablo 2. 3. AR ve VR deneysel ortamlarında sunulan ilkeler bağlamında katılımcıların demografik özellikleri

AR			NONSIG	VISSIG	VERSIG	COH	NONCOH	SPA	NONSPA
Cinsiyet	Kadın	<i>f</i> %	10 34.5	14 51.9	16 59.3	5 17.9	25 92.6	16 55.2	13 46.4
	Erkek	<i>f</i> %	19 65.5	13 48.1	11 40.7	23 82.1	2 7.4	13 44.8	15 53.6
Yaş	18-19	<i>f</i> %	1 3.4	6 22.2	3 11.1	3 10.7	17 63.0	17 58.6	5 17.9
	20-25	<i>f</i> %	26 89.5	19 70.3	23 85.1	24 85.7	10 37.0	12 41.4	22 78.6
	26 ve üzeri	<i>f</i> %	2 6.9	2 7.4	1 3.7	1 3.6	0 0.0	0 0.0	1 3.6
VR			NONSIG	VISSIG	VERSIG	COH	NONCOH	SPA	NONSPA
Cinsiyet	Kadın	<i>f</i> %	14 66.7	18 78.3	19 86.4	13 59.1	12 54.5	17 73.9	11 52.4
	Erkek	<i>f</i> %	7 33.3	5 21.7	3 13.6	9 40.9	10 45.5	6 26.1	10 47.6
Yaş	18-19	<i>f</i> %	1 4.8	7 30.4	11 50.0	0 0.0	10 45.5	2 8.7	0 0.0
	20-25	<i>f</i> %	20 95.2	16 69.6	11 50.0	21 95.5	8 36.3	21 91.3	21 100.0
	26 ve üzeri	<i>f</i> %	0 0.0	0 0.0	0 0.0	1 4.5	4 18.2	0 0.0	0 0.0

Araştırmanın veri toplama süreci, Anadolu Üniversitesi Eğitim Fakültesi Ders Programı göz önünde bulundurularak planlanmıştır. Öncelikle, BT laboratuvarının kullanılmadığı ders saatlerinde; öğrencilerin katılımına onay veren öğretim üyelerinin katkıları ile veri toplama işlemi gerçekleştirilmiştir. Buna ek olarak, BT laboratuvarında ders işlemekte olan öğretim üyeleri ile de ayrıca iletişim kurularak, onay veren öğretim üyelerinin derslerine katılan lisans öğrencilerinden de araştırmaya katılmaya gönüllü olduğunu belirten katılımcılar veri toplama sürecinde yer almışlardır. Veri toplama sürecine katılım gösteren her bir katılımcı, deneysel uygulama sürecinde oluşturduğu veri setini isteme hakkına sahiptir. Benzer şekilde araştırmayı tamamladıktan sonra verdiği yanıtların değerlendirme dışında tutulmasını isteme hakkına sahip olduklarını da bilerek çalışmaya katılım göstermişlerdir. Aynı zamanda deneysel uygulamaya katılan her bir katılımcı dilediğinde uygulama sürecini tamamlamadan, uygulamadan ayrılma hakkına da sahip olduklarını bilerek çalışmaya katılmışlardır. Ayrıca, katılımcılar için araştırmaya katılım koşulları hakkında veri toplama arayüz uygulamasının başlangıç ekranında bilgilendirme yapılan bir bölüm de bulunmaktadır.

2.3. Veri Toplama Araçları

2.3.1. Demografik bilgiler anketi

Bu anket, iki bölümden oluşmaktadır. Anketin ilk bölümü; katılımcıların cinsiyet, öğrenim görmekte oldukları anabilim dalı ve yaş bilgilerini girecekleri bir yapıya sahiptir. Bu bölümde yer alan her bir değişken için yanıt verme durumu zorunlu tutulmuştur. Böylelikle araştırmaya katılan her bir katılımcı için bu bilgilerin eksiksiz olarak elde edilmesi amaçlanmıştır. Burada yer alan değişkenler çalışmada bağımlı ya da bağımsız bir değişken olarak değerlendirilmemiştir. Yalnızca çalışmaya katılan kitle hakkında betimsel bilgilerin elde edilmesi ve raporlanması amaçlanmıştır. Anketin diğer bölümünde ise, katılımcıların deneysel araştırma sürecine yalnızca bir kez katılmış olduklarını garanti altına almak amacıyla e-posta veya rumuz bilgilerini girmeleri istenmiştir. Elde edilen veriler incelenmiş ve hiçbir katılımcının deneysel uygulamaya farklı zamanlarda tekrar katılmadığı belirlenmiştir. Deneysel uygulama sonrasında, katıldıkları deneyin sonuçlarını merak ettiklerini belirten katılımcıların e-posta adreslerine ilgili sonuçlar hem düz bir metin belgesi, hem de log çıktısı olarak gönderilmiştir.

2.3.2. Ön bilgi testi-1

Bu testte, katılımcıların, *Yıldırım Oluşumu* konusuna yönelik ön bilgi düzeylerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Testin yapısı, Strukelj vd. (2016, s. 77)'nin uyguladığı yapıya benzer bir biçimde hazırlanarak “*Yıldırım oluşumu konusunda kendinizi ne düzeyde yeterli hissediyorsunuz?*” sorusu katılımcılara yöneltilmiş ve katılımcıların öznel ön bilgi düzeylerini 1 (çok az) ile 5 (çok iyi) arasında puanlamaları istenmiştir. Bu teste yanıt verilmeden katılımcıların araştırmada bir sonraki aşamaya geçmelerine sistem tarafından izin verilmemektedir.

2.3.3. Çalışan bellek kapasitesi testi

Çalışan bellek kapasitesinin değerlendirilmesi için Lehmann, Goussios ve Seufert (2015)'in seçtiği ve Oberauer vd. (2000) tarafından geliştirilen bilgisayar tabanlı “*Numerical Memory Updating subtest of the WMC test*”in kullanım izni alınmış ve geliştiriciler tarafından JAVA platformuna ait açık kaynak kodları araştırmacı ile paylaşılmıştır (Ek-12). Deneysel uygulama sürecinin Türkçe dilinde gerçekleştirilecek olması nedeniyle İngilizce dilinde hazırlanan bu test, araştırmacılar tarafından Adobe Flash yapısına uyarlanmıştır. Bu testin Flash formatında uyarlanmasının bir diğer nedeni JAVA platformunda üretilen test çıktısının .csv formatında her bir değer için tek satırda verilmesi nedeniyle değerlendirme bakımından oldukça karmaşık olması yer almaktadır (Ek-15). Aynı zamanda veri toplama arayüz uygulamasından bağımsız bir yapıda çalışmasının, her iki uygulama arasında geçiş için oluşturabileceği sorunlar da gözetilerek, bu testin; veri toplama arayüz uygulamasına entegre edilmesi kararlaştırılmıştır. Veri toplama arayüz uygulamasına test entegre edilirken, WMC testinin sahip olduğu tasarım bütünlüğünün korunması hedeflenmiştir (Ek-16). Araştırma kapsamında seçilen bu çalışan bellek testi alanyazında son yıllarda farklı çalışmalarda kullanılmıştır (Herkert, 2011; von Bastian, 2012; von Bastian ve Oberauer, 2013; von Bastian, Langer, Jäncke ve Oberauer, 2013; Langer, von Bastian, Wirz, Oberauer ve Jäncke, 2013; Horvath, 2014; Stone ve Towse, 2015; von Bastian, Souza ve Gade, 2016; von Bastian ve Eschen, 2016; Koller, Wetter ve Hofer, 2015; Chavan, Mouthon, Draganski, van Der Zwaag ve Spierer, 2015).

Çalışmanın tamamında olduğu gibi bu testin de kullanıcı kontrolünde ilerlemesi; hem çalışmanın temeli ile uyumluluk göstermekte, hem de katılımcıların klavye kullanım

becerileri bağlamında ortaya çıkabilecek farklılıklardan kaynaklanan kirlетici etkileri ortadan kaldırmaktadır. Bu testin JAVA platformunda sunulan formatında, katılımcılara en az 10 adet metin, yeşil ve kırmızı renklerde seçkisiz olarak sunulmaktadır. Testte yer alan soru sayısı katılımcıların özelliklerine göre farklılaşabilmektedir. Katılımcılar her bir metin için yönergede yer alan renk ya da metin ifadelerini dikkate alarak, klavyede bulunan A ve L tuşları ile testi yanıtlamaktadır. Her bir doğru yanıt için katılımcılar 1 puan olarak değerlendirilmektedir. Uygulamada her bir metin için üretilen renk ya da metin seçeneği seçkisiz olarak gösterilmektedir. Dolayısıyla her bir katılımcı için farklı bir test içeriği üretilmekte olup, katılımcıların belirli bir desen izleyerek testi yanıtlamaları engellenmiştir. Testin Flash tabanlı formatında alan uzmanlarından alınan görüş doğrultusunda soru adedi 15 olarak düzenlenmiş olup, JAVA platformundaki seçkisizlik yapısı aynen korunmuştur. Bu testten alınabilecek en yüksek puan değeri 15 olup, en düşük puan ise 0'dır. Veri toplama arayüz uygulaması, her bir kullanıcı için bu testten elde edilebilecek puanı oldukça sade bir yapıda hesaplayarak sunabilmektedir (Ek-17).

2.3.4. Öğrenme kolaylığı testi

Bu testte katılımcılara, içerikte sunulacak olan *Yıldırım Oluşumu* konusunu özetleyen 10 saniye uzunluğunda bir video sunulmuştur. Bu videonun izlenmesi veri toplama arayüz uygulaması tarafından sistemsal olarak zorunlu tutulmuştur. Video izleme sürecinde, videonun durdurulması ya da tekrar izlenebilmesi gibi bir yetki katılımcılara sunulmamıştır. Video yalnızca bir kez izlenebilmektedir. Bu aşamada katılımcılara yönerge sunularak gerekli bilgilendirmeler yapılmıştır. Video oynatımı tamamlandığında, video ekrandan kaldırılmakta ve sonrasında katılımcının ekranında öğrenme kolaylığını değerlendirmeye yönelik test görüntülenmektedir. Katılımcıların, kendilerine sunulacak içeriğe yönelik üst bilişsel kararlarını değerlendirmeleri amacıyla; Pieger, Mengelkamp ve Bannert (2016, s. 34)'ın kullandığı yapının bir benzeri kullanılarak, izledikleri video içeriğine yönelik “*Konuyu öğrenmek sizce ne kadar kolay ya da zor?*” sorusu katılımcılara yöneltilmiştir. Katılımcılardan bu soruyu “0 (*çok zor*) ve 100 (*çok kolay*)” değer aralığında yanıtlamaları istenmiştir. Bu teste yanıt vermeden bir sonraki aşamaya geçmeye izin verilmemektedir.

2.3.5. Bilişsel yük testleri

Katılımcıların bilişsel yük durumlarının değerlendirilebilmesi amacıyla dokuzlu likert formda öznel bilişsel yük ölçeği de kullanılmıştır. Bu ölçek, Paas ve van Merriënboer (1993) tarafından geliştirilmiş olup, ölçekten alınabilecek en yüksek puan 9, en düşük puan ise 1'dir. Ölçekten elde edilen puanlar değerlendirilirken, 5'in üzerindeki değerler aşırı bilişsel yüklenmenin gerçekleştiğini ifade etmektedir. İlgili ölçek, Kılıç ve Karadeniz (2004) tarafından Türkçe'ye uyarlanmış olup, iç tutarlılık katsayısı 0.78 olarak hesaplanmıştır. Ölçeğin Türkçe formunun araştırmada kullanılabilmesi için yazarlardan kullanım izni alınmıştır. Ekte kullanım izni ve ölçeğin değerlendirme yönergesine ilişkin bilgilendirmeler yer almaktadır (Ek-11). Bu testlere yanıt vermeden bir sonraki aşamaya geçmeye izin verilmemektedir.

Katılımcıların öznel bilişsel yüklenmelerinin ölçümlenebilmesi amacıyla, alanyazında ilk ve değerli çalışmalardan birini gerçekleştiren Paas (1992, s. 429)'ın çalışmasında yer verdiği yapıya benzer bir biçimde, “*Materyal içeriğini kavramak için ne kadar bilişsel çaba harcadın?*” sorusu yedili likert formda olacak şekilde katılımcılara yöneltilmiştir. Ayrıca konu dışı bilişsel yüklenmelerinin ölçümlenebilmesi amacıyla Cierniak, Scheiter ve Gerjets (2009, s. 318)'in çalışmalarında kullandıkları yapıya benzer biçimde “*Sunulan materyal ile öğrenmek ne kadar zordu?*” sorusu da yedili likert formda katılımcılara sunulmuştur.

2.3.6. Öğrenme yargıları testi

Katılımcıların üst bilişsel kararlarına yönelik ölçüm yapmak amacıyla, katılımcıların öğrenme yargılarını belirlemek üzere Pieger, Mengelkamp ve Bannert (2016, s. 34)'ın kullandığı yapıya benzer bir biçimde “*Materyal hakkında sorulan soruların yüzde kaçını doğru yanıtlayacaksın?*” sorusu katılımcılara yöneltilmiştir. Bu sorunun yanıtlanması veri toplama arayüz uygulaması tarafından zorunlu tutulmuştur. Katılımcıların bu soruya yanıt vermeden uygulamaya devam etmesine izin verilmemektedir. Bu testten alınabilecek en yüksek puan 100 (*soruların tamamı*), en düşük puan ise 0 (*soruların hiçbiri*)'dir. Buradan elde edilen veriler ile konu anlatımı sunulan katılımcının; konu anlatımına ve materyal içeriğine yönelik sorulacak sorulara yanıt verme durumu hakkındaki üst bilişsel kararlarının araştırılması amaçlanmaktadır.

2.3.7. Hatırlama testi

Bu test, açık uçlu 10 adet sorudan oluşmakta olup, soruların hazırlanmasında Lehmann, Goussios ve Seufert (2015, s. 96)'in çalışmalarında kullandıkları tekniğin bir benzerinden yararlanılmıştır. Öncelikle, konu alanı uzmanı görüşleri doğrultusunda yıldırım oluşumu konusuna ilişkin belirtke tablosu hazırlanmıştır (Ek-1). Ardından genelden özele ve katılımcıların bir soruda yer alan bilgiyi bir sonraki soruda kullanamayacakları bir yapıda ilerleyecek biçimde testteki sorular sıralandırılmıştır (Ek-2). Bu testte kullanılması planlanan sorular için ölçme ve değerlendirme uzmanından görüş ve onay alınmış, aynı zamanda testin son hali oluşturulduğunda konu alanı uzmanı ile test tekrar değerlendirilerek uygulamaya hazır hale getirilmiştir. Testte yer alan soru maddelerin anlaşılabilirliğini sınamak amacıyla pilot uygulamada test maddelerine de yer verilmiş ve Anadolu Üniversitesi Eğitim Fakültesi BÖTE bölümünde lisans düzeyinde öğrenim görmekte olan son sınıf öğrencileri ile pilot uygulama gerçekleştirilmiştir. Pilot uygulamaya katılım gösteren öğrencilerden alınan dönütler doğrultusunda test soruları üzerinde anlaşılmayan herhangi bir ifadenin bulunmadığı belirlenmiş ve test deneysel uygulamaya hazır hale getirilmiştir.

Hatırlama Testinde yer alan sorulardan alınabilecek en yüksek toplam puan 47 olarak hesaplanmıştır (Ek-3). Testte yer alan her bir soruya yanıt verme zorunluluğu bulunmaktadır. Katılımcılar ilgili testte herhangi bir soruyu yanıtsız bıraktıkları durumda çalışmada bir sonraki sayfaya geçememektedirler. Aynı zamanda katılımcılar bu testte yer alan bir soruyu yanıtlamayı unuttuğunda, veri toplama arayüz yazılımı tarafından testte yanıt vermesi gereken bir soru bulunduğu konusunda uyarılmaktadırlar.

2.3.8. Kavrama testi

Kavrama testi, beş adet açık uçlu sorudan oluşmaktadır (Ek-5). Bu testte yer alan sorular da Hatırlama Testi'nde yer alan sorulara benzer bir yapıda hazırlanmıştır. Sorular hazırlanmadan önce belirtke tablosu incelenerek (Ek-4), konu alan uzmanının görüşü doğrultusunda soru ifadeleri üzerinde çalışmalar yapılmıştır. Bu testte yer alan 5 farklı açık uçlu soru için de ölçme ve değerlendirme uzmanının görüşüne başvurulmuştur. İlgili değerlendirmeler sonrasında önerilen düzenlemeler gerçekleştirilerek, test yapısı oluşturulmuş olup; bu testten alınabilecek en yüksek toplam puan 14 olarak hesaplanmıştır (Ek-6).

Hatırlama Testi'nde olduğu gibi Kavrama Testi'nde yer alan tüm soruların eksiksiz bir biçimde yanıtlanması, veri toplama arayüz yazılımı tarafından zorunlu tutulmuştur. Katılımcılar herhangi bir soruyu yanıtlamadan devam etmek istediklerinde ya da bir soruyu yanıtlamayı unuttuklarında, veri toplama arayüz yazılımında ilgili sorunun yanıtlanması gerektiğine ilişkin bilgilendirme katılımcıya anlık olarak yapılmaktadır. Bu testte yer alan sorular, bir durumda sahip olunan bilgilerden yola çıkarak farklı bir duruma ilişkin çıkarımları oluşturmayı gerektirdiğinden; bu yönü ile Hatırlama Testi'nde kullanılan sorular ile nitelik bağlamında da farklılık taşımaktadır. Gerçekleştirilen pilot uygulamada bu testte yer verilen soru maddelerinin anlaşılır olduğu belirlenmiş olup, test deneysel uygulamaya hazır hale getirilerek, veri toplama arayüz yazılımına entegre edilmiştir.

2.3.9. Başarı testi

Deneysel uygulamada katılımcıların ön bilgilerini ölçme amacıyla, başarı testi hazırlanmıştır. Bu test 15 sorudan oluşmaktadır (Ek-8). Testte yer alan her soru 1 puan değerindedir. Testte yer alan her bir soru için yanıt verme zorunluluğu bulunmaktadır. Araştırmada ele alınan *Yıldırım Oluşumu* konu içeriği de göz önüne alınarak madde havuzu oluşturulmuştur. *Yıldırım Oluşumu* konusunun kullanımı her ne kadar bir seçime bağlı olsa da bu konuyu alanyazında ilk kez sınavan Mayer (2009) ile iletişim kurularak konunun yerleştirilmesi ve araştırmada kullanılması için gerekli izin alınmıştır (Ek-13). Konu kapsamı incelenerek, hazırlanan test için alan uzmanlarından ve ölçme ve değerlendirme uzmanından görüş alınmıştır. Elde edilen dönütler doğrultusunda test soruları düzenlenerek, test yanıt anahtarı da kullanıma hazır hale getirilmiştir (Ek-9). Başarı Testi'nin pilot uygulaması 64 lisans öğrencisinin katılımı ile gerçekleştirilmiştir. Bu katılımcılardan 30'una yıldırım oluşumuna yönelik konu anlatımı, test uygulama süreci öncesinde sunulmuştur. Pilot uygulamaya katılan tüm öğrenciler testleri yanıtlamıştır. Elde edilen sonuçlar Tablo 2.4'te yer almaktadır.

Tablo 2. 4. *Başarı testi pilot uygulama sonuçları*

Grup	$\bar{X}$	Ss	Sd	t	p<
Ön test- Son test	-2.100	2.670	29	-4.308	.000

Tablo incelendiğinde, katılımcıların ön-test ve son-test ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunduğu görülmektedir. Katılımcıların uygulama öncesinde elde ettikleri başarı puan ortalamaları $\bar{X}= 3.73$ ($Ss=1.680$) olup, konu anlatımı sonrası bu ortalama $\bar{X}=5.83$ ($Ss=2.167$) olarak hesaplanmıştır. Dolayısıyla ön-test ve son-test'ten elde ettikleri ortalama puanlar bağlamında son-test lehine bir gelişim söz konusudur. Pilot uygulama süreci ortalama 17 dakika sürmüştür. Uygulama sürecinde katılımcıların anlamakta güçlük çektikleri herhangi bir ifade ya da terim bulunmadığı katılımcılar tarafından araştırmacılar ile paylaşılmıştır. Pilot uygulama süreci sonrasında test, gerçek deneysel uygulamaya hazır hale getirilmiştir. Teste ilişkin belirtke tablosu Ek-7'de yer almaktadır.

2.3.10. İkincil görev

Araştırmada öznel bilişsel yük ölçümlerine ek olarak nesnel bilişsel yük ölçümlerinden de yararlanılması amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda, nesnel bilişsel yük ölçümünde eş zamanlı ikincil görev tekniğinden yararlanılmıştır. Verilen göreve ek olarak, verilen görevden bağımsız bir yapıda olacak şekilde, verilen görev gerçekleştirirken aynı anda işlenecek bir yapıda nesnel bilişsel yük ölçümü gerçekleştirilmiştir. Burada aynı zamanda, çoklu görev yapısı söz konusudur. Bilişsel yük kuramında önemli bir varsayım olarak değerlendirilen sınırlı kapasite varsayımı temel alınarak şekillendirilen ikincil görev tekniğinde; asıl deney içeriğine ek olarak ayrı bir görevin gerçekleştirilmesi beklenmektedir (Brünken vd., 2002, s. 117). Artırılmış gerçeklik uygulamasında katılımcılar konu içeriğini okurken, artırılmış gerçeklik deneysel içeriğinin katılımcıya sunulmasından 17 saniye sonra, ekranda kırmızı bir buton içerisinde beyaz renkte “Buraya Tıkla!” yazısı görüntülenmekte ve öğrenme görevini gerçekleştirirken aynı zamanda katılımcının bu görevi de gerçekleştirmesi beklenmektedir. Katılımcılara ilk ekranda verilen bilgi içeriğinin okunması için gereken süre en fazla 15 saniye olarak hesaplanmıştır. Dolayısıyla ikincil görev butonu bir sonraki ekranda verilen içerik ile birlikte görüntülenmektedir. Burada ikincil görev yapısı her bir katılımcı için görüntülenmekte olup, görüntülenen içerik bilgisi katılımcının ilerleme hızına bağlı olarak değişiklik gösterebilmektedir. Katılımcıların, ilgili butonun görüntülenmesi ile buton üzerinde yer alan görevi gerçekleştirmeleri arasında geçen süre, reaksiyon süresi olarak değerlendirilmiş olup, bu değer veri toplama arayüz yazılımı tarafından değil artırılmış gerçeklik yazılımı tarafından kayıt altına alınmaktadır. Benzer

şekilde artırılmış gerçeklik yazılımının kullanım süresi ve uygulamanın tekrar etme sayısı da yine veri toplama arayüz uygulamasından bağımsız olarak artırılmış gerçeklik yazılımı tarafından kayıt altına alınmıştır. Reaksiyon süreleri hesaplanırken, buton üzerinde yer alan görevi gerçekleştirmeyen katılımcılara ilişkin değerlendirme, butonun görüntülenmesi ile katılımcının deneysel uygulamayı kapatması sonucu butonun ekrandan kaldırılması arasında geçen süre olarak kabul edilmiştir. Her bir katılımcı için reaksiyon süresi, uygulama kullanım süresi ve uygulama tekrar sayıları kayıt altına alınarak hesaplanmıştır. Araştırmada uygulama tekrar sayısının bir değişken olarak incelenmesi planlanmıştır, ancak veriler analize hazır hale getirilirken ön koşulları sağlamak amacıyla uç değerlerin ve kirletici yanıtların veri setinden çıkarılması sonucunda kalan katılımcılardan elde edilen veriler değerlendirildiğinde, katılımcıların hiçbirinin uygulamayı tekrar kullanmadığı belirlenmiştir. Dolayısı ile, bu değişken araştırmada herhangi bir değer üretmediği için, alan uzmanının da onayı alınarak araştırma kapsamı dışına alınmıştır. Araştırmanın öğrenen hızında ilerleyen bir yapıda sunulmasının bu noktada etki ettiği öngörülmektedir. Sanal gerçeklik uygulamasında katılımcılar konu içeriğini okurken, sanal gerçeklik deneysel içeriğinin katılımcıya sunulduğu üçüncü panel ile birlikte kırmızı bir buton içerisinde beyaz renkte “Buraya Bak!” yazısı eş zamanlı olarak görüntülenmekte ve katılımcının görevi gerçekleştirmesi beklenmektedir. Bu görev için değerlendirme süreci, artırılmış gerçeklik deneysel içeriği ile benzer şekilde gerçekleştirilmiştir.

2.3.11. Log yapısı

Araştırmada nesnel bilişsel yük ölçümü yapabilmek amacıyla katılımcıların deneysel uygulama süresince gerçekleştirmiş oldukları tüm klavye ve fare(mouse) hareketleri kayıt altına alınmıştır. Katılımcıların test maddelerine ve açık uçlu sorulara verdikleri yanıtlar veri toplama arayüz uygulaması ile kayıt altına alınırken, artırılmış gerçeklik yazılımının kullanım süresi, uygulamanın tekrarlanma sayısı ve ikincil görev reaksiyon süresi ise, artırılmış gerçeklik yazılımının log sistemi ile kayıt altına alınmıştır. Deneysel içeriklerin en az bir kez kullanılması zorunlu tutulmuştur. Artırılmış gerçeklik yazılımını kullanan bir katılımcının, çalışmaya devam edebilmesi için artırılmış gerçeklik yazılımı tarafından üretilen kodu (*arut17*), veri toplama arayüz uygulamasına klavye ile giriş yapması şart koşulmuştur. Burada verilen konu dışı etkinliğin, katılımcının deneysel

uygulamanın kapatılması ile sürecin tamamlandığı düşüncesi ile hareket etmesini engellemek ve süreçteki dikkatini canlı tutmaktır. Sanal gerçeklik uygulamasını kullanan bir katılımcının da çalışmaya devam edebilmesi için, deneysel etkinlik sonunda üretilen kodu (*vrut17*), veri toplama arayüz uygulamasına girmesi zorunludur. Sanal gerçeklik uygulamasını kullanan katılımcılara ilişkin kullanım süresi, tekrar sayısı ve reaksiyon süresi ise, deney ortamında araştırmacılar tarafından kayıt altına alınmıştır. Sanal gerçeklik uygulaması katılımcıların mobil cihazlarında kullanıldığı için bu değerlerin uzak sunuculardaki veritabanına yazılması planlanmış, ancak çalışmanın etik olarak herhangi bir sorun oluşturmaması amacıyla bu yapı iptal edilmiştir. Dolayısıyla sanal gerçeklik uygulamasını kullanan her bir katılımcıya ilişkin değerler herhangi bir log sistemi ile değil araştırmacılar tarafından tutulan deneysel uygulama notları veri formuna işlenmiştir (Ek-20).

2.4. Veri Toplama Süreci

BT laboratuvarlarının kullanım için uygunluklarını denetlemek amacıyla Anadolu Üniversitesi Eğitim Fakültesi'nde görevli idari personel ile iletişime geçilmiştir. Laboratuvarlara ilişkin kullanım programı sağlanıp, veri toplama süreci planlanmıştır. Araştırmacının aynı zamanda BT laboratuvarlarında sorumlu-görevli olması, BT laboratuvarlarının işleyişi, laboratuvarlarda yer alan PC özellikleri ve ortam özellikleri hakkında bilgi sahibi olması açısından yarar sağlamıştır. Her bir deneysel uygulama öncesinde laboratuvarlardaki PC'ler uygulamaya hazır hale getirilmiştir. Artırılmış gerçeklik uygulaması için her bir PC'ye Logitech C270 HD Webcam donanım birimi takılmış ve çalışma durumu kontrol edilmiştir. Sanal gerçeklik uygulaması için de her bir PC kasasının üzerine bir adet Shinecon VR 3D Sanal Gerçeklik gözlüğü hazır hale getirilmiştir. Deneysel uygulamada kullanılması planlanan VR gözlüğünün sahip olması gereken nitelikler için teknik şartname oluşturulmuştur (Ek-19). VR uygulamasında reaksiyon süresinin hesaplanabilmesi için VR gözlüğün yanında kullanılması planlanan bluetooth uyumlu kumandanın; deneysel uygulama sürecinde bağlantı konusunda karmaşıklık yaratması, farklı mobil cihazlar ile eşleşme konusunda sorun oluşturabilmesi ve kullanımı için katılımcılara ek bir kullanım sına ortamı yaratılması gerekliliği gibi durumlar da dikkate alınarak, deneysel süreçten çıkarılması kararlaştırılmıştır. VR ortamında kullanıcıların kumanda birimi yerine odaklanma tekniği ile etkileşime

girmeleri için yazılımsal iyileştirmeler gerçekleştirilmiştir. Katılımcıların VR ortamında içerikler ile etkileşim sağlayabilmeleri için ilgili içeriklere 3 saniye boyunca odaklanmaları, bilgisayar tabanlı yazılımlarda ki tıklama etkisini yaratacak şekilde geliştirilmiştir. Her katılımcı için VR ortamında deneysel sürece geçilmeden önce deneme yapılabilecek bir yönerge ortamı oluşturulmuştur. Bu ortamı kullanan katılımcıların, odaklanma fonksiyonunu başarı ile gerçekleştirdiği de deney ortamında yer alan araştırmacılar tarafından gözlenmiştir. Gerçekleştirilen her bir deneysel uygulamanın; hangi BT laboratuvarında, hangi tarih ve saatlerde, hangi öğretim üyesi ve hangi bölümden katılımcılar ile gerçekleştirildiği de not alınmıştır. Çalışmaya gönüllü olarak katıldığını belirttiği halde, kasıtlı olacak biçimde tüm sorulara aynı yanıtı vermek, soru yanıtları ile desen oluşturmak ve sıralı yanıtlar üretmek gibi durumlar ile çalışmayı tamamladığı saptanan katılımcılara ilişkin veriler deneysel uygulamadan elde edilen sonuçlar üzerinde kirlетici bir etki yaratmaması amacıyla değerlendirme dışında tutulmuştur.

2.5. Deneysel Çalışma Ortamı

Araştırmanın bilgisayar tabanlı bir veri toplama arayüz uygulaması üzerinden yürütülmesi nedeniyle, veri toplama süreci BT laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir. Anadolu Üniversitesi Eğitim Fakültesi E Bloкта yer alan üç adet BT laboratuvarı araştırma sürecinde deneysel çalışmanın gerçekleştirildiği yerlerdir. E Bloкта yer alan 308 numaralı BT laboratuvarında 36 adet, Z010 numaralı BT laboratuvarında 29 ve Z007 numaralı BT laboratuvarında 28 adet etkin kullanılan öğrenci bilgisayarı bulunmaktadır. Her laboratuvarda birer adet yönetici bilgisayarı ve birer adet projeksiyon cihazı ile bir adet etkileşimli tahta yer almaktadır. Deneysel uygulama sürecinde katılımcıların hangi deneysel etkinliğe katıldıkları, bilgilendirme sürecinde etkileşimli tahtadan katılımcılara ek olarak sunulmuştur.

Araştırma sürecinde kullanılan bilgisayarlar donanım ve yazılım özellikleri bakımından tamamen aynıdır. Bu durum da araştırmanın olumsuz yönde güvenilirliğini etkilememektedir. Araştırmada kullanılan tüm bilgisayarların donanımsal nitelikleri şu şekildedir:

- İşletim sistemi: Windows 8.1 Türkçe 64 Bit
- İşlemci: Intel i7-4790 3.6 GHz 4th-Gen

- Ekran kartı: AMD Radeon R7
- Bellek: 8 GB RAM
- Sabit Disk: Toshiba 1 TB 7200 rpm
- Klavye ve Fare: Asus Kablolu
- Monitör Marka ve Modeli: Dell P2314H Full HD (1920x1080)
- Monitör Büyüklüğü: 23”
- Monitör Türü: LCD

BT laboratuvarlarının her birinde aynı niteliklere sahip olan bu bilgisayarlar, deneysel uygulamanın gerçekleştirilebilmesi için gereksinim duyulan işlem gücünü fazlasıyla karşılayabilecek düzeydedir. BT laboratuvarlarında yer alan her bir PC’de deneysel uygulama etkinlikleri tek tek çalıştırılarak, performans testi gerçekleştirilmiştir. Test sürecinde ve deneysel uygulama sürecinde herhangi bir sorunla karşılaşılmamıştır. BT laboratuvarları aynı zamanda deneysel uygulamanın gerçekleştirilebilmesi için ses, gürültü, aydınlatma, temizlik vb. gibi uygun koşulları sağlamaktadır. Buna ek olarak, gerek deneysel uygulama sürecinde gerekse test süreçlerinde herhangi bir elektrik kesintisi sorunu ile karşılaşılmamıştır. Dolayısıyla, test ve deneysel uygulama süreçlerinden elde edilen veriler eksiksiz olarak toplanmıştır.

Araştırmada artırılmış gerçeklik yazılımının kullanılabilmesi için her bir katılımcı için bir adet web kamerası ve bir adet AR işaretçisi kullanılmıştır (Ek-21). Kullanılan AR işaretçisi, AR yazılımının çalıştırılabilmesi için anahtar görevi görmektedir. Bu işaretçi olmadan ilgili AR yazılımlarının çalıştırılması olanaklı değildir. Araştırmada kullanılan standart web kamerasının nitelikleri ise şu şekildedir:

- Uyumlu İşletim Sistemleri: Windows 7, Windows 8, Windows 10 veya üzeri
- En yüksek çözünürlük: 720p / 30 fps (frame per second)
- Odak türü: Sabit Odaklama
- Önerilen En Düşük İşlemci Gücü: Intel Core 2 Duo
- Önerilen En Düşük RAM Miktarı: 2 GB RAM
- Bağlantı Tipi: Kablolu Bağlantı (1.5 metre kablo uzunluğu)
- Görüş Aralığı Değeri (FOV): 60°
- Gerçek Optik Çözünürlük Değeri: 1280x960 / 1.2 megapiksel
- En Yüksek Tazeleme Oranı: 30fps (@640x480 çözünürlük)
- Aparat: LCD monitör ve dizüstü bilgisayarlara bağlantı için evrensel klips

- Ses Kayıt Desteği: Var (Yerleşik Mono Mikrofon)

Araştırmada kullanılan AR işaretçisinin sahip olduğu özellikler ise şu şekildedir:

- Baskı Türü: Renksiz Siyah-Beyaz Baskı
- Desen İçeriği: AR işaretçi özel kod
- Boyut ve Nitelik: 10x10 cm boyutlarında karton

Araştırmada sanal gerçeklik mobil uygulamasının kullanılabilmesi için her bir katılımcıya birer adet Shinecon VR 3D sanal gerçeklik gözlüğü verilmiştir. Kullanılan sanal gerçeklik gözlüğünün sahip olduğu nitelikler şunlardır:

- Uyumlu Cihaz Boyutları: 3.5 ve 6.0 inç değer aralığındaki tüm mobil cihazlar
- Lens Özellikleri: HD Optik Resin
- Lens Çapı: 42 mm
- Boyutlar: 202 x 140 x 100 mm
- Ağırlık: 380 gr
- FOV değeri: 90-110°
- Üretilen Materyal: ABS (RoHS)
- Kapak: Çıkarılabilir
- Lens Pozisyonlama: Var (Kullanıcı Kontrolünde)
- Mesafe Ayarlama: Var (Kullanıcı Kontrolünde)
- Aparatlar: Kafa Bandı ve Mikrofiber Lens Temizlik Bezi

2.6. Veri Toplama Arayüz Uygulaması

Araştırmada kullanılan bilgisayar tabanlı veri toplama arayüz uygulaması ile katılımcıların vermiş oldukları yanıtlar ayrıntılı olarak kayıt altına alınmıştır. Artırılmış gerçeklik ve sanal gerçeklik ortamlarında konu dışı işlemleri azaltmaya yönelik ilkelere uygun olarak gerçekleştirilen manipülasyonlar yine bu veri toplama arayüz uygulaması ile bütünleşik bir yapıda sunulmuştur. Veri toplama arayüz uygulaması, ilgili dönemde Anadolu Üniversitesi Lisanslı Yazılımları bölümünde kullanıma sunulan Adobe Master Collection CS6 paketinde yer alan Adobe Flash Professional CS6 programı ile geliştirilmiştir. Bu uygulama Adobe AIR altyapısı ile desteklenmektedir. Dolayısıyla geliştirilen arayüz uygulamasının platform bağımsız çalışabilme özelliği bulunmaktadır. Geliştirilen veri toplama arayüz uygulamasında seçilen arayüz, araştırmada çalışan bellek kapasitesi testinin ölçümünde kullanılan WMC ile benzer biçimde tasarlanarak, veri

toplama arayüzü ile çalışan bellek test arayüzlerinin paralel olması hedeflenmiştir. Actionscript 3.0 programlama dili kullanılarak geliştirilen arayüz uygulaması tam ekran olacak biçimde çalışmaktadır. Böylelikle katılımcıların dikkatini dağıtacak herhangi bir bilgisayar yazılımının ön plana çıkması engellenmiştir. Aynı zamanda veri toplama arayüz uygulaması çalıştırıldıktan sonra Windows işletim sisteminde açık olan pencereleri kapatma fonksiyonları geçici olarak durdurulmuştur. Veri toplama arayüz uygulaması çalıştırıldığında araştırma hakkında kısa bir bilgi içeren Flash animasyon ile katılımcıya bilgi verilmekte ve aynı zamanda katılımcının “*Deneysel Uygulamaya Katılım Koşulları*”nı inceleyebileceği, bir bağlantı etkinleştirilmiştir. Deneysel uygulamalarda olduğu gibi veri toplama arayüz uygulamasının kullanımı kullanıcı kontrolüne bırakılmıştır. Katılımcı veri toplama arayüz uygulamasını kullanırken yalnızca ileri sayfalara hareket edebilmektedir. Bu durum katılımcının ilerleyen sayfalarda edindiği bilgileri geri sayfalara geçerek düzenlemesini engellemek için alınan önlemlerden biridir. Katılımcıların veri toplama arayüzünde yer alan herhangi bir sayfadaki içeriği anlamadan devam etmesini engellemek için ise, sonraki sayfaya geçiş olanağı veren “Devam Et” butonları, ilgili sayfa içerikleri tam olarak yüklendikten beş saniye kadar sonra etkinleştirilmesi ile sağlanmıştır. Veri toplama arayüz uygulamasının her sayfasında katılımcılara ilgili test içeriklerine yönelik yönergeler ve bilgilendirmeler sunulmuştur.

2.7. AR Yazılımlarının ve VR Uygulamalarının Geliştirilmesi

Araştırmada kullanılan AR yazılımları PC tabanlı çalışmaktadır. Windows 7 ve sonrası herhangi bir Windows işletim sistemi ile sorunsuz biçimde çalışacak şekilde geliştirilmiştir. AR yazılımlarının öğretim materyali olarak hazırlanması süreci tasarım tabanlı bir anlayışla gerçekleştirilmiştir. Geliştirilen tasarımlar için BÖTE ve Eğitim Teknolojisi alanında doktora derecesine sahip üç farklı öğretim üyesinin görüşleri alınmıştır. Uzman görüşleri doğrultusunda süreç şekillendirilmiş olup sonraki her bir aşama yine uzman görüşüne sunulmuştur. AR yazılımlarının geliştirilmesinde C programlama diline ek olarak, geliştirme aşamasında kullanılan SDK (Source Development Kit)’ya ilişkin özel programlama dillerinden olan C-Script ve Lite-C kullanılmıştır. AR yazılımlarının belirli bir görsel niteliğe sahip olması planlandığından, yazılım altyapısı 3DGS Conitec A7 grafik motoru ile güçlendirilmiştir. *Yıldırım Oluşumu*

konusunun AR ortamına aktarılması sürecinde seçilen grafik öğeleri ve animasyonların, varolan laboratuvar olanaklarına uygun biçimde görsel olarak iyileştirilmesi ile birlikte Conitec 3DGS A7 grafik motorunun daha güncel sürümü olan Conitec 3DGS A8 grafik motoruna yazılım alt yapısı aktarılmıştır. Böylelikle yazılımın nitelik açısından daha gerçekçi görüntüler, efektler ve ortamlar oluşturulması sağlanmıştır. Grafik motoru değişikliğinin bir diğer nedeni ise, AR ortamında simüle edilen *Yıldırım Oluşumu* efektlerinin PC donanım kaynaklarını yormadan gerçekleştirilebilmesine olanak tanınmasıdır. Ayrıca, A8 grafik motoru geliştirilmiş partikül efekti desteği ile geliştiricilere daha gerçekçi görüntüler yaratma olanağı sunabilmektedir. Araştırma kapsamında geliştirilen AR yazılımlarına ilişkin kodlar araştırmacı tarafından açık kaynak olarak paylaşılmaktadır. Araştırma sürecinde geliştirilen AR yazılımının açık kaynak kodlarına erişmek için şu süreli bağlantı kullanılmaktadır (<https://goo.gl/eTHqdm>).

Araştırmada kullanılan VR uygulamaları, mobil tabanlı olarak üretilmiştir. Android 4.0 ve üzeri her Android işletim sisteminde sorunsuz olarak kullanılabilen şablon VR mobil uygulamaları C# ve Javascript programlama dilleri kullanılarak geliştirilmiştir. VR uygulamalarının öğretim materyali olarak hazırlanması süreci de tasarım tabanlı bir anlayışla yürütülmüştür. Geliştirilen tasarımlar için BÖTE ve Eğitim Teknolojisi alanında doktora derecesine sahip üç farklı öğretim üyesinin görüşleri alınmıştır. Uzman görüşleri doğrultusunda geliştirme süreci şekillendirilmiş olup sonraki her bir aşama yine uzman görüşüne sunulularak süreç sonuçlandırılmıştır. VR uygulamalarının geliştirme süreci Durovis Dive SDK kullanılarak başlatılmıştır. Durovis Dive SDK, Unity oyun motoru desteği ile geliştiricilere VR uygulamaları geliştirme olanağı tanımaktadır. VR uygulama geliştirme süreci Dive Unity Plugin Package 2.1.5 for Android kullanılarak başlatılmıştır. SDK'nin seçilme nedenleri arasında geliştiriciler için ticari olmayan uygulamaların geliştirilmesinde ücretsiz olarak kullanılabilmesi ve Unity oyun motoru ile uyumlu çalışabilmesi etkili olmuştur. Uzun soluklu geliştirme sürecinde Unity oyun motorunun düzenli ve sürekli güncellemeler alması nedeniyle yeni sürümlerde Dive SDK kullanımında birtakım sorunlar da gündeme gelmiştir. Yavaşlayan reaksiyon süreleri, Android paketleme sürecindeki kaynağı belirsiz hataların gündeme gelmesi ve mobil cihaz uyumluluğunun oldukça sınırlı bir düzeye indirgenmesi ile VR uygulamalarının Dive SDK ile geliştirilmesi süreci sonlandırılmıştır. Hızlı ve etkili bir çözüm sunan Cardboard SDK'nin kullanılması kararlaştırılmıştır. Mobil uygulama şablonunun

geliştirme sürecinin başında Unity 5.2.0 oyun motoru kullanılıyorken, mobil uygulamaların deneysel uygulama için hazır hale getirildiği aşamada Unity 2017.3.03f sürümünün kullanıldığı göz önüne alındığında yalnızca Unity oyun motorunun bu süreçte 48 kez sürüm değişikliğine uğradığı anlaşılmaktadır. Cardboard SDK’da süreçte GoogleVR SDK olarak sürüm değişikliğine uğramıştır. Bu ve benzeri durumlar, mobil uygulamaların kullanıma hazır hale getirilebilmesi noktasında geliştirme süreci açısından sorun yaratan bir sürecin yaşanmasına neden olmuştur. Dolayısıyla VR uygulamalarının çalıştırılabileceği minimum Android sürümü Android 4.4 KitKat olarak güncellenmek zorunda kalmıştır. VR uygulamasındaki performans sorunları, hızlı şarj tüketimi ve 100 MB üzeri upload kısıtlaması gibi sorunları çözümlendikten sonra 15 Nisan 2018 tarihi itibarıyla VR uygulaması GooglePlay platformunda VRUT18 uygulama adıyla yayına alınmıştır. Uygulamanın güvenli bir içeriğe sahip olduğunu simgeleyen “*Play Protect*” uyumluluk derecesini alan VR uygulaması aynı zamanda PEGI 3 lisansına da sahiptir. VR uygulama sertifikası ise, 6893b7ff-61df-4ee4-ac1b-632d0b20d057 olarak atanmıştır. Uygulama için Google tarafından sağlanan derecelendirme sertifikası ve diğer bilgiler ekte yer almaktadır (Ek-10). Araştırma kapsamında geliştirilen VR uygulamaları araştırmacı tarafından açık kaynak olarak paylaşılmaktadır. Araştırma sürecinde geliştirilen VR uygulamalarının açık kaynak kodlarına erişmek için şu süreli bağlantı kullanılmaktadır (<https://goo.gl/eTHqdm>).

Araştırma AR ve VR ortamlarında kullanılmak amacıyla geliştirilen öğrenme içerikleri, öğrenen hızına göre kullanım olanağı tanıyacak bir yapıda hazırlanmıştır. Mayer (2009), öğrenen hızına göre uyarlanan öğrenme içeriklerinin öğrenme üzerinde olumlu etki yarattığını ifade etmektedir. Araştırma kapsamında katılımcılardan elde edilecek veriler aynı zamanda nesnel bilişsel yüklenme ölçümlerinde işe koşulacağından, araştırmada yer verilen öğrenme içeriklerinin öğrenen hızına göre kullanım olanağı sunması önemlidir.

Araştırmada tasarlanan deney ortamında katılımcılar üç farklı çoklu ortam ilkesi dikkate alınarak üretilen yedi farklı manipüle edilmiş materyal içeriğini deneyimlemek için yedi farklı araştırma grubuna seçkisiz olarak atanmıştır. Gruplar, manipüle edilerek kendilerine sunulan içerikleri inceleyerek deney sürecini tamamlamış ve ilgili testleri yanıtlamışlardır. Bu gruplara ilişkin özellikler şu şekildedir:

1. Araştırma grubu (NI): Bu grup araştırmada kontrol grubu olarak yer almaktadır. Katılımcılara sunulan içerikler üzerinde herhangi bir manipülasyon gerçekleştirilmemiştir. Yalnızca metin tabanlı olarak içerik sunumu gerçekleştirilmiştir. Bu grup, NONSIG (NI) olarak çalışmada adlandırılmıştır.

2. Araştırma grubu (VI): Araştırmanın ilk deney grubudur. Bu grupta yer alan katılımcılara, NONSIG (NI) grubuna sunulan içerikte yer alan önemli kısımlarda görsel işaretlemeler uygulanarak sunulmuştur. İşaretleme ilkesi gözetilerek gerçekleştirilen ilgili manipülasyonlar, sunulan içerikte yer alan önemli bilgilerin görsel olarak işaretlenmesi ile gerçekleştirilmiştir. Bu grup, VISSIG (VI) olarak çalışmada adlandırılmaktadır.

3. Araştırma grubu (RI): Çalışmanın deney gruplarından biridir. Bu grupta yer alan katılımcılara, NONSIG (NI) grubuna sunulan içerikte yer alan önemli kısımlar sözel işaretlemeler uygulanarak sunulmuştur. İşaretleme ilkesi gözetilerek gerçekleştirilen ilgili manipülasyonlar, sunulan içerikte yer alan önemli bilgilerin sözel işaretlenmesi ile gerçekleştirilmiştir. Bu grup, VERSIG (RI) olarak çalışmada adlandırılmaktadır.

4. Araştırma grubu (CH) : Araştırmanın bir diğer deney grubudur. Bu grupta yer alan katılımcılara, NONSIG (NI) grubunda sunulan içerikte yer alan bilgilere ek olarak, her bir bilgilendirme paneli için hazırlanan tutarlı görsel içerikler de sunulmuştur. Tutarlılık ilkesi gözetilerek gerçekleştirilen manipülasyonlar, sunulan içerikte yer alan önemli bilgilerin tutarlı bir yapıda sunulması ile gerçekleştirilmiştir. Bu grup, COH (CH) olarak çalışmada adlandırılmaktadır.

5. Araştırma grubu (NC) : Araştırmanın bir diğer deney grubudur. Bu grupta yer alan katılımcılara, NONSIG (NI) grubunda sunulan içerikte yer alan bilgilere ek olarak, her bir bilgilendirme paneli için hazırlanan ve tutarlı olmayan görsel içerikler sunulmuştur. Tutarlılık ilkesine aykırı olarak gerçekleştirilen manipülasyonlar, sunulan içerikte yer alan önemli bilgiler ile ilgisi olmayan tutarsız görsellerin sunulması ile gerçekleştirilmiştir. Bu grup, araştırmada NONCOH (NC) olarak adlandırılmaktadır.

6. Araştırma grubu (SP) : Araştırmanın bir diğer deney grubudur. Bu grupta yer alan katılımcılara, NONSIG (NI) grubunda sunulan içerikte yer verilen bilgilere ek olarak, her bir bilgilendirme paneli için konumsal yakınlık ilkesi gözetilerek hazırlanan içerikler birlikte sunulmuştur. Bu grup, araştırmada SPA (SP) olarak adlandırılmaktadır.

7. Araştırma grubu (NS) : Araştırmanın son deney grubudur. Bu grupta yer alan katılımcılara, NONSIG (NI) grubuna sunulan içerikte yer verilen bilgilere ek olarak, her bir bilgilendirme paneli için konumsal yakınlık ilkesine aykırı olarak hazırlanan içerikler birlikte sunulmuştur. Bu grup ise, araştırmada NONSPA (NS) olarak adlandırılmaktadır.

2.8. Verilerin Toplanması

Araştırmanın veri toplama süreci, Anadolu Üniversitesi Eğitim Fakültesi E Blok'ta yer alan üç farklı BT laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın deneysel bir çalışma olması nedeniyle veri toplama sürecine geçilmeden önce, araştırmanın sorunsuz yürütülmesini de sağlamak adına Anadolu Üniversitesi Sosyal ve Beşerî Bilimler Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu'ndan Etik Kurul belgesi almak için başvuruda bulunulmuş ve 68339 numaralı protokol ile ilgili izin 21.06.2017 tarihinde alınmıştır (Ek-14). Veri toplama sürecine geçmeden önce ilgili laboratuvarlarda yer alan bilgisayarlar üzerinde birtakım hazırlık işlemlerinin gerçekleştirilmesi planlanmıştır. Öncelikle, BT laboratuvarlarında yer alan bilgisayarlar üzerinde değişiklik yapabilmek amacıyla bilgisayarlarda bulunan DeepFreeze yazılımı geçici olarak durdurulmuştur. Araştırmacının aynı zamanda BT laboratuvarlarında etkin olarak görevli ve laboratuvar kurulumunda deneyimli olması, bu işlemi gerçekleştirmesi konusunda herhangi bir sorun yaratmamıştır. Bu işlemin ardından, artırılmış gerçeklik yazılımının sorunsuz kullanımını sağlamak amacıyla, artırılmış gerçeklik uygulamasında kullanılan Logitech C270 HD Webcam donanım biriminin lisanslı sürücü yazılımı, BT laboratuvarlarındaki bilgisayarlara kurulmuştur. Aynı zamanda, veri toplama arayüz uygulamasının Flash tabanlı olması nedeniyle, BT laboratuvarlarındaki bilgisayarlarda kullanılan Flash Player sürümleri herhangi bir hataya olanak vermemek amacıyla son sürümüne güncellenmiştir.

Veri toplama sürecine geçmeden önce, Anadolu Üniversitesi Eğitim Fakültesi'nde görev yapmakta olan idari personel ile iletişime geçilerek, BT laboratuvarlarının ders planları edinilmiş ve laboratuvarların uygun kullanım zaman aralıkları belirlenmiştir. Bu aşamanın ardından Anadolu Üniversitesi Eğitim Fakültesi E Blok'ta ders işlemekte olup, ders saatleri BT laboratuvarlarının boş olduğu aralıklara denk olan öğretim üyeleri ile görüşme yapılmış, uygulama içeriği sunulmuş ve deneysel uygulamaya katılım konusunda fikirleri alınmıştır. İlgili öğretim üyelerinin de onayı ile araştırmaya gönüllü

olarak katılacağını belirten öğrencilere deneysel araştırma süreci hakkında bilgi verilmiş ve veri toplama sürecine geçilmiştir.

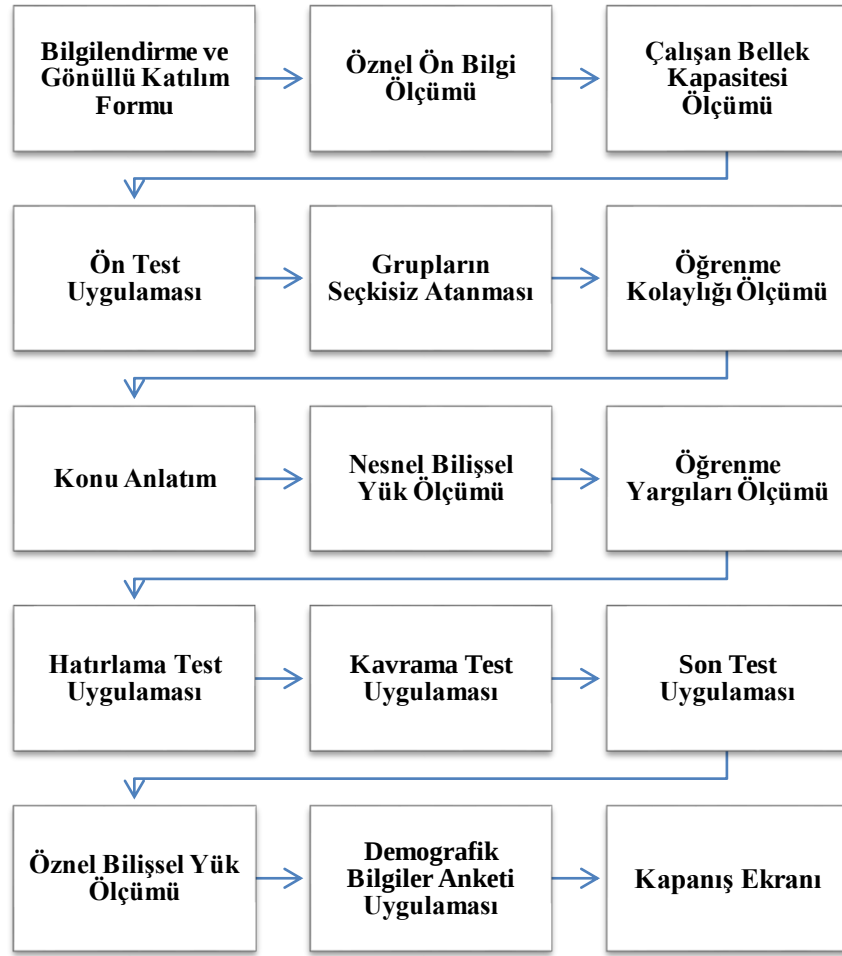
Araştırmaya katılmaya gönüllü olarak BT laboratuvarına gelen öğrenci sayısına bakılmaksızın her bir uygulama süreci için ilgili BT laboratuvarındaki tüm bilgisayarlar uygulamaya hazır hale getirilmiştir. Katılımcıların hangi bilgisayarı kullanacağı konusunda herhangi bir yönlendirme yapılmamış olup, katılımcıların kullandıkları veri toplama arayüz uygulamasına göre karşılaşacakları manipüle edilen deneysel içerik değişiklik göstermektedir. Her bir uygulama için eşit sayıda olacak şekilde manipüle edilen deneysel içerikler, bilgisayarlara kurulmuştur. Şekil 2.1’de yer verilen görselde uygulama öncesi hazır duruma getirilen BT laboratuvarlarından biri yer almaktadır. AR ortamı için gerçekleştirilecek tüm etkinlikler öncesinde PC’lere bağlanan web kamerasının çalışmakta olduğu da ayrıca kontrol edilmiştir.



Şekil 2.1. Veri toplama süreci öncesi uygulamaya hazırlanan BT ortamı

Veri toplama etkinliğine başlamadan hemen önce, araştırmacılar tarafından uygulamanın kullanımına yönelik çeşitli yönergeler ve bilgilendirmeler sözel olarak katılımcılara sunulmuştur. Herhangi bir soru/sorun ile karşılaşıldığında gerekli açıklamalar katılımcılara sunularak, deneysel süreç başlatılmıştır. Deney süresince araştırmacılar laboratuvarında süreci izlemiş ve herhangi bir sorun durumunda müdahale

ederek deneyin sorunsuz bir biçimde tamamlanmasında destek olmuşlardır. Şekil 2.2’de deneysel uygulama planı özetlenmiş ve veri toplama sürecinin adımlarına yer verilmiştir.



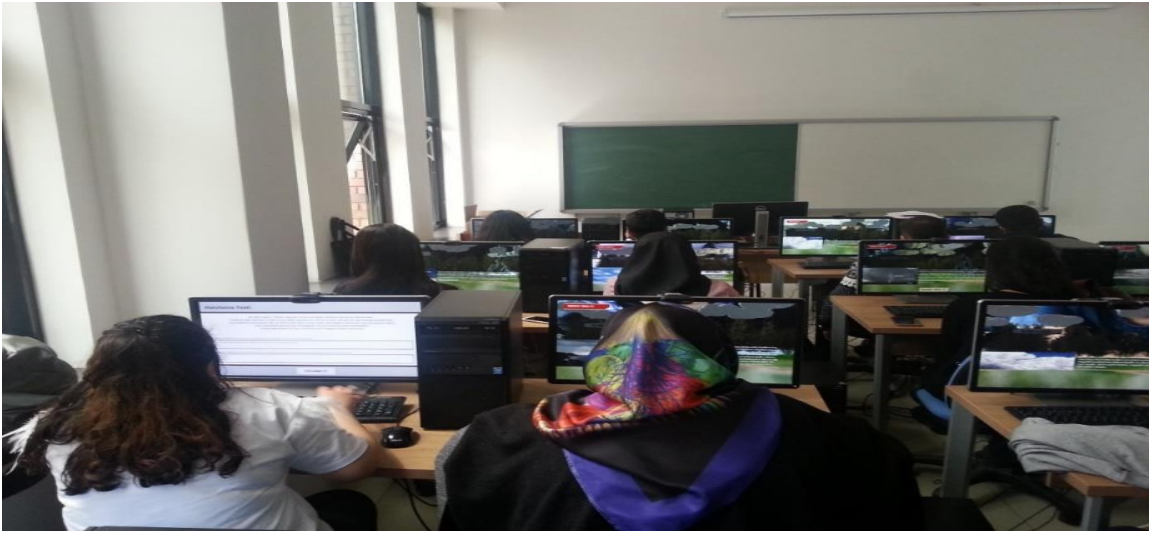
Şekil 2.2. Deneysel uygulama planı ve veri toplama süreci

Şekil 2.2’de yer verilen her bir işlem adımı öncesinde (ilk ve son basamak hariç) katılımcılara yönergeler ile bilgilendirmeler yapılmıştır. Katılımcılar yönergelerde yer alan bilgilendirmeleri okuyup anladıktan sonra bir sonraki adıma geçmiştir. Veri toplama arayüz uygulamasının ilk ekranında bilgilendirme ekranı ve gönüllü katılım formu yer almıştır. Bu adımda, çalışmanın amacı, etik bağlamda çalışma hakkında bilgilendirmeler ve araştırmacılara ilişkin bilgilere yer verilmiştir. Katılımcılar bu adımda, aynı zamanda gönüllü katılım formuna da erişebilmektedirler. Uygulamaya katılmaya gönüllü olduğunu belirten katılımcılar, Yıldırım Oluşumu konusu hakkında öznel ön bilgilerinin değerlendirildiği bir sonraki adıma geçiş yapmıştır. Bu adımda *Yıldırım Oluşumu* konusundaki öznel ön bilgi düzeylerini puanlamaları beklenmiştir. Öznel ön bilgi testini

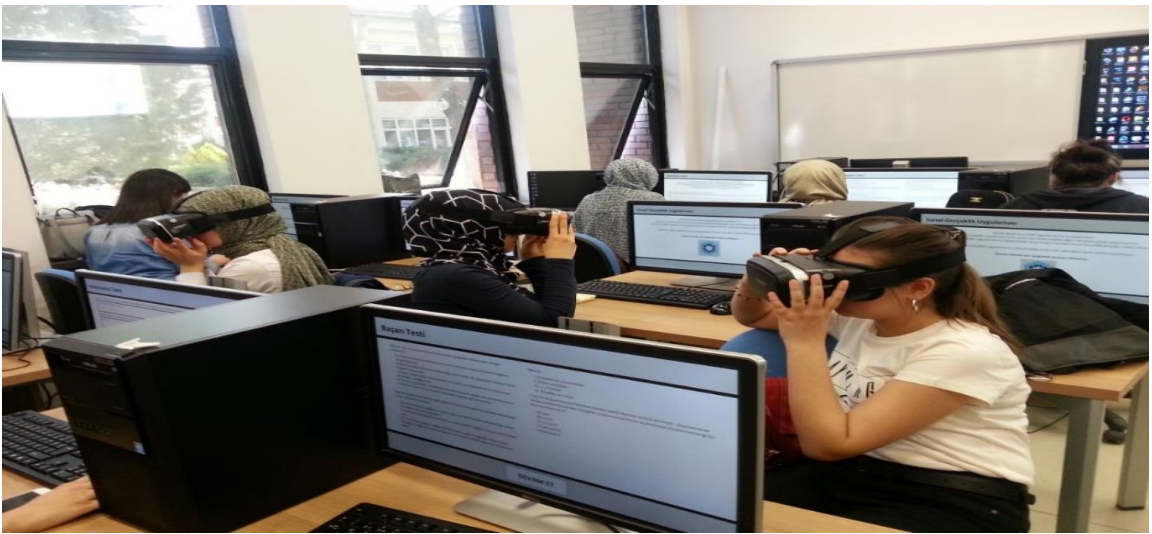
yanıtlayan katılımcılar devam ettiklerinde, Çalışan Bellek Testi'ne yanıt vermişlerdir. Bu adımdan sonra ise, katılımcıların ön bilgi durumlarını saptamak amacıyla hazırlanan test katılımcılara sunulmuştur. Bu testin tamamlanmasının ardından, veri toplama arayüz uygulaması rastgele olacak biçimde katılımcılara sunulacak manipüle edilen materyali sistem üzerinden çekmektedir. Bu adımda katılımcıların herhangi bir müdahalesi olanaklı değildir. Burada yer verilen atama işlemi veri toplama arayüz uygulamasına entegre edilen algoritma tarafından gerçekleştirilmekte olup aynı zamanda log dosyasına bu süreç kaydedilmiştir. Dolayısıyla bu işlem adımlarını, yalnızca log dosyasını değerlendiren uzman araştırmacılar yönetebilmektedir. Grupların seçkisiz atanmasının ardından, Öğrenme Kolaylığı Testi katılımcılara yöneltilerek bir veri girişi yapmaları beklenmiştir. Bu işlemin ardından seçkisiz olarak atandıkları grup için manipüle edilen öğretim içeriği katılımcılara sunulmuştur. Konu anlatımının tamamlanmasının ardından, kullanıcılardan elde edilen ve log dosyasına yazılan veriler nesnel bilişsel yüklenme ölçümlerinde kullanılmak üzere kaydedilmiştir. Bu adımdan sonra katılımcılara Öğrenme Yargıları Testi uygulanmıştır. Bu adımda da katılımcıların devam edebilmeleri için veri girişi yapmaları zorunlu tutulmuştur. Bu adımın tamamlanmasının ardından konu anlatımına yönelik olarak hazırlanan Hatırlama Testi katılımcılara yöneltilmektedir. Bu testin tamamlanmasının ardından sonraki adımda katılımcılara yine konu anlatımına yönelik olarak hazırlanan Kavrama Testi yöneltilmektedir. Bu adımın tamamlanmasının ardından son ölçümün uygulandığı Son Test katılımcılara yöneltilmektedir. Testlerin tamamlanmasının ardından katılımcılardan öznel bilişsel yüklenme düzeylerini yalnızca öğretim materyalini göz önüne alarak değerlendirmelerinin istendiği Öznel Bilişsel Yük Ölçümü adımı yer almaktadır. Bu adımın da tamamlanmasının ardından katılımcılara yönelik demografik bilgilerin sorulduğu kısa anket katılımcılara yöneltilmiştir. Son olarak, araştırma hakkında kısa bir bilgi, araştırmaya katılım gösterdikleri için kısa bir teşekkür metni ve bir süre bekledikten sonra uygulama ekranının kapatılmasına izin veren kapatma butonu yer almıştır. Bu adımların sırasıyla eksiksiz biçimde gerçekleştirilmesi sonucunda katılımcılara ilişkin log dosyaları sistem tarafından oluşturularak, kopyalanmak üzere .log formatında hazır hale getirilmiştir. Oluşturulan log dosyasının araştırmacı tarafından alınması ile veri toplama süreci noktalanmıştır.

Deneyssel uygulamada veri toplama sürecinin en az 17 dakika en fazla 54 dakika sürdüğü, incelenen log dosyaları kayıtları ile belirlenmiştir. Bu süre deneyssel uygulamaya

katılan her bir katılımcı için, Ön Bilgi-1 Testi'nin görüntülenmesi ile deneysel uygulama kapanış ekranının görüntülenmesi için geçen süre arasındaki fark hesaplanarak elde edilmiştir. Deneysel uygulama etkinliklerinin katılımcı hızına bağlı olarak ilerlemesi göz önüne alındığında bu farklılığın neden kaynaklandığı anlaşılmaktadır. Buna ek olarak katılımcıların açık uçlu soruları yanıtlarken sahip oldukları klavye kullanım becerilerinin de bu süre üzerinde etkili olabileceği düşünülmektedir. Şekil 2.3 ve Şekil 2.4'te AR ve VR ortamlarında gerçekleştirilen etkinliklere ilişkin, veri toplama sürecindeki katılımcı görselleri yer almaktadır.



Şekil 2.3. AR ortamına ilişkin deneysel etkinliğe katılan katılımcılar



Şekil 2.4. VR ortamına ilişkin deneysel etkinliğe katılan katılımcılar

Araştırmanın veri toplama süreci; BT laboratuvarlarının kullanım durumları ve katılımcı sayılarına bağımlı olarak değişim göstermekte olup, AR ortamı için 17 farklı oturum, VR ortamı için 13 farklı oturumda gerçekleştirilmiştir. Veri toplama sürecine 15 Mart 2018 tarihinde başlanmış olup, 25 Nisan 2018 tarihinde gerçekleştirilen son oturum ile süreç tamamlanmıştır. Gerçekleştirilen toplam 30 oturumda araştırmacı, süreci yönetmiş ve her oturum için BÖTE alanından en az bir uzmandan daha destek alınmıştır.

2.9. Verilerin Analizi

Araştırma kapsamında toplanan verilerin analizinde IBM SPSS Statistics 22, Microsoft Office Excel 2016 ve TAP: Test Analysis Program (version 18.9.8) kullanılmıştır. Elde edilen verilerin analizinde ortalama, standart sapma, yüzde ve frekans hesaplamaları ile minimum, maksimum ve normal dağılıma ilişkin betimsel değerler hesaplanmıştır. Bu analizlerden elde edilen sonuçlar dikkate alınarak, ilk üç araştırma sorusu için MANCOVA, ANCOVA ve ANOVA gerçekleştirilmiştir. Değişkenler arası ilişkileri incelemek için ise korelasyon hesaplamalarından yararlanılmıştır. Gerçekleştirilen her analiz için anlamlılık düzeyi $p=.05$ olarak belirlenmiş olup, çoklu karşılaştırmalar söz konusu olduğunda kaynaklanabilecek 1. Tip hata olasılığını en aza indirmek amacıyla Bonferroni düzeltmesinden yararlanılmıştır. Bonferroni düzeltmesi yapılırken, belirlenen anlamlılık düzeyi ($p=.05$), çoklu karşılaştırmalarda yer alan karşılaştırma sayısına bölünerek elde edilen anlamlılık düzeyi üzerinden değerlendirmeler yapılmıştır (Huck, 2012). Buna ek olarak, analiz sonuçları değerlendirilirken ilgili analizler için etki büyüklüğü ve istatistiksel güç değerleri de hesaplanmıştır. Hesaplanan etki büyüklüğü değerleriyle, deneysel süreçte elde edilen istatistiksel anlamlılık değerinin, kuramsal düzeyde uygulanabilirlik açısından ne kadar güçlü bir etkiye sahip olabileceğini ortaya çıkarması hedeflenmiştir (Huck, 2012, s.27). Etki büyüklüğü değerlendirilirken kısmi eta-kare değerleri ölçüt olarak alınmıştır. Huck (2012, s.27)'a göre kısmi eta-kare değeri .01-.06 değer aralığında ise küçük, .06-.14 değer aralığında ise orta, .14 ve üzeri değer aralığında ise yüksek bir etkiyi temsil etmektedir. Araştırmada elde edilen etki büyüklüğü değerleri bu ölçütler ele alınarak değerlendirilmiştir. İncelenen bir diğer değer olan istatistiksel güç değeri doğrudan örneklem büyüklüğü ile ilişkili olmakla birlikte 0 ve +1 değerleri arasında değişiklik göstermektedir. Bu değer +1'e yaklaşması yüksek düzeyde istatistiksel güce

ulaşıldığını belirtmektedir (Cohen, 1988). İstatistiksel olarak anlamlı olmayan bir bulgunun, örneklem yetersizliğinden kaynaklanıp kaynaklanmadığını incelerken istatistiksel güç değerlerinden yararlanılabilmektedir.

3. BULGULAR

3.1. Betimsel Bulgular

Araştırmada kullanılan veri toplama araçları ile elde edilen betimsel istatistiklere bu bölümde yer verilmiştir. Betimsel istatistiklerin incelenmesinin ardından, araştırma sorularına yanıt aramak için ilgili parametrik test koşullarının sağlanıp sağlanmadığı sınıanmıştır. Koşulların sağlanmaması durumunda, hangi neden dolayısıyla koşulların sağlanmadığı açıklanmaya çalışılmıştır. Test koşullarının sağlanması durumunda ise, ilgili parametrik testlere ilişkin sonuçlara yer verilmiştir. Araştırmada katılımcıların çalışan bellek düzeylerinin kontrol değişkeni olarak değerlendirilmesi planlanmaktadır. Katılımcıların, yanıtladıkları Çalışan Bellek Testi ile elde ettikleri puanlar, katılımcıların çalışan bellek düzeylerini ifade etmektedir. Veri toplama arayüz uygulamasına entegre edilerek hazırlanan, Çalışan Bellek Testi tüm katılımcılar tarafından yanıtlanmıştır. Bu teste ilişkin betimsel istatistikler Tablo 3.1’de yer almaktadır.

Tablo 3. 1. *Çalışan bellek puanına ilişkin betimsel istatistikler*

	N	Minimum	Maksimum	$\bar{X}$	Ss	Çarpıklık	Basıklık
Çalışan bellek puanı	349	2	12	5.83	1.993	.161	-.506

Araştırma kapsamında, katılımcıların öğrenme durumlarını incelemek amacıyla; Başarı Testi, Hatırlama ve Kavrama Testleri kullanılmıştır. Buna ek olarak, hazırlanan Başarı Testi, aynı zamanda uygulama öncesinde katılımcılara ön-test olarak sunulmuştur. Katılımcıların başarı düzeylerini belirlemeye yönelik olarak incelenen bu testlerden elde edilen betimsel istatistikler Tablo 3.2’de yer almaktadır.

Tablo 3. 2. *Öğrenme çıktılarına ilişkin betimsel istatistikler*

	N	Minimum	Maksimum	$\bar{X}$	Ss	Çarpıklık	Basıklık
Ön Test Puanı	349	0	9	4.09	1.669	.281	.041
Başarı Test Puanı	349	2	14	7.29	2.462	.115	-.600
Hatırlama Test Puanı	349	1	20	7.22	4.124	.263	-.633
Kavrama Test Puanı	349	0	8	4.18	1.809	-.071	-.621

Araştırmada katılımcıların bilişsel yük düzeyleri hem nesnel bilişsel yük ölçümleri hem de öznel bilişsel yük testleri ile değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmeler sonucunda elde edilen verilere ilişkin betimsel istatistikler Tablo 3.3'te sunulmuştur.

Tablo 3. 3. *Bilişsel yüklenme düzeylerine ilişkin betimsel istatistikler*

	N	Minimum	Maksimum	$\bar{X}$	Ss	Çarpıklık	Basıklık
Konu Dışı Bilişsel Yük Puanı	349	1	7	4.42	1.425	-.400	-.134
Öznel Bilişsel Yük Puanı	349	1	9	5.41	1.798	-.460	.109
Uygulama Kullanım Süresi (saniye)	349	91	1047	449.5	173.321	.442	.223
İkincil Görev Reaksiyon Süresi (saniye)	349	1	908	222.13	204.191	.693	.260
Uygulama Tekrar Sayısı	349	0	0	0	.000	.	.

Katılımcıların bilişsel yük düzeyleri incelenirken, nesnel bilişsel yük ölçümü amacıyla değerlendirilmesi planlanan uygulama tekrar sayısı değişkeni, Tablo 3.3'ten de anlaşılacağı üzere herhangi bir değer üretmediğinden analiz dışında tutulmuştur. Bu değere göre, katılımcıların hiçbiri, uygulamayı tekrar etmemiştir.

Deneysel uygulamaya katılan öğrenenlerin üst bilişsel kararları Öğrenme Kolaylığı Testi ve Öğrenme Yargıları Testi ile incelenmiştir. Bu testlerden elde edilen betimsel istatistiklere Tablo 3.4'te yer verilmiştir.

Tablo 3. 4. *Üst bilişsel kararlara ilişkin betimsel istatistikler*

	N	Minimum	Maksimum	$\bar{X}$	Ss	Çarpıklık	Basıklık
Öğrenme Kolaylığı Test Puanı	349	10	100	44.34	23.388	.307	-.736
Öğrenme Yargıları Test Puanı	349	10	100	53.52	20.440	.007	-.389

Elde edilen veriler üzerinde gerçekleştirilecek parametrik testlerde incelenen değişkenlerin normallik koşullarını sağlayıp sağlamadıklarını incelemek amacıyla çarpıklık ve basıklık değerleri incelenmiştir. Çarpıklık ve basıklık değerleri -1 ve +1 değer aralığında olduğunda mükemmel düzeyde normalliğin sağlandığı belirtilmektedir (George ve Mallery, 2016, s. 113-115). Araştırmada söz konusu değişkenlere ilişkin betimsel bulgular incelendiğinde tüm değişkenlerin çarpıklık ve basıklık değerlerinin, ilgili normallik koşullarını mükemmel düzeyde karşıladığı belirlenmiştir. Normal

dağılıma ilişkin sına varsayımları çarpıklık ve basıklık değerlerine ek olarak dağılım grafikleri ile de incelenmektedir (Tabachnick ve Fidell, 2007, 2012). Her bir değişkene ilişkin dağılım grafiğine ek olarak, her bir araştırma grubuna ilişkin değişkenler de ayrıca incelenmiş olup, çarpıklık basıklık değerleri açısından mükemmel normalliğin çok az dışında kalan değerler için de ilgili grafiklerin normal dağılımı yansıttığı anlaşılmıştır.

Araştırmada söz konusu değişkenlerin normal dağılım varsayımları ve çeşitli betimsel istatistiklerinin incelenmesinin ardından (Ek-18), araştırma sorularına yanıt alabilmek için varyans, kovaryans ve korelasyon analizleri gerçekleştirilmiştir. Bu analizler ile araştırma soruları göz önüne alınarak, ilgili deney grupları karşılaştırılmış ve bu gruplar arasındaki ilişkiler araştırılmıştır. İlgili incelemeler, sırasıyla başlıklandırılarak sunulmuştur.

3.2. AR ve VR Ortamlarında, Konu Dışı İşlemleri Azaltma İlkelerine Uygun Hazırlanan Materyallerin Öğrenme Çıktılarına Etkisi

Katılımcıların ön bilgi düzeyleri ve çalışan bellek kapasiteleri kontrol edildikten sonra, AR ve VR ortamlarında konu dışı işlemleri azaltmaya yönelik ilkeler göz önüne alınarak hazırlanan materyal ile çalışan farklı araştırma gruplarının öğrenme çıktıları arasında farklılık olup olmadığını inceleyebilmek amacıyla MANCOVA gerçekleştirilmiştir. Can (2014, s. 330)'a göre bağımlı değişkenler arasında söz konusu etkileşimlerin incelenbilmesinde ve birden çok bağımlı değişkenin bulunması durumunda; olası istatistiksel hatanın azaltılabilmesi amacıyla kovaryans analizinin uygulanması daha iyi bir tercihtir. Kovaryans analiz tercihinde, gruplararası deney öncesi oluşması muhtemel farklılığın düzeltilmesine ek olarak, aynı zamanda bağımlı değişken ile ortak değişkenler arasında doğrusal bir ilişkinin bulunması koşulundan hareketle, hata varyansının düşürülmesi ile istatistiksel güç değerinin doğruluğunu artırması (Büyüköztürk, 1998, s.96) da etkili olmuştur. Frigon ve Laurencelle (1993) gerçek deneysel desenler dışında kalan desenlerde rastlantısallığın söz konusu olmaması nedeniyle kovaryans analizinin kullanılması durumunda da yanlı sonuçların oluşabileceğini belirtmiştir. Dolayısıyla katılımcıların araştırma gruplarına rastgele olarak atandığı desenlerde kovaryans analizinin kullanımı uygundur (Büyüköztürk, 1998, s.104).

İlk araştırma sorusunu yanıtlamak üzere gerçekleştirilen bu analizde, bağımlı değişkenler öğrenme çıktıları oluşturulan başarı test ortalama puanları, hatırlama ve kavrama test ortalama puanlarıdır. Katılımcıların çalışan bellek puanları ile ön bilgi puanları ise, alanyazında kontrol değişkeni olarak incelenmesi önerilen değişkenlerdir. Hâlihazırda çok değişkenli varyans analizi gerçekleştirebilmenin koşulları arasında değişkenlerin analize birlikte alınabilmesini sağlayacak kuramsal bir bağıntıya gereksinim duyulmaktadır (Akbulut, 2010, s. 156). Bu analizin gerçekleştirilebilmesi için; bağımlı değişkenler ile kontrol değişkenleri arasında, birbirleriyle olan ilişkilerinin incelenmesi önerilmektedir. Bu amaçla, ilgili değişkenler arasında korelasyon analizi gerçekleştirilmiş ve Pearson korelasyon katsayıları ve bunlara ilişkin anlamlılık düzeyleri incelenmiştir. Bu analizde yer alan değişkenler arası ilişkiler Tablo 3.5’te yer almaktadır.

Tablo 3. 5. *Ön test, Çalışan Bellek, Başarı, Hatırlama ve Kavrama Testleri arasındaki ilişki*

		Ön Test	Çalışan bellek	Başarı	Hatırlama
Çalışan Bellek	r	.483**			
Başarı	r	.311**	.763**		
Hatırlama	r	.273**	.872**	.505**	
Kavrama	r	.178**	.757**	.510**	.605**

** Korelasyon $p=.01$ düzeyinde anlamlıdır.

Tabloda yer alan tüm değişkenlere ilişkin ortalama puanlar $p=.01$ düzeyinde anlamlılık göstermektedir. Bu sonuç, alanyazında önerilen ilişkileri doğrular niteliktedir. Bağımlı değişkenler arasında çok yüksek düzeyde bir bağıntının bulunmaması (.90 ve üzeri), eş deyişle bir değişkenin diğer herhangi iki değişkenin bileşkesi olmamasını garanti etmesi, MANCOVA’nın çoklu doğrusal bağıntı ve tekillik koşullarının karşılandığına işaret etmektedir. Buna ek olarak bağımlı değişkenlere ilişkin ortalama puanlar arasındaki ilişkilerin ($p=0.01$) düzeyinde anlamlı olması da ön koşulların sağlandığını ifade etmektedir. Dolayısıyla başarı, hatırlama ve kavrama testleri ortalama puanlarından oluşan öğrenme çıktıları, çalışan bellek ve ön test ortalama puanları ile ilişkili olmaları bu değişkenlerin kontrol altına alınabilmesine olanak tanımaktadır (Frigon ve Laurencelle, 1993, s. 7). Çalışan bellek kapasitesi ve ön bilgi düzeyi kontrol değişkeni olarak değerlendirilmeden önce her bir deney grubunun başarı, hatırlama ve kavrama testleri ortalama puanları ayrı ayrı ve toplam olarak Tablo 3.6’da sunulmuştur.

Tablo 3. 6. *Başarı, Hatırlama ve Kavrama Testleri 'nin araştırma gruplarına ilişkin betimsel istatistikleri*

Ortam	Araştırma Grubu	n	Başarı		Hatırlama		Kavrama	
			$\bar{X}$	Ss	$\bar{X}$	Ss	$\bar{X}$	Ss
AR	NI	29	5.62	1.761	4.00	3.024	3.24	1.573
	VI	27	6.59	2.374	6.04	4.192	3.96	1.629
	RI	27	7.26	2.363	8.07	4.771	4.04	1.911
	CH	28	7.29	2.692	7.25	4.926	4.57	1.834
	NC	27	7.63	2.256	8.04	3.589	4.56	1.867
	SP	29	8.66	2.468	10.07	3.443	5.48	1.639
	NS	28	6.43	2.741	4.07	3.090	3.29	1.675
VR	NI	21	7.52	2.294	7.33	3.104	4.29	1.736
	VI	23	9.04	2.440	8.91	3.907	4.96	1.637
	RI	22	7.45	2.241	9.82	3.737	4.91	1.306
	CH	22	7.36	2.300	5.95	3.498	3.23	1.744
	NC	22	8.09	1.900	8.09	2.975	3.82	1.435
	SP	23	7.39	1.877	8.74	3.454	4.70	1.743
	NS	21	5.95	2.519	5.29	3.319	3.48	1.887
Toplam		349	7.29	2.462	7.22	4.124	4.18	1.809

Kovaryans matrislerinin eşitliğinin incelendiği Box's M değeri 64.459, F değeri 0.785 ve anlamlılık değeri 0.919 olarak hesaplanmış olup, bu değerler kovaryans matrislerinin eşleşliği koşullarının sağlandığını ifade etmektedir. Eşleş varyans ön koşulunun incelendiği Levene Test sonuçları incelendiğinde ise, hatırlama testi ($F=0.861$; $p=0.595$), kavrama testi ($F=0.603$; $p=0.852$) ve başarı testi ($F=0.663$; $p=0.799$) için eşleş varyans koşulunun sağlandığını ortaya koymaktadır. Analizde incelenen değişkenlerin ayrı ayrı çarpıklık ve basıklık değerleri de incelenmiş olup, herhangi bir sorunla karşılaşmadığı anlaşılmıştır. Dolayısıyla, analizin gerçekleştirilebilmesi için önerilen koşulların karşılandığı sonucuna ulaşılmıştır. MANCOVA sonuçları Tablo 3.7'de yer almaktadır.

Tablo 3. 7. Öğrenme çıktıları arasındaki farklılık durumlarına yönelik MANCOVA sonuçları

Varyans Kaynağı	Wilks' λ	F	Sd	Hata	p	ηp^2	Güç
Etkileşim	0.927	1.411	18	936	0.117	0.025	0.874
Ön Bilgi	0.255	323.069	3	331	0.000	0.745	1.000
Çalışan Bellek	0.037	2873.262	3	331	0.000	0.963	1.000
İlkeler	0.920	1.562	18	936	0.063	0.028	0.913
Ortamlar	0.977	2.547	3	331	0.056	0.023	0.626

Tablo 3.7 incelendiğinde; ön bilgi ve çalışan bellek değişkenlerine ilişkin ortalama puanlar arasındaki farklılığın anlamlı olduğu görülmektedir. Araştırılan çoklu ortam ilkeleri göz önüne alındığında ise başarı, hatırlama, kavrama testleri ortalama puanlarından elde edilen ve öğrenme düzeyini ifade eden bağımlı değişken seti için gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Buna karşın, yine de öğrenme düzeyini ifade eden değişkenin araştırma grupları arasında farklılık gösterip göstermediği de araştırılmıştır. Tablo 3.8'den anlaşılabileceği üzere; araştırılan ilkelerin ve ortamların etkileşimi söz konusu olduğunda hatırlama, kavrama ve başarı testleri ortalama puanları arasındaki farkın anlamlı olmadığı belirlenmiştir.

Tablo 3. 8. Başarı, Hatırlama ve Kavrama Test puanlarına ilişkin gruplar arası fark tablosu

Varyans Kaynağı		KT	Sd	KO	F	p	ηp^2	Güç
Doğrulanmış Model	Hatırlama	4739.061 ^a	15	315.937	89.129	0.000	0.801	1.000
	Kavrama	726.642 ^b	15	48.443	39.190	0.000	0.638	1.000
	Başarı	1289.117 ^c	15	85.941	34.891	0.000	0.611	1.000
Sabit	Hatırlama	18181.550	1	18181.550	5129.204	0.000	0.939	1.000
	Kavrama	6107.736	1	6107.736	4941.136	0.000	0.937	1.000
	Başarı	18529.653	1	18529.653	7522.736	0.000	0.958	1.000
Ön Bilgi	Hatırlama	440.489	1	440.489	124.266	0.000	0.272	1.000
	Kavrama	36.265	1	36.265	29.338	0.000	0.081	1.000
	Başarı	203.725	1	203.725	82.709	0.000	0.199	1.000
Çalışan Bellek	Hatırlama	4227.169	1	4227.169	1192.528	0.000	0.782	1.000
	Kavrama	668.048	1	668.048	540.449	0.000	0.619	1.000
	Başarı	1032.872	1	1032.872	419.329	0.000	0.557	1.000

Ortam	Hatırlama	8.350	1	8.350	2.356	0.126	0.007	0.334
	Kavrama	4.234	1	4.234	3.425	0.065	0.010	0.454
	Başarı	2.287	1	2.287	0.929	0.336	0.003	0.161
İlkeler	Hatırlama	52.439	6	8.740	2.466	0.024	0.043	0.829
	Kavrama	5.736	6	0.956	0.773	0.591	0.014	0.306
	Başarı	20.044	6	3.341	1.356	0.232	0.024	0.530
Etkileşim	Hatırlama	10.615	6	1.769	0.499	0.809	0.009	0.202
	Kavrama	12.360	6	2.060	1.667	0.128	0.029	0.634
	Başarı	30.189	6	5.031	2.043	0.060	0.035	0.739
Hata	Hatırlama	1180.389	333	3.545				
	Kavrama	411.621	333	1.236				
	Başarı	820.230	333	2.463				
Toplam	Hatırlama	24101.000	349					
	Kavrama	7246.000	349					
	Başarı	20639.000	349					
Düzeltilmiş Toplam	Hatırlama	5919.450	348					
	Kavrama	1138.264	348					
	Başarı	2109.347	348					

a. R kare = 0.801 (Düzeltilmiş R kare= 0.792)

b. R kare = 0.638 (Düzeltilmiş R kare= 0.622)

c. R kare = 0.611 (Düzeltilmiş R kare= 0.594)

Tablo 3.6’da yer alan betimsel istatistiklere ek olarak, kontrol değişkenleri analizlere dâhil edildiğinde oluşan düzeltilmiş kontrollü ortalamaların yer aldığı betimsel istatistikler de ayrıca hesaplanmıştır. İlgili hesaplamalar sonucu ortaya çıkan ortalamalar ve düzeltilmiş kontrollü ortalamalar Tablo 3.9’da sunulmaktadır.

Tablo 3. 9. Kontrol değişkenlerinden önce ve sonra araştırma gruplarına göre oluşan Başarı, Hatırlama ve Kavrama Testleri’ne ilişkin betimsel istatistikler

Ortam	Araştırma Grubu	n	Başarı		Hatırlama		Kavrama	
			$\bar{X}$	Kontrollü Ortalama	$\bar{X}$	Kontrollü Ortalama	$\bar{X}$	Kontrollü Ortalama
AR	NI	29	5.62	7.25	4.00	6.90	3.24	4.35
	VI	27	6.59	7.14	6.04	6.96	3.96	4.29
	RI	27	7.26	6.96	8.07	7.54	4.04	3.83
	CH	28	7.29	6.96	7.25	6.78	4.57	4.42

	NC	27	7.63	7.35	8.04	7.50	4.56	4.34
	SP	29	8.66	7.19	10.07	7.36	5.48	4.42
	NS	28	6.43	7.63	4.07	6.46	3.29	4.27
VR	NI	21	7.52	7.44	7.33	7.17	4.29	4.21
	VI	23	9.04	7.86	8.91	6.60	4.96	4.00
	RI	22	7.45	6.56	9.82	8.20	4.91	4.28
	CH	22	7.36	8.09	5.95	7.21	3.23	3.69
	NC	22	8.09	7.71	8.09	7.51	3.82	3.62
	SP	23	7.39	6.96	8.74	7.90	4.70	4.35
	NS	21	5.95	6.95	5.29	7.17	3.48	4.23

MANCOVA sonuçları incelendiğinde, farklı öğrenme ortamlarında, farklı çoklu ortam ilkelerine uygun olarak hazırlanan materyaller ile çalışan gruplara ilişkin ortalama puanlar arasında gözlenen farklılık durumları hatırlama, kavrama ve başarı testleri için ayrı ayrı istatistiksel olarak herhangi bir anlamlı farklılık sergilememektedir. Grupların öğrenme çıktılarına ilişkin ortalama puanlar arasında istatistiksel olarak herhangi bir anlamlı farklılık bulunmamasına rağmen, kontrol değişkenleri işe koşulduğunda ortaya çıkan başarı puan ortalamalarına göre; AR ortamında çalışan gruplar içinde en yüksek performans NS grubuna aittir. En düşük performans ise RI ve CH grupları tarafından sergilenmiştir. VR ortamında çalışan gruplar içinde en yüksek performans ise CH grubuna aittir. En düşük performans ise bu ortam için RI grubuna aittir. Hatırlama test puanı açısından; AR ortamında çalışan gruplar içinde en yüksek performans RI grubuna aittir. En düşük performans ise, NS grubu tarafında sergilenmiştir. VR ortamında çalışan gruplar içinde en yüksek hatırlama performansı ise yine RI grubuna aittir. Bu ortam için en düşük hatırlama performans ortalaması ise VI grubuna aittir. Farklı ortamlarda farklı ilkelere uygun olarak hazırlanan materyaller ile çalışan grupların kavrama puan ortalamalarında en iyi performans ise, hem AR hem VR ortamı için SP grubu lehine gerçekleşmiştir. Kavrama testi ortalama puanları açısından AR ortamı için en düşük kontrol edilen ortalama puan RI grubuna aittir. VR ortamı için ise, en düşük performans NC grubu tarafından sergilenmiştir.

3.3. Farklı Ortamlarda Konu Dışı İşlemleri Azaltma İlkelerine Uygun Hazırlanan Materyallerin Öznel ve Nesnel Bilişel Yüklenmeye Etkisi

Katılımcıların bilişsel yüklenme durumları arasında farklılık durumlarının belirlenmesi amacıyla ANOVA gerçekleştirilmiştir. Katılımcıların bilişsel yüklenme düzeyleri nesnel ve öznel bilişsel yüklenme değerleri dikkate alınarak değerlendirilmiştir. Katılımcıların verdiği yanıtlara göre öznel bilişsel yüklenme ortalama puanları, katılımcıların materyali kullanma süreleri ve ikincil görev için reaksiyon süreleri ise nesnel bilişsel yüklenme ortalama puanlarını oluşturmaktadır. Burada incelenen dört farklı değişken için gerçekleştirilecek ANOVA ile şans eseri anlamlı bir farklılık oluşmasını engellemek için Bonferroni Uyarlamasından yararlanılmıştır. Bonferroni Uyarlamasına göre dört adet değişkenin her biri için uygulanacak tek faktörlü ANOVA için anlamlılık değeri $p=0.05$ değeri dörde bölünerek, yeni bir anlamlılık değeri $p=0.0125$ olarak belirlenmiştir. Bilişsel yüklenme değişkenlerine ilişkin betimsel istatistikler Tablo 3.10'da yer almaktadır.

Tablo 3. 10. *Bilişsel yük değişkenlerine ilişkin betimsel istatistikler*

Araştırma Grubu	n	Bilişsel Yük		Konu Dışı Bilişsel Yük		İkincil Görev Reaksiyon Süresi		Uygulama Kullanım Süresi	
		$\bar{X}$	Ss	$\bar{X}$	Ss	$\bar{X}$	Ss	$\bar{X}$	Ss
NI	50	5.48	1.644	4.52	1.374	172.3	196.557	462.26	164.211
VI	50	5.40	1.726	4.32	1.504	316.4	201.198	474.16	177.300
RI	49	5.18	1.364	4.37	1.149	134.78	214.751	447.0	193.449
CH	50	5.36	2.164	4.38	1.589	180.74	154.937	384.42	137.647
NC	49	5.31	1.873	4.41	1.540	292.08	221.928	522.12	176.892
SP	52	5.88	1.665	4.63	1.237	243.37	205.282	498.02	160.096
NS	49	5.24	2.047	4.29	1.581	213.86	172.918	356.08	135.342

Seçkisiz olarak oluşturulan her bir araştırma grubu için artırılmış gerçeklik ve sanal gerçeklik ortamlarında gerçekleştirilen deneysel etkinliklere ait öznel ve nesnel bilişsel yüklenme değişkenlerine ilişkin betimsel istatistikler de ayrıca Tablo 3.11'de sunulmuştur.

Tablo 3. 11. Ortamlara göre bilişsel yük değişkenlerine ilişkin betimsel istatistikler

Araştırma Grubu	Ortam	n	Bilişsel Yük		Konu Dışı Bilişsel Yük		İkincil Görev Reaksiyon Süresi		Uygulama Kullanım Süresi	
			$\bar{X}$	Ss	$\bar{X}$	Ss	$\bar{X}$	Ss	$\bar{X}$	Ss
NI	AR	29	5.66	1.758	4.55	1.454	94.34	106.969	430.69	131.474
	VR	21	5.24	1.480	4.48	1.289	280.05	240.071	505.86	196.021
VI	AR	27	4.96	1.850	4.11	1.577	268.11	158.490	361.07	122.757
	VR	23	5.91	1.1443	4.57	1.409	373.09	232.926	606.91	134.485
RI	AR	27	5.15	1.292	4.48	1.189	36.26	44.036	377.93	124.926
	VR	22	5.23	1.478	4.23	1.110	255.68	274.260	531.77	229.242
CH	AR	28	5.36	2.376	4.32	1.722	152.39	124.850	376.39	123.041
	VR	22	5.36	1.916	4.45	1.438	216.82	183.131	394.64	156.681
NC	AR	27	5.41	1.886	4.41	1.421	298.89	188.419	477.26	185.631
	VR	22	5.18	1.893	4.41	1.709	283.73	261.705	577.18	151.970
SP	AR	29	5.76	1.683	4.55	1.325	233.86	210.667	517.41	171.999
	VR	23	6.04	1.665	4.74	1.137	255.35	202.328	473.57	143.680
NS	AR	28	5.11	1.812	4.36	1.569	234.64	170.629	337.61	109.001
	VR	21	5.43	2.357	4.19	1.632	186.14	176.199	380.71	163.730

AR ortamında gerçekleştirilen deney verileri ile ANOVA yapılabilmesi için gerekli ön koşullardan olan eşteş varyans olup olmadığını anlamak için Levene Test sonuçları incelenmiştir. Levene Test istatistiklerine göre; öznel bilişsel yüklenme düzeyi ($F=1.952$; $p=0.075$), konu dışı bilişsel yüklenme düzeyi ($F=0.653$; $p=0.687$) ve nesnel bilişsel yüklenme ölçütlerinden olan uygulama kullanım sürelerinin düzeyi ($F=1.151$; $p=0.334$) için eşteş varyans sorunu olmadığı; buna karşın ikincil görev reaksiyon süresinin ($F=7.232$; $p=0.000$) eşteş varyans sorunu olduğu anlaşılmıştır. Araştırmada uygulama tekrar sayılarının da nesnel bilişsel yüklenme değeri olarak hesaplanması planlanmış ancak elde edilen verilerden bu değişken için bir değer üretilmemesi nedeniyle bu değişken, nesnel bilişsel yüklenme ölçütlerinden çıkarılmıştır. AR ortamı için bilişsel yüklenme düzeyleri arasındaki farklılık durumu tablo 3.12’de sunulmaktadır.

Tablo 3. 12. *Bilişsel yük düzeyleri arası farklılık durumları*

Varyansın Kaynağı		KT	Sd	KO	F	p	ηp^2	Güç
Bilişsel Yük Düzeyi	Gruplar arası	14.429	6	2.405	.716	.638	0.022	.280
	Grup içi	631.858	188	3.361				
	Toplam	646.287	194					
Konu Dışı Bilişsel Yük Düzeyi	Gruplar arası	3.994	6	.666	.306	.933	0.10	.134
	Grup içi	408.806	188	2.175				
	Toplam	412.800	194					
Uygulama Kullanım Süresi	Gruplar arası	739197.507	6	123199.585	6.201	.000	0.165	.999
	Grup içi	3735383.487	188	19869.061				
	Toplam	4474580.995	194					
Reaksiyon Süresi	Gruplar arası	1538741.892	6	256456.982	10.966	.000	0.259	1.000
	Grup içi	4396535.626	188	23385.828				
	Toplam	5935277.518	194					

Gerçekleştirilen ANOVA sonucuna göre AR ortamı bağlamında, katılımcıların bilişsel yüklenme düzeyleri arasındaki farklılık durumu nesnel bilişsel yüklenme değerlerinden uygulama kullanım süresi ($F_{(6,188)}=6.201$; $p<.001$) ve reaksiyon süresi ($F_{(6,188)}=10.966$; $p<.001$) değişkenlerinde belirlenmiştir. Uygulama kullanım süresi değişkenine ilişkin etki büyüklüğü değeri ($\eta p^2=.0165$; Güç=.999) ve reaksiyon süresi değişkenine ilişkin etki büyüklüğü değeri ($\eta p^2=.0259$; Güç=1.000) olarak hesaplanmış olup, bu iki değer de düşük düzeyde bir etkiye işaret etmektedir (Cohen, 1998). Buna karşın öznel bilişsel yüklenme ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir. AR ortamında farklı konu dışı işlemleri azaltma ilkelerine uygun olarak geliştirilen materyaller ile çalışan grupların hangilerinin arasında bu farklılığın söz konusu olduğunu belirlemek amacıyla post-hoc testleri incelenmiştir. Uygulama kullanım süresi değişkeni eşteş varyans koşulunu sağladığı için bu değişkenin değerlendirilebilmesi amacıyla güçlü karşılaştırma post-hoc testlerinden olan Scheffe satırı değerlendirilmiştir. VISSIG grubu ($\bar{X}=361.07$; $Ss=122.757$) ile SPA ($\bar{X}=517.41$; $Ss=171.999$) grubu arasında uygulama kullanım süresi bağlamında istatistiksel olarak bir farklılık olduğu ($p=0.011$), ve bu farkın SPA grubu aleyhine (daha uzun süre kullanım)

olduğu anlaşılmıştır. Aynı zamanda SPA grubu ($\bar{X}$ =517.41; Ss=171.999) ile NONSPA ($\bar{X}$ =337.61; Ss=109.001) grubu arasında uygulama kullanım süresi bağlamında istatistiksel olarak bir farklılık olduğu ($p=0.001$), ve bu farkın da SPA grubu lehine olduğu anlaşılmıştır. AR ortamında uygulama kullanım süreleri incelendiğinde SPA grubunun en yüksek kullanım süresi ortalamasına sahip olduğu anlaşılmaktadır ($\bar{X}$ =517.41; Ss=171.999). Dolayısıyla AR ortamında en yüksek nesnel bilişsel yüklenmenin SPA grubunda yer alan katılımcılar etki ettiğini ifade etmek olanaklıdır.

Reaksiyon süresi değişkeni ise eşteş varyans koşulunu sağlamadığı için bu değişken için söz konusu farklılık durumunun hangi gruplar arasında gerçekleştiğini belirlemek amacıyla post-hoc test verilerinden Tamhane satırında yer alan veriler değerlendirilmiştir. İlgili değerlendirmeler sonucunda NONSIG grubu ($\bar{X}$ =94.34; Ss=106.969) ile VISSIG grubu ($\bar{X}$ =268.11; Ss=158.490) arasında ($p=0.000$) ve NONSIG grubu ($\bar{X}$ =94.34; Ss=106.969) ile NONCOH grubu ($\bar{X}$ =298.89; Ss=188.419) ortalama puanları arasında ($p=0.000$) istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu belirlenmiştir. İlgili farklılık durumları NONSIG grubu lehine (daha kısa kullanım süresi) gerçekleşmiştir. Ayrıca VISSIG grubu ($\bar{X}$ =268.11; Ss=158.490) ile VERSIG grubu ($\bar{X}$ =36.26; Ss=44.036) ortalama puanları arasında ($p=0.000$) istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu belirlenmiştir. VERSIG grubu ($\bar{X}$ =36.26; Ss=44.036) aynı zamanda COH ($\bar{X}$ =152.39; Ss=124.850) grubu ile ($p=0.001$), NONCOH grubu ($\bar{X}$ =298.89; Ss=188.419) ile ($p=0.000$), SPA grubu ($\bar{X}$ =233.86; Ss=210.667) ile ($p=0.001$) ve NONSPA grubu ($\bar{X}$ =234.64; Ss=170.629) ile ($p=0.000$) istatistiksel olarak farklılık göstermektedir. Belirlenen tüm farklılık durumları VERSIG grubu lehine gerçekleşmiştir. AR ortamında gerçekleştirilen deneylerde reaksiyon süreleri ortalaması en düşük olan yani ikincil görevi en hızlı yanıtlayan grup VERSIG grubu olmuştur. AR ortamında nesnel bilişsel yüklenme düzeyinin en düşük düzeyde etki ettiği grubun VERSIG grubu katılımcıları olduğunu ifade etmek olanaklıdır.

VR ortamında gerçekleştirilen deney verileri ile ANOVA yapılabilmesi için gerekli ön koşullardan olan eşteş varyans olup olmadığını anlamak için Levene Test sonuçları incelenmiştir. AR ortamına benzer şekilde eşteş varyans koşulu yine ikincil görev reaksiyon süresi için VR ortamında da tutturulamamıştır. Levene Test istatistiklerine göre; öznel bilişsel yüklenme düzeyi ($F=1.655$; $p=0.136$), konu dışı bilişsel yüklenme düzeyi ($F=1.749$; $p=0.114$) ve nesnel bilişsel yüklenme ölçütlerinden olan

uygulama kullanım süresinin düzeyi ($F=1.838$; $p=0.095$) için eşteş varyans sorunu olmadığı; buna karşın ikincil görev reaksiyon süresinin ($F=3.339$; $p=0.004$) eşteş varyans sorunu olduğu anlaşılmıştır. VR ortamı için bilişsel yüklenme düzeyleri arasındaki farklılık durumu tablo 3.13'te sunulmaktadır.

Tablo 3. 13. *Bilişsel yük düzeyleri arasındaki farklar*

Varyansın Kaynağı		KT	Sd	KO	F	p	η^2	Güç
Bilişsel Yük Düzeyi	Gruplar arası	16.531	6	2.755	.881	.511	.035	.340
	Grup içi	459.962	147	3.129				
	Toplam	476.494	153					
Konu Dışı Bilişsel Yük Düzeyi	Gruplar arası	4.775	6	0.796	.404	.875	.016	.165
	Grup içi	289.200	147	1.967				
	Toplam	293.974	153					
Uygulama Kullanım Süresi	Gruplar arası	974672.788	6	162445.465	5.604	.000	.186	.996
	Grup içi	4260802.563	147	28985.051				
	Toplam	5235475.351	153					
Reaksiyon Süresi	Gruplar arası	466855.290	6	77809.215	1.507	.180	.058	.570
	Grup içi	7589946.976	147	51632.292				
	Toplam	8056802.266	153					

Gerçekleştirilen ANOVA sonucuna göre VR ortamı bağlamında, katılımcıların bilişsel yüklenme düzeyleri arasındaki farklılık durumu yalnızca nesnel bilişsel yüklenme değerlerinden uygulama kullanım süresi ($F_{(6,147)}=5.604$; $p<.001$) değişkeninde belirlenmiştir. Uygulama kullanım süresi değişkenine ilişkin etki büyüklüğü değeri ($\eta^2=.0186$; Güç=.996) olarak hesaplanmış olup, bu değer düşük düzeyde bir etkiye işaret etmektedir (Cohen, 1998). Buna karşın nesnel bilişsel yüklenme değişkenlerinden reaksiyon süresi ve öznel bilişsel yüklenme ortalama puanları için istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık belirlenmemiştir. VR ortamında farklı konu dışı işlemleri azaltma ilkelerine uygun olarak geliştirilen materyaller ile çalışan grupların hangilerinin arasında bu farklılığın söz konusu olduğunu belirlemek amacıyla post-hoc testlerinden yararlanılmıştır. Uygulama kullanım süresi değişkeni eşteş varyans koşulunu sağladığı için bu değişkenin değerlendirilebilmesi amacıyla şans eseri anlamlı farklılık bulunmasını engelleyen güçlü post-hoc testlerinden olan Scheffe satırına ilişkin değerler incelenmiştir. Analiz sonuçlarına göre; VISSIG grubu ($\bar{X}=606.91$; $Ss=134.485$) ile COH grubu

($\bar{X}$ =394.64; Ss=156.681) arasında ($p=0.10$) ve VISSIG grubu ($\bar{X}$ =606.91; Ss=134.485) ile NONSPA grubu ($\bar{X}$ =380.71; Ss=163.730) arasında ($p=0.005$) uygulama kullanım süresi ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu anlaşılmıştır. Farklılık durumunun VISSIG grubu lehine (daha uzun süre kullanım) olduğu anlaşılmıştır. VR ortamında en uzun kullanım ortalaması VISSIG grubuna aittir. Dolayısıyla VR ortamında, VISSIG grubunda çalışan katılımcıların en yüksek düzeyde nesnel bilişsel yüklenmeye maruz kaldıklarını belirtmek olanaklıdır.

Konu dışı işlemleri azaltma ilkelerine uygun olarak hazırlanan materyaller ile çalışan katılımcıların, ilgili ilkeler arası karşılaştırmalarda yüklenmiş oldukları bilişsel yük durumları incelendikten sonra, artırılmış gerçeklik ve sanal gerçeklik ortamları bağlamında yani ortamlar arasında da bilişsel yük durumları bağımsız örneklem t-testi uygulanarak incelenmiştir. İlk olarak, araştırmanın kontrol grubu olan NONSIG gruplarına ilişkin bilişsel yüklenme durumlarına ilişkin betimsel istatistikler ve ortamlar arası bilişsel yüklenme durumları arasında farklılık olup olmadığı araştırılmıştır. Tablo 3.14'te NONSIG gruplarına ilişkin istatistiksel veriler paylaşılmıştır.

Tablo 3. 14. *NONSIG gruplarına ilişkin istatistiksel veriler*

	Ortam	n	$\bar{X}$	Ss	Sd	t	p	ηp^2	Güç
Konu Dışı Bilişsel Yük	AR	29	4.55	1.454	48	.190	.850	.001	.054
	VR	21	4.48	1.289					
Öznel Bilişsel Yük	AR	29	5.66	1.758	48	.883	.382	.016	.139
	VR	21	5.24	1.480					
Uygulama Kullanım	AR	29	430.69	131.474	48	-1.624	.111	.052	.356
	VR	21	505.86	196.021					
İkincil Reaksiyon	AR	29	94.34	106.969	25.7	-3.315	.003	.222	.952
	VR	21	280.05	240.071	83				

NONSIG gruplarında yer alan katılımcıların bilişsel yüklenme durumları AR ve VR ortamları arasında karşılaştırılmış olup, farklı öğrenme ortamları bağlamında NONSIG gruplarında yer alan katılımcıların yalnızca ikincil görev reaksiyon sürelerine

ilişkin ortalama puanları arasında istatistiksel olarak farklılık gösterdiği belirlenmiştir ($t_{(25.783)}=-3.315$, $p<.05$). Etki büyüklüğü değeri incelendiğinde 0.14'ün üzerinde olduğundan; Huck (2008, s.277)'a göre istatistiksel olarak açıklanan bu farklılık durumu aynı zamanda geniş bir etki büyüklüğüne de sahiptir. Araştırmanın deney gruplarından olan, VISSIG gruplarının bilişsel yüklenme durumlarına ilişkin betimsel istatistikler ve ortamlar arası bilişsel yüklenme durumları arasında farklılık olup olmadığı araştırılmıştır. Tablo 3.15'de VISSIG grubuna ilişkin istatistiksel veriler sunulmuştur.

Tablo 3. 15. VISSIG gruplarına ilişkin istatistiksel veriler

	Ortam	n	$\bar{X}$	Ss	Sd	t	p	η^2	Güç
Konu Dışı Bilişsel Yük	AR	27	4.11	1.577	48	-1.065	.292	.023	.181
	VR	23	4.57	1.409					
Öznel Bilişsel Yük	AR	27	4.96	1.850	48	-1.998	.051	.077	.499
	VR	23	5.91	1.443					
Uygulama Kullanım	AR	27	361.07	122.757	48	-6.755	.000	.487	1.000
	VR	23	606.91	134.485					
İkincil Reaksiyon	AR	27	268.11	158.490	37.80	-1.830	.075	.069	.456
	VR	23	373.09	232.962					

VISSIG gruplarında yer alan katılımcıların bilişsel yüklenme durumları AR ve VR ortamları arasında karşılaştırılmış olup, farklı öğrenme ortamları bağlamında VISSIG gruplarında yer alan katılımcıların yalnızca uygulama kullanım sürelerine ilişkin ortalama puanlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık söz konusudur ($t_{(48)}=-6.755$, $p<.05$). Etki büyüklüğü değeri incelendiğinde, bu değer 0.14'ün üzerinde olduğundan; Huck (2008, s.277)'a göre istatistiksel olarak açıklanan bu farklılık durumu geniş bir etki büyüklüğüne sahiptir. Araştırmanın deney gruplarından olan, VERSIG gruplarının bilişsel yüklenme durumlarına ilişkin betimsel istatistikler ve ortamlar arası bilişsel yüklenme durumları arasında farklılık olup olmadığı araştırılmıştır. Tablo 3.16'da VERSIG grubuna ilişkin istatistiksel veriler sunulmuştur.

Tablo 3. 16. VERSIG gruplarına ilişkin istatistiksel veriler

	Ortam	n	$\bar{x}$	Ss	Sd	t	p	ηp^2	Güç
Konu Dışı Bilişsel Yük	AR	27	4.48	1.189	47	.767	.447	.012	.117
	VR	22	4.23	1.110					
Öznel Bilişsel Yük	AR	27	5.15	1.292	47	-.200	.842	.001	.054
	VR	22	5.23	1.478					
Uygulama Kullanım	AR	27	377.93	124.926	30.930	-2.825	.008	.160	.833
	VR	22	531.77	229.242					
İkincil Reaksiyon	AR	27	36.26	44.036	21.884	-3.714	.001	.264	.980
	VR	22	255.68	274.260					

VERSIG gruplarında yer alan katılımcıların bilişsel yüklenme durumları AR ve VR ortamları arasında karşılaştırılmış olup, farklı öğrenme ortamları dikkate alındığında VERSIG gruplarında yer alan katılımcıların nesnel bilişsel yüklenme değişkenleri olan uygulama kullanım sürelerine ($t_{(30.930)}=-2.825$, $p<.05$) ve ikincil görev reaksiyon sürelerine ($t_{(21.884)}=-3.714$, $p<.05$) ilişkin ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu belirlenmiştir. Etki büyüklüğü değerleri incelendiğinde ise ilgili farklılık durumunun büyük bir etkiye işaret ettiği anlaşılmaktadır.

Araştırmanın bir diğer deney gruplarından olan, COH gruplarının bilişsel yüklenme durumlarına ilişkin betimsel istatistikler ve ortamlar arası bilişsel yüklenme durumları arasında farklılık olup olmadığı araştırılmıştır. Tablo 3.17’de COH grubuna ilişkin istatistiksel veriler sunulmuştur.

Tablo 3. 17. COH gruplarına ilişkin istatistiksel veriler

	Ortam	n	$\bar{x}$	Ss	Sd	t	p	ηp^2	Güç
Konu Dışı Bilişsel Yük	AR	28	4.32	1.722	48	-.291	.772	.002	.059
	VR	22	4.45	1.438					

Öznel Bilişsel Yük	AR	28	5.36	2.376	48	-.010	.992	.000	.050
	VR	22	5.36	1.916					
Uygulama Kullanım	AR	28	376.39	123.041	48	-.461	.647	.004	.074
	VR	22	394.64	156.681					
İkincil Reaksiyon	AR	28	152.39	124.850	35.460	-1.477	.164	.043	.304
	VR	22	216.82	183.131					

COH gruplarında yer alan katılımcıların bilişsel yüklenme durumları AR ve VR ortamları arasında karşılaştırılmış olup, farklı öğrenme ortamları dikkate alındığında COH gruplarında yer alan katılımcıların bilişsel yüklenme değişkenlerine ilişkin ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı herhangi bir farklılık belirlenmemiştir. Araştırmanın diğer deney gruplarından biri olan, NONCOH gruplarının bilişsel yüklenme durumlarına ilişkin betimsel istatistikler ve ortamlar arası bilişsel yüklenme durumları arasında farklılık olup olmadığı araştırılmıştır. Tablo 3.18’de NONCOH grubuna ilişkin istatistiksel veriler sunulmuştur.

Tablo 3. 18. *NONCOH gruplarına ilişkin istatistiksel veriler*

	Ortam	n	$\bar{x}$	Ss	Sd	t	p	ηp^2	Güç
Konu Dışı Bilişsel Yük	AR	27	4.41	1.421	47	-.004	.997	.000	.050
	VR	22	4.41	1.709					
Öznel Bilişsel Yük	AR	27	5.41	1.886	47	.416	.680	.004	.069
	VR	22	5.18	1.893					
Uygulama Kullanım	AR	27	477.26	185.631	47	-2.030	.048	.081	.511
	VR	22	577.18	151.970					
İkincil Reaksiyon	AR	27	298.89	188.419	37.135	.228	.821	.001	.056
	VR	22	283.73	261.705					

NONCOH gruplarında yer alan katılımcıların bilişsel yüklenme durumları AR ve VR ortamları arasında karşılaştırılmış olup, farklı öğrenme ortamları bağlamında NONCOH gruplarında yer alan katılımcıların yalnızca uygulama kullanım sürelerine ilişkin ortalama puanlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık belirlenmiştir ($t_{(47)}=-2.030$, $p<.05$). Etki büyüklüğü değeri incelendiğinde, Huck (2008, s.277)’a göre istatistiksel olarak açıklanan bu farklılık durumu orta düzeyde bir etki büyüklüğüne işaret etmektedir. Araştırmanın bir diğer deney gruplarından olan, SPA gruplarının bilişsel yüklenme durumlarına ilişkin betimsel istatistikler ve ortamlar arası bilişsel yüklenme durumları arasında farklılık olup olmadığı araştırılmıştır. Tablo 3.19’da SPA grubuna ilişkin istatistiksel veriler sunulmuştur.

Tablo 3. 19. SPA gruplarına ilişkin istatistiksel veriler

	Ortam	n	$\bar{X}$	Ss	Sd	t	p	ηp^2	Güç
Konu Dışı Bilişsel Yük	AR	29	4.55	1.325	50	-.539	.592	.006	.083
	VR	23	4.74	1.137					
Öznel Bilişsel Yük	AR	29	5.76	1.683	50	-.609	.545	.007	.092
	VR	23	6.04	1.665					
Uygulama Kullanım	AR	29	517.41	171.999	50	.981	.332	.019	.161
	VR	23	473.57	143.680					
İkincil Reaksiyon	AR	29	233.86	210.667	50	-.372	.712	.003	.065
	VR	23	255.35	202.328					

SPA gruplarında yer alan katılımcıların bilişsel yüklenme durumları AR ve VR ortamları arasında karşılaştırılmış olup, farklı öğrenme ortamları dikkate alındığında SPA gruplarında yer alan katılımcıların bilişsel yüklenme değişkenlerine ilişkin ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı herhangi bir farklılık belirlenmemiştir. Araştırmanın diğer deney gruplarından biri olan, NONSPA gruplarının bilişsel yüklenme durumlarına ilişkin betimsel istatistikler ve ortamlar arası bilişsel yüklenme durumları

arasında farklılık olup olmadığı araştırılmıştır. Tablo 3.20’de NONSPA grubuna ilişkin istatistiksel veriler sunulmuştur.

Tablo 3. 20. *NONSPA gruplarına ilişkin istatistiksel veriler*

	Ortam	n	$\bar{x}$	Ss	Sd	t	p	ηp^2	Güç
Konu Dışı Bilişsel Yük	AR	28	4.36	1.569	47	.362	.719	.003	.065
	VR	21	4.19	1.632					
Öznel Bilişsel Yük	AR	28	5.11	1.812	47	-.540	.592	.006	.083
	VR	21	5.43	2.357					
Uygulama Kullanım	AR	28	337.61	109.001	32.820	-1.045	.304	.025	.192
	VR	21	380.71	163.730					
İkincil Reaksiyon	AR	28	234.64	170.629	47	.971	.337	.020	.158
	VR	21	186.14	176.199					

NONSPA gruplarında yer alan katılımcıların bilişsel yüklenme durumları AR ve VR ortamları arasında karşılaştırılmış olup, farklı öğrenme ortamları dikkate alındığında NONSPA gruplarında yer alan katılımcıların bilişsel yüklenme değişkenlerine ilişkin ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı herhangi bir farklılık durumu belirlenmemiştir. Elde edilen bulgular sonucunda, farklı ortamlarda farklı ilkelere uygun olarak hazırlanan materyaller ile çalışan katılımcıların öznel bilişsel yüklenme durumlarının ortam etkilerinden ve materyalde kullanılan ilkeden bağımsız olduğu sonucuna ulaşmak olanaklıdır. Dolayısıyla bu sonuçlar, ortamın öznel bilişsel yüklenme üzerinde etkili bir değişken olmadığını ortaya çıkarmaktadır. Nesnel bilişsel yüklenme bağlamında katılımcıların VERSIG gruplarında her iki değişkene ilişkin ortalama puanlar arasında anlamlı bir farklılık göstermesi dikkat çekicidir. VERSIG gruplarındaki katılımcılar AR ortamında uygulamayı daha hızlı bir kullanım ile daha kısa sürede tamamlamış olup, yine AR ortamında ikincil göreve daha hızlı yani daha kısa sürede reaksiyon göstermişlerdir. VISSIG ve NONCOH gruplarındaki katılımcılar da AR ortamında deneysel uygulamayı daha hızlı tamamlamışlardır. İkincil görev reaksiyon

süreleri her bir grup için AR ortamında daha kısa olan bir reaksiyon süresi ile ölçümlenmiş olup, NONSIG ve VERSIG gruplarındaki katılımcıların ölçümleri arasında istatistiksel bir farklılık söz konusudur. NONSIG ve VERSIG gruplarındaki katılımcılara yalnızca metin tabanlı bir sunum yapılmış olup, diğer gruplarda ilgili ilkelerin uygulanmasına yönelik manipülasyonlarda renk ve ayrıca çeşitli görsellerden de yararlanılmıştır. Dolayısıyla ikincil görev reaksiyon süreleri arasındaki farklılık durumlarının görsel kullanımı ile farklı ortamlar için ortadan kalktığını ve sadece metin tabanlı sunumlarda reaksiyon sürelerinin ortamlar arasındaki farklılıktan etkilendiğini açıklamak olanaklıdır.

3.4. Farklı Ortamlarda Konu Dışı İşlemleri Azaltma İlkelerine Uygun Hazırlanan Materyallerin Üst Bilişsel Kararlara Etkisi

Katılımcıların üst bilişsel kararları arasında deney gruplarında farklılık olup olmadığını irdelemek amacıyla bağımsız gruplar için tek faktörlü ANCOVA gerçekleştirilmiştir. Üst bilişsel kararlar olarak ifade edilen yapıyı öğrenme kolaylığı testi ortalama puanları ve öğrenme yargıları testi ortalama puanları oluşturmaktadır. Alanyazın incelendiğinde ön-test puanları ile çalışan bellek düzeylerinin üst bilişsel kararlar ile ilişkili olabileceği belirtilmiştir (Valcke, 2002, s.151; Griffin, Wiley ve Thiede, 2008, s. 99-100). Bu araştırmada da söz konusu değişkenler arasındaki ilişkileri inceleyebilmek amacıyla Pearson korelasyon katsayıları ve anlamlılık düzeyleri incelenmiştir. Katılımcıların öğrenme kolaylığı testi ortalama puanları ile öğrenme yargıları testi ortalama puanları arasında pozitif yönde anlamlı bir ilişki söz konusudur ($r=0.450$; $p<0.001$). Araştırmada yer alan kontrol grubu ve her bir deney grubu için de ayrıca öğrenme kolaylığı ve öğrenme yargıları testi ortalama puanları arasındaki ilişki incelenmiştir. Tablo 3.21’de 7 farklı grup için bu değişkenler arasındaki ilişki sunulmuştur.

Tablo 3. 21. Deney gruplarına göre öğrenmenin kolaylığı ve öğrenme yargıları ilişkisi

	NONSIG	VISSIG	VERSIG	COH	NONCOH	SPA	NONSPA
r	.597**	.401**	.282*	.325*	.393**	.485**	.524**
p	0.000	0.004	0.050	0.021	0.005	0.000	0.000
n	50	50	49	50	49	52	49

Tablo 3.21 incelendiğinde öğrenme kolaylığı testi ortalama puanları ve öğrenme yargıları testi ortalama puanları arasında, kontrol grubu ve deney gruplarının her biri için ayrıca pozitif yönlü anlamlı bir ilişki olduğu anlaşılmaktadır. Deneysel uygulama sürecinde, öğrenme kolaylığı testi, konu anlatımından önce; öğrenme yargıları testi ise konu anlatımı sonrasında ölçülmüştür. Dolayısıyla öğrenme kolaylığı testi ortalama puanları kontrol değişkeni olarak değerlendirilerek gruplar arasında bağımsız gruplar için tek faktörlü ANCOVA gerçekleştirilmiştir. Öğrenme yargıları testi ortalama puanları ile katılımcıların ön bilgi testi ortalama puanları ve çalışan bellek düzeylerinin de ilişkili olabileceği düşünülerek, bu değişkenler arasındaki korelasyon incelenmiştir. Tablo 3.22’de değişkenler arasındaki ilişkilere yer verilmiştir.

Tablo 3. 22. *Öğrenme yargıları, ön bilgi puanları ve çalışan bellek düzeyi arasındaki ilişkiler*

		Öğrenme Yargıları	Çalışan Bellek Düzeyi
Çalışan Bellek Düzeyi	r	0.188**	
Ön Bilgi Puanları	r	0.138**	0.483*

Öğrenme yargıları testi ortalama puanları ile çalışan bellek düzeyleri ve ön bilgi ortalama puanları arasında anlamlı ve düşük düzeyde bir ilişki olduğu Tablo 3.22’den anlaşılmaktadır. Düşük düzeyde bir ilişki olması nedeniyle her bir grup için ayrı ayrı değerlendirme düşüncesi ile hareket edilmiştir. Her bir deney grubu için incelendiğinde ise VISSIG, VERSIG, COH, NONCOH ve NONSPA gruplarında; öğrenme yargıları testi ortalama puanları ile çalışan bellek düzeyleri ve ön bilgi ortalama puanları arasında anlamlı bir ilişkinin söz konusu olmadığı belirlenmiştir. Yalnızca NONSIG grubunda öğrenme yargıları ile ön test ortalama puanları arasında ($r=0.335$; $p=0.017$) ve SPA grubunda öğrenme yargıları ile çalışan bellek düzeyleri ortalama puanları arasında ($r=0.334$; $p=0.016$) anlamlı bir ilişki olduğu görülmüştür. Çalışan bellek kapasitesi ve ön bilgi düzeyi ortalama puanlarının her bir grup için birlikte anlamlı bir ilişki ortaya koymaması nedeniyle bu değişkenlerin kontrol değişkeni olarak değerlendirilmesi söz konusu değildir. Araştırmanın kontrol grubu ve her bir deney grubu için öğrenme yargıları ortalama puanlarına ilişkin betimsel istatistikler Tablo 3.23’te özetlenmektedir.

Tablo 3. 23. Deney gruplarının öğrenme yargı puanlarına ilişkin betimsel istatistikler

Araştırma Grubu	n	Öğrenme Yargıları	
		$\bar{X}$	Ss
NONSIG	50	52.14	21.486
VISSIG	50	48.60	21.214
VERSIG	49	57.96	16.391
COH	50	56.90	20.526
NONCOH	49	49.49	19.980
SPA	52	57.40	19.365
NONSPA	49	51.94	22.519
TOPLAM	349	53.52	20.440

ANCOVA yapabilmek için ön koşullar incelenmiştir. Eşteş varyans koşulunun değerlendirildiği Levene Testi F puanı 1.239 olarak hesaplanmış olup, bu değer istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p=.250$). Dolayısıyla ANCOVA için ön koşullardan olan eşteş varyans koşulunun sağlandığı görülmektedir. Buna ek olarak değişkenlerin çarpıklık ve basıklık değerleri incelenmiş olup, bu değerlerin -1 ve +1 arasında olduğu görülmüştür. Buradan da normal dağılım koşulunun sağlandığı anlaşılmaktadır. Gerçekleştirilen ANCOVA'ya ilişkin sonuçlar Tablo 3.24'te sunulmuştur.

Tablo 3. 24. Deney gruplarının öğrenme yargıları arasındaki farklılığa yönelik sonuçlar

Varyansın Kaynağı	KT	Sd	KO	F	p	ηp^2	Güç
Düzeltilmiş Model	37144.326	14	2653.166	8.187	0.000	0.255	1.000
Kesişim	96897.627	1	96897.627	298.998	0.000	0.472	1.000
Öğrenme Kolaylığı	26511.323	1	26511.323	81.806	0.000	0.197	1.000
Deney Grupları	1804.592	6	300.765	.928	.475	0.016	0.367
Ortamlar	2152.958	1	2152.958	6.643	.010	.020	0.729
Etkileşim	3338.258	6	556.376	1.717	.116	.030	0.650
Hata	108240.838	334	324.074				
Toplam	1144899.000	349					
Düzeltilmiş Toplam	145385.163	348					

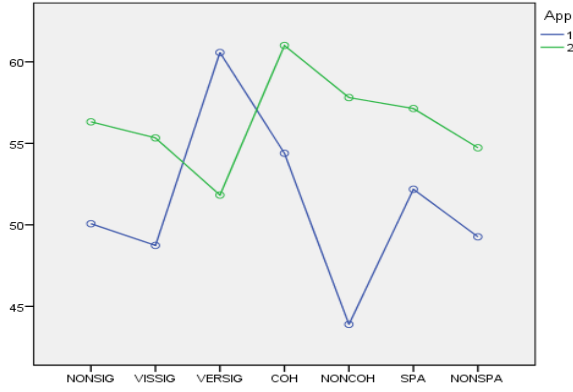
ANCOVA'dan elde edilen sonuçlar incelendiğinde; artırılmış gerçeklik ve sanal gerçeklik ortamlarında farklı ilkelere uygun olarak hazırlanan materyaller ile çalışan katılımcıların öğrenme yargıları ortalama puanları arasında istatistiksel olarak bir farklılık

belirlenmemiştir ($F_{(6,334)}=1.717$; $p=0.116$; $\eta p^2=.030$; Güç=0.650). Öğrenme kolaylığı değişkeninin kontrol değişkeni olarak ele alınmasından önceki ve sonraki öğrenme yargılarına ilişkin betimsel istatistikler ise Tablo 3.25'te ayrıca sunulmuştur.

Tablo 3. 25. Kontrol değişkeni uygulanmadan önce ve uygulandıktan sonra oluşan öğrenme yargılarına ilişkin betimsel istatistikler

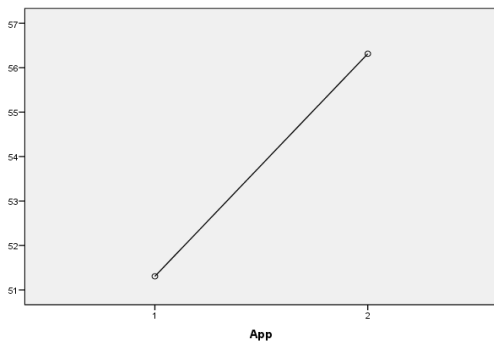
Araştırma Grubu	Öğrenme Yargıları		
	n	$\bar{X}$	Kontrol Edilen Ortalamalar
NONSIG	50	52.14	53.195
VISSIG	50	48.60	52.035
VERSIG	49	57.96	56.199
COH	50	56.90	57.698
NONCOH	49	49.49	50.849
SPA	52	57.40	54.661
NONSPA	49	51.94	51.997

Öğrenme kolaylığı test puanının kontrol değişkeni olarak değerlendirilmesinden önceki ve sonraki ortalama değerlere ilişkin bilgiler incelendiğinde; kontrol değişkeninin işe koşulmadığı durumda en yüksek öğrenme yargısı ortalamasının VERSIG grubuna ait olduğu, kontrol değişkeninin işe koşulması durumunda ise en yüksek öğrenme yargısı ortalamasının COH grubuna ait olduğu anlaşılmaktadır. Kontrol edilen ortalamalar incelendiğinde COH grubunu sırasıyla; VERSIG, SPA, NONSIG, VISSIG, NONSPA grupları izlemektedir. Kontrol edilen ortalamalara göre en düşük öğrenme yargısı puanı ise NONCOH grubuna aittir. Eğer kontrol edilen ortalamalar yerine kontrol değişkeninin etkilemediği ortalama puanlar değerlendirilecek olursa; en yüksek öğrenme yargısı puanına VERSIG grubunun sahip olduğu anlaşılmaktadır. Yine kontrol değişkeni tarafından etkilenmeyen ortalamalar incelendiğinde VERSIG grubunu sırasıyla; SPA, COH, NONSIG, NONSPA, NONCOH ve VISSIG grupları takip etmektedir. Öğrenme yargılarının incelenmesi amacıyla kontrol değişkeni olarak kullanılan öğrenme kolaylığı puanlarının etkili olduğu sonucuna ulaşmak mümkündür. Kontrol edilen ortalama puanlar üzerinden değerlendirme yapıldığında ise, tutarlı içerikler ile çalışan katılımcıların en yüksek düzeyde öğrenme yargısına sahip olmaları normal bir durum olarak değerlendirilmektedir. Kontrol edilen öğrenme kolaylığı değişkeninin AR (App=1) ve VR (App=2) ortamlarında öğrenme yargıları üzerinde nasıl bir etkiye neden olduğunu daha iyi açıklayabilmek için ANCOVA sonucunda elde edilen plot grafik incelenebilir. Bu grafik, Şekil 3.1'de yer almaktadır.



Şekil 3. 1. AR ve VR ortamlarının ilkelere göre öğrenme yargıları üzerindeki etkisi

Grafik incelendiğinde NONSIG, VISSIG, COH, NONCOH, SPA ve NONSPA grupları için sanal gerçeklik ortamında çalışan katılımcıların öğrenme yargılarının, artırılmış gerçeklik ortamlarında çalışan katılımcılara göre daha yüksek bir ortalamaya sahip olduğu anlaşılmaktadır. VERSIG grubunda ise tam tersi bir durum söz konusudur. Buna ek olarak artırılmış gerçeklik ortamında, NONCOH grubunda yer alan katılımcıların öğrenme yargıları puan ortalamalarının dikkate değer bir biçimde düşüş sergilediği belirlenmiştir. Ortamlar ve farklı ilkeler bağlamında katılımcıların öğrenme yargılarına ilişkin ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamasına karşın; yalnızca ortamlar söz konusu olduğunda istatistiksel bir farklılığın söz konusu olabileceği sonucuna ulaşılmıştır. Dolayısıyla ortam ve çalışılan ilke etkileşimi öğrenme yargıları üzerinde istatistiksel olarak farklılık ortaya çıkarmıyorken; yalnızca ortamlardan elde edilen kontrol edilmiş öğrenme yargıları karşılaştırıldığında sanal gerçeklik (App=2) ortamının lehine olmak üzere anlamlı bir farklılık olduğu görülmüştür ($F_{(1,346)}=6.559$; $p=0.011$; $\eta^2=.019$; Güç=0.724). Bu farklılığın açıklandığı ANCOVA plot grafiği Şekil 3.2’de sunulmuştur.



Şekil 3. 2. AR ve VR ortamlarının öğrenme yargıları üzerindeki etkisi

Sanal gerçeklik ortamında çalışan katılımcıların öğrenme yargılarının, artırılmış gerçeklik ortamında çalışan katılımcılara göre daha yüksek bir ortalamaya sahip olması; sanal gerçeklik ortamında çalışan katılımcıların öğrenme konusunda kendilerine daha fazla güvendikleri sonucunu ortaya koymaktadır. Buna karşın materyallerde uygulanan ilkelerin öğrenme yargıları üzerinde farklılık ortaya çıkarmadığı, dolayısıyla materyallerde uygulanan ilkelerin öğrenme yargılarına doğrudan etki etmediği sonucuna ulaşmak da olanaklıdır. Sonuç olarak, katılımcıların öğrenme yargıları ortamlardan etkilenmektedir.

3.5. Konu Dışı İşlemleri Azaltma İlkelerine Uygun Olarak Hazırlanan Materyallerin Başarı Puanları ve Bilişsel Yükleri Arasındaki İlişki

Katılımcıların başarı puanlarının ifade eden öğrenme çıktıları ve bilişsel yüklenme değişkenleri arasındaki ilişkinin incelenbilmesi amacıyla bu değişkenlere ilişkin Pearson korelasyon katsayıları ve anlamlılık düzeyleri incelenmelidir. Tablo 3.26’da bu ortalama başarı puanları ve bilişsel yüklenme değişkenlerine ilişkin ortalama puanlar arasındaki ilişkiler sunulmuştur.

Tablo 3. 26. Katılımcıların başarı puanları ve bilişsel yüklenme düzeyleri arasındaki ilişkiler

		Bilişsel Yük Düzeyi	Konu Dışı Bilişsel Yük Düzeyi	İkincil Görev Reaksiyon Süresi	Uygulama Kullanım Süreleri	Başarı Test Puanı	Hatırlama Test Puanı
Konu Dışı Bilişsel Yük	r	.891**					
İkincil Görev Reaksiyon Süresi	r	.150**	.145**				
Uygulama Kullanım Süreleri	r	.226**	.222**	.477**			
Başarı Test Puanı	r	.249**	.216**	.261**	.378**		
Hatırlama Test Puanı	r	.211**	.214**	.187**	.420**	.505**	
Kavrama Test Puanı	r	.219**	.194**	.227**	.390**	.510**	.605**

Araştırmada katılımcıların ortalama bilişsel yüklenme puanları ve konu dışı bilişsel yüklenme puanları öznel bilişsel yüklenme puanlarını temsil etmektedir. Tablo 3.26 incelendiğinde öznel bilişsel yük ortalama puanının; konu dışı bilişsel yüklenme düzeyi,

ikincil görev reaksiyon süresi, uygulama kullanım süreleri ve üç farklı başarı değişkenine ilişkin ortalama puanlar ile tutarlı bir yapıda, pozitif ve anlamlı düzeyde ilişkiye sahip olduğu anlaşılmaktadır. Benzer biçimde; konu dışı bilişsel yük düzeyi ortalama puanının, uygulama kullanım süreleri ve üç farklı başarı değişkenine ilişkin ortalama puanlar ile pozitif ve anlamlı düzeyde bir ilişkiye sahip olduğu görülmektedir. Araştırmada nesnel bilişsel yüklenme değişkenlerinden olan ikincil görev reaksiyon süresi ve uygulama kullanım sürelerine ilişkin ortalama puanların da başarı, hatırlama ve kavrama testlerine ilişkin ortalama puanlar ile pozitif yönlü anlamlı bir ilişkiye sahip olduğu anlaşılmaktadır.

4. SONUÇ, TARTIŞMA ve ÖNERİLER

4.1. Sonuç ve Tartışma

Yaşanmakta olan teknolojik dönüşümün eğitim alanındaki yansımaları, bilgisayar destekli çoklu ortamla öğrenme yapılarının gelişmesine katkı sağlamaktadır. Bu durum, Mayer (2009) tarafından açıklanan ve bir sıra deneysel çalışma ile de desteklenen çoklu ortam tasarım ilkelerinin yeniden sınanmasını gündeme getirmiştir. Alanyazın incelendiğinde çoklu ortam araştırmalarında ilkelere yönelik güncel çalışmaların oldukça sınırlı kaldığı ve zıt bulguları barındıran çalışmaları açıklamak için daha fazla deneysel araştırmaya gereksinim duyulduğu ifade edilmektedir (Ozcelik, Arslan-Ari ve Cagiltay, 2010). Bu araştırmanın genel amacı AR ve VR ortamlarında çoklu ortamla öğrenme ilkeleri bağlamında konu dışı işlemleri azaltmaya yönelik olan ilkelerin; öğrenenlerin öğrenme sürecine yönelik üst bilişsel kararlarına, başarı durumlarına ve bilişsel yüklenme düzeylerine yönelik yansımaları incelemektir.

Araştırma amacı doğrultusunda ilgili çoklu ortam ilkelerinin uygulama ve sınırlılık durumları da göz önüne alınarak, AR ve VR ortamlarında öğrenenlere sunulmak üzere farklı öğretim materyalleri manipüle edilerek tasarlanmıştır. Hazırlanan materyallerinde yedi farklı deneysel uygulama türüne yer verilmiştir. Bahsi geçen uygulama türleri sırasıyla NI, VI, RI, CH, NC, SP ve NS yapısında tasarlanmıştır. NI grubunda yer alan katılımcılara sunulan içerik yalnızca metin tabanlı olarak ve herhangi bir manipülasyon gerçekleştirilmeden sunulmuştur. VI grubunda yer alan katılımcılara metin tabanlı olarak sunulan içerikte önemli noktalar işaretleme ilkesinin görsel işaretleme tekniğine uygun olarak manipüle edilerek sunulmuştur. RI grubunda yer alan katılımcılara ise metin tabanlı olarak sunulan içerikte önemli noktalar VI grubuyla aynı olmak koşuluyla işaretleme ilkesinin sözel işaretleme tekniğine uygun olarak manipüle edilerek sunulmuştur. Sırasıyla NI, VI ve RI grupları üzerinde işaretleme ilkesinin uygulanmadığı ve uygulandığı durumlar sınanmıştır. CH grubunda yer alan katılımcılara sunulan içerik NI grubunda sunulan metin tabanlı içeriğe ek olarak aynı zamanda konu içeriği ile uygun ve tutarlı görsellerin de eklenmesi ile katılımcılara sunulmuştur. NC grubunda yer alan katılımcılara sunulan içerik ise NI grubunda sunulan metin tabanlı içeriğe ek olarak aynı zamanda konu içeriği ile tutarlı olmayan görsellerin öğretim sürecine dâhil edilmesi ile katılımcılara sunulmuştur. Sırasıyla, CH ve NC grupları üzerinde tutarlılık ilkesinin

uygulandığı ve uygulanmadığı durumlar sınanmıştır. SP grubunda yer alan katılımcılara sunulan içerik NI grubunda sunulan metin tabanlı içeriğe ek olarak aynı zamanda konu içeriği ile ve konumsal yakınlık ilkesine uygun bir yapıda hazırlanan görsellerin eklenmesi ile katılımcılara sunulmuştur. NS grubunda yer alan katılımcılar sunulan içerik ise SP grubunun aksine konumsal yakınlık ilkesine aykırı olarak hazırlanan görsellerin eklenmesi ile gerçekleştirilmiştir. Sırasıyla SP ve NS grupları üzerinde konumsal yakınlık ilkesinin uygulandığı ve uygulanmadığı durumlar sınanmıştır. Gerçekleştirilen deneysel etkinlikler öncesinde her bir katılımcının anlatılan konuya yönelik ön bilgi düzeyi ve çalışan bellek kapasite durumları incelenmiştir. Söz konusu değişkenler araştırmada aynı zamanda kontrol değişkeni olarak değerlendirilmiştir. Deneysel uygulama sırasında ve sonrasında ölçümlenen öznel ve nesnel bilişsel yüklenme, üst bilişsel kararlar, hatırlama, kavrama ve başarı puanlarının ortam ve ilkeler bağlamında incelenmesi gerçekleştirilmiştir.

Bu bölümde incelenen çoklu ortam ilkeleri ve ortam etkileşimi ile ilgili bulguların değerlendirilmesinin ardından, söz konusu etkileşimin öğrenenlerin ortalama başarı puanlarını temsil eden öğrenme çıktılarına, bilişsel yüklenme durumlarına ve üst bilişsel kararlarına ilişkin bulgular alanyazın desteği ile tartışılmıştır. Buna ek olarak bilişsel yüklenme ve öğrenme çıktıları arasındaki ilişki tartışılarak, gelecekteki araştırmalar için birtakım önerilere yer verilmiştir.

4.1.1. Konu dışı işlemleri azaltma ilkeleri ile ortam etkileşiminin başarıya etkisi

Çoklu ortam ilkeleri ve ortam etkileşimi öncelikle öğrenen başarısı bağlamında araştırılmıştır. Bulgular incelendiğinde söz konusu araştırma grupları arasında başarı, hatırlama ve kavrama testlerine ilişkin ortalama puanları bağlamında istatistiksel olarak bir farklılık durumunun söz konusu olmadığı anlaşılmıştır.

Öğrenen başarısı ortalama puanları arasında istatistiksel bir farklılık bulunmamaktadır. Ancak yine de gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı olmamakla beraber birtakım farklılık durumlarının olduğu da göze çarpmaktadır. Örneğin, AR ortamında kontrollü başarı puan ortalama değerlerine göre, en yüksek performansın NS grubu tarafından sergilendiği anlaşılmaktadır. Burada elde edilen sonuç beklenmedik bir durumdur. NS grubunda konumsal yakınlık ilkesine aykırı bir manipülasyon yapılmasına rağmen SP grubundan daha yüksek bir kontrollü başarı ortalamalarına sahip olmaları

dikkat çekicidir. Yine AR ortamında hatırlamaya ilişkin kontrollü ortalama değerler incelendiğinde en yüksek performansın RI grubu tarafından sergilendiği görülmektedir. RI grubu işaretleme ilkesinde sözel işaretleme tekniği ile manipüle edilen materyal ile çalışmıştır. Bu durum alanyazın tarafından da desteklenmektedir (Harp ve Mayer, 1998; Mautone ve Mayer, 2001; Stull ve Mayer, 2007). İçerik olarak görsel hiçbir öge içermeyen ve sadece metin tabanlı içerik üzerinde manipülasyon gerçekleştirilen işaretleme ilkesi grupları arasında NI, VI ve RI'ya ilişkin kontrollü ortalamalar hatırlama bağlamında sözel işaretleme tekniğinin avantajlı bir yapı oluşturduğunu ortaya çıkarmaktadır. AR ortamında, kontrollü ortalamalar kavrama puanı için incelendiğinde ise CH ve SP gruplarının daha yüksek bir performansa sahip olduğu anlaşılmaktadır. Bu durum ise daha üst düzey beceri gereksinimi oluşturan kavrama yetilerinin organize edilmesinde sunulacak içeriğin tutarlı bir yapıda olması ve konumsal yakınlığa uygun biçimde sunulmasının avantaj yaratacağını ifade etmektedir (Harp ve Mayer, 1997; Harp ve Mayer, 1998; Moreno ve Mayer, 2000). Buna ek olarak, sırasıyla başarı, hatırlama ve kavrama testlerinin tamamı için AR ortamında kontrollü ortalamalar yerine kontrol değişkenlerinin etkilemediği standart ortalama değerleri incelenirse en düşük performansın her zaman NI grubuna, en yüksek performansın ise her zaman SP grubuna ait olduğu görülmektedir. Bu sonuçlar alanyazında beklenen bir durum olarak karşımıza çıkmaktadır (Bodemer, Ploetzner, Feuerlein ve Spada, 2004; Chandler ve Sweller, 1992; Kester, Kirschner ve van Merriënboer, 2005; Mayer vd., 1995; Moreno ve Mayer, 1999). Bu durum ise ele alınan kontrol değişkenlerinin etkili olduğunu bir kez daha ortaya koymakla birlikte, aslında alanyazında çoklu ortam çalışmalarında tercih edilmeyen kontrollü ortalama etkilerinin sınanması ile ilgili ilkelerin bilindik etkiler dışında sonuçlara neden olabileceği yönünde bir ipucu sunmaktadır.

VR ortamında kontrollü başarı puan ortalamalarına göre en yüksek performans CH grubu tarafından sergilenmiştir. Kontrollü hatırlama puan ortalamaları incelendiğinde ise en yüksek performansın RI grubu tarafından sergilendiği anlaşılmaktadır. Kontrollü kavrama puan ortalamaları incelendiğinde ise en yüksek performansın SP grubu tarafından sergilendiği anlaşılmaktadır. AR ortamı ile karşılaştırma yapıldığında kontrol edilen hatırlama ve kavrama puan ortalamalarına göre VR ortamında çalışan katılımcıların da benzer sonuçlar elde ettiği anlaşılmaktadır. AR ortamında beklenmedik bir durum olarak kontrollü başarı puan ortalamasında NS grubu lehineyken, VR

ortamında kontrollü başarı puan ortalamasının CH grubu lehine olduğu görülmektedir. Bu durum ise beklenen bir durumdur. Buna karşın VR ortamında kontrol edilen ortalamalar yerine standart ortalama puanlar üzerinden bir değerlendirme yapılacak olursa farklı bir durum karşımıza çıkmaktadır. Şöyle ki, VR ortamında başarı ve kavrama test puan ortalamalarında en yüksek performans VI, hatırlama test puan ortalamasında ise en yüksek performansı RI grupları sergilemiştir. Bu durum alanyazında etkisi kanıtlanamayan görsel işaretlemenin etkisine (Mayer, 2009) vurgu yapmaktadır. Ancak alanyazında bu bağlamda gerçekleştirilen çalışmalarda kontrol edilen ortalamalar söz konusu olmadığından bu etkinin daha iyi değerlendirilebilmesi için farklı çalışmaların gerçekleştirilmesine gereksinim duyulmaktadır. Bu sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde; öğrenme ortamlarında farklı ilkelere göre geliştirilen materyaller ile çalışan katılımcılar üzerinde ortamın etkili olabildiği ancak bu etkinin istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık ortaya çıkarmadığı ifade edilebilir.

4.1.2. Konu dışı işlemleri azaltma ilkelerinin AR ve VR ortamlarında öznel ve nesnel bilişsel yüklenmeye etkisi

Paas ve van Merriënboer (1994), bilişsel yüklenmenin öğrenen özelliklerinden ve öğrenme sürecinde gerçekleştirilen görevlerden etkilendiğini ifade etmektedir. Bilişsel yüklenme üzerinde etki yaratan öğrenen özelliklerine ek olarak Choi, van Merriënboer ve Paas (2014), ortam koşullarının da bir etken olarak değerlendirilmesini önermektedir. Söz konusu bu bilgiler ışığında, çoklu ortam materyallerinin öğrenenlere sunulması süreci göz önüne alındığında ortamın bilişsel yüklenme üzerinde etkili olacağı düşüncesi gündeme gelmektedir. Dolayısıyla materyalin öğrenmeye etkilerinin açığa çıkarılması önemli bir durum olarak karşımıza çıkmaktadır. Öğrenme ve bilişsel yüklenme sürecinin ilişkisi araştırma kapsamında elde edilen bulgular bağlamında değerlendirilecek olursa alanyazın ile benzer sonuçları ortaya koymaktadır. Buna ek olarak, çoklu ortam materyallerinin farklı ortamlarda bilişsel yüklenme üzerindeki etkilerinin açıklanması alanyazına katkı sağlayabilir. Ortamın ve ortam özelliklerinin öğrenme sürecindeki etkilerini açığa çıkaran birçok çalışma (Chang ve Ley, 2006; Choi vd., 2014; Erez ve Isen, 2002; Godden ve Baddeley, 1980; Jia, Hirt ve Karpen, 2009; Knez ve Hygee, 2002; Lan, Wargocki, Wyon ve Lian, 2011; Smith ve Vela, 2001; Scholey, Moss, Neave ve Wesnes, 1999; Uline ve Tschannen-Moran, 2008; van Merriënboer ve Ayres, 2005) bulunmaktadır. Bilişsel

yüklenmenin ölçülenmesi konusunda alanyazında farklı öneriler yer almaktadır. Öğrenme materyalinin bilişsel süreçler aracılığıyla çalışan bellek üzerinde yarattığı etki olarak tanımlanan bilişsel yüklenme (Antonenko, Paas, Grabner ve van Gog, 2010), alanyazında nesnellik ve nedensellik kriterleri bağlamında değerlendirilmiştir (Brünken, Plaas ve Leutner, 2003). Buna göre, dolaylı olarak öznel bir bilişsel yüklenme söz konusu olduğunda bireysel beyana dayalı olan çaba incelenirken, doğrudan öznel bilişsel yüklenme söz konusu olduğunda ise bireysel beyana dayandırılan stres veya zorluk düzeyleri dikkate alınmaktadır. Ayrıca, dolaylı olarak nesnel bir ölçümleme söz konusu olduğunda fizyolojik ve davranışsal ölçümlere ek olarak öğrenme çıktılarına yönelik ölçümlemelerden de yararlanılabilmektedir. Doğrudan ve nesnel bir ölçümleme söz konusu olduğunda ise harici cihazların da kullanılmasıyla elde edilecek beyin aktivitelerinin değerlendirilmesi ve çoklu görev performansları gündeme gelmektedir. Alanyazında genel olarak kabul gören bu yaklaşıma zıt olacak biçimde Antonenko, Paas, Grabner ve van Gog (2010), bilişsel yüklenmeyi açığa çıkaran ölçümleme türleri arasındaki tutarlılık durumlarının eleştiriye açık olduğunu belirtmektedir. Bu bilgilerden hareketle, bu araştırma kapsamında öznel ölçümlemelerde söz konusu olabilecek ve kontrol edilme şansı bulunmayan kirlетici etkilerin araştırma sürecine etki etmesini engellemek ve ayrıca yorumlanması oldukça karmaşık olan değişkenlerin araştırma sürecini olumsuz etkilememesi adına, dolaylı ve öznel yapıda bir bilişsel yük ölçümü tercih edilmiştir. Buna ek olarak daha önce de belirtildiği gibi uygulama kullanım süreleri ve ikincil görev reaksiyon süreleri de nesnel bilişsel yüklenme kriterleri olarak değerlendirilmiştir. Sonuç olarak bu çalışmada öznel bilişsel yüklenmeye ek olarak aynı zamanda nesnel bilişsel ölçümlerden de yararlanılmıştır.

Araştırmanın AR ortamında gerçekleştirildiği durumlarda, öznel bilişsel yüklenme değişkenleri bağlamında herhangi bir istatistiksel farklılık belirlenmemiştir. Buna karşın çalışmada nesnel bilişsel yüklenme ölçümleri bağlamında ele alınan uygulama kullanım sürelerinin ve reaksiyon sürelerinin istatistiksel olarak deney grupları arasında bir farklılık sergilediği belirlenmiştir. Lehmann, Goussios ve Seufert (2016)'ın çalışmalarına benzer şekilde öznel bilişsel yüklenme değişkeni bağlamında herhangi bir istatistiksel farklılık bulunmadığını vurgulamak önemli bir durumdur. Çünkü alanyazında bilişsel yüklenme ölçümleme türleri üzerine süregelen tartışmalara deneysel olarak katkı sunulması önemlidir.

Deneysel etkinlikte kullanılan öğretim materyalinden kaynaklanması muhtemel konu dışı bilişsel yüklenmenin her bir deney grubunda benzer etkiyi yaratması ve istatistiksel olarak herhangi bir farklılık durumunun belirlenememiş olması da, aynı zamanda öğretim materyali üzerinde birtakım tartışmaları gündeme getirebilir. AR ortamında katılımcılara sunulan öğretim materyalinin neden olduğu ortalama konu dışı bilişsel yüklenme değeri incelendiğinde, bilişsel yüklenmenin her bir deney grubu için söz konusu olduğu görülmektedir. Dolayısıyla öğretim materyali üzerinde farklı etkiler sınanarak, materyalden kaynaklanan ve öğretim tasarımcısı tarafından manipüle edilme olanağı bulunan konu dışı bilişsel yüklenmenin daha iyi yönetilebilmesi için farklı araştırmalar gündeme gelmektedir. Ayrıca konu dışı bilişsel yüklenmenin farklı yönlerine odaklanan güncel deneysel araştırmalara gereksinim olduğu da ifade edilebilir.

Nesnel ölçümleme değişkenlerinden uygulama kullanım süresi değişkeninin AR ortamında farklı deney gruplarında uygulanan materyaller üzerinde farklılık göstermesi dikkat çekici bir durumdur. Bulgular incelendiğinde en yüksek kullanım süre ortalamasının SP grubuna ait olduğu anlaşılmaktadır. Öğretim materyalinin tutarlı ve görsel bileşenlerle desteklenerek sunulduğu SP deney grubunda ortaya çıkan bu etkinin farklı değişkenler bağlamında ayrıca incelenmesi önerilmektedir. Sunulan tutarlı içeriğin öğrenenler tarafından daha dikkatli biçimde yorumlanmaya çalışılmış olma olasılığı göz önüne alındığında tutarlı içeriklerin dikkati daha iyi odaklamaya ve dolayısıyla daha uzun süreli kullanım ortalmalarına neden olduğu açığa çıkmaktadır. Yine de bu araştırmanın alanyazın bağlamında ulusal düzeyde ilk deneysel araştırma olması göz önüne alındığında, bu bulgunun desteklenebilmesi için farklı deneysel etkinliklerin gerçekleştirilmesi önem arz etmektedir.

Bir diğer nesnel ölçümleme değişkeni olan ikincil görev reaksiyon süresi değişkeninin de AR ortamında farklı deney gruplarında uygulanan materyaller üzerinde farklılık göstermesi dikkat çekicidir. Bulgular incelendiğinde, en hızlı ikincil görev reaksiyon süre ortalamalarının RI grubu lehine olduğu anlaşılmaktadır. Bu durum beklenen bir durum olarak karşımıza çıkmaktadır. Öğretim materyalinin yalnızca metin tabanlı bir içerikte ve içeriğe ilişkin önemli noktaların sözel işaretleme tekniği ile manipüle edildiği bu grupta yer alan katılımcıların ikincil görev reaksiyon süreleri diğer gruplara göre dikkat çekici oranda daha düşük bir ortalamaya sahiptir. Ek bir görsel öge bulunmadan çalışmayı sürdüren NI, VI ve RI grupları arasında da belirgin biçimde RI

grubu söz konusu değişken bağlamında dikkat çekici bir performansa sahiptir. Bu durum şu şekilde açıklanabilir. VI grubunda yer alan katılımcılara görsel işaretleme kırmızı renk ile sunulmuştur. İkincil görev reaksiyon süreleri hesaplanırken tercih edilen butonun kırmızı renkte sunulması da bir noktadan sonra bu deney grubunda yer alan katılımcıların tepkisizliğine neden olmuş olabilir. Alanyazında görsel işaretlemenin etkili olabileceğine yönelik herhangi bir ipucu bulunmamasına ek olarak, nesnel bilişsel yüklenme bağlamında bu etkinin katılımcıları fazlasıyla etki altına aldığı ileri sürülebilir. Bu durumun net biçimde ortaya çıkarılması için bu konuda farklı deneysel çalışmaların gerçekleştirilmesine gereksinim duyulmaktadır.

Deney gruplarının VR ortamında öznel ve nesnel bilişsel yüklenme durumları incelendiğinde ise yine AR ortamında olduğu gibi öznel bilişsel yüklenme durumları bağlamında gruplararası herhangi bir istatistiksel farklılık bulunmamaktadır. Yalnızca ortam bağlamında öznel bilişsel yüklenme değerlendirildiğinde, VR ortamında çalışmaya katılan her bir katılımcıya ilişkin ortalama bilişsel yüklenme düzeyleri AR ortamına göre daha yüksek düzeydedir. Bu durum bir farklılığı yansıtmasa da VR ortamında gerçekleştirilecek öğretim etkinliklerinin AR ortamlarına göre daha yüksek düzeyde öznel bilişsel yüklenmeye neden olacağı açıkça anlaşılmaktadır.

VR ortamında deney gruplarının nesnel bilişsel yüklenme düzeyleri araştırıldığında ise yalnızca uygulama kullanım süresi bağlamında bir farklılık gözlenmiştir. Öğretim materyalinin görsel işaretlemeye uygun olarak manipüle edildiği VI grubunda yer alan katılımcıların VR ortamında en yüksek düzeyde uygulama kullanım süresine sahip oldukları anlaşılmaktadır. Bu bulgu AR ortamı için elde edilen bulgular ile benzerlik göstermektedir. VR ortamında görsel işaretleme ile manipüle edilen materyalin katılımcılar tarafından anlaşılması sürecinin daha uzun sürdüğü, dolayısıyla görsel işaretlemenin öğrenme süreçlerinde olumsuz bir etkiye neden olabileceği ifade edilebilir. Renkl ve Scheiter (2017, s.600) görsel öğelerin öğrenenlerin dikkatlerini toplarlayamamalarına neden olarak öğrenme sürecinde olumsuz bir etkiye neden olabileceğini belirtmektedir. Son zamanlarda bazı araştırmalar, metin tabanlı içeriklere eklenen görsel içeriklerin öğrenme bağlamında olumsuz etki yaratarak materyalin anlaşılabilirliğini zorlaştırdığını ifade edilmektedir (Hartmann, 2012; Lindner, Ihme, Saß ve Köller, 2018; Saß, Wittwer, Senkbeil ve Köller, 2012). Elde edilen bu sonuçlara tamamen aykırı bir sonuç olarak metin tabanlı içeriklerin görseller ile desteklenmesi ile öğrenme

performanslarının artış gösterdiği de ileri sürülmektedir (Ainsworth, 2006; Butcher, 2014; Schnotz ve Bannert, 2003). Dolayısıyla alanyazında öğrenme materyallerinde kullanılan görsellerin yarattığı etki üzerinde birtakım tartışmaların olduğunu anlaşılmaktadır. Araştırmadan elde edilen bu bulgular, yalnızca ilgili ilkeler bağlamında gerçekleştirilen manipölasyonlar ile değil aynı zamanda farklı değişkenler bağlamında da değerlendirilmelidir. Söz konusu farklılık durumu, katılımcıların VR ortamından farklı yönde etkilenmiş olması ile de açıklanabilir. Bu durum ise VR ortamında bu etkinin daha iyi anlaşılabilmesi için farklı deneysel çalışmalara gereksinim duyulmasına neden olmaktadır. Bu araştırmaya benzer yapıda gerçekleştirilen farklı bir çalışmanın alanyazında yer almaması nedeniyle, mevcut araştırmadan elde edilen bulguların farklı deneysel çalışmalar ile sınanması alanyazın bağlamında önem arz etmektedir.

4.1.3. Konu dışı işlemleri azaltma ilkelerinin AR ve VR ortamlarında üst bilişsel kararlara etkisi

Üstbilişsel kararlar, öğrenme çıktıları üzerinde anlamlı bir etki oluşturmaya da çoklu ortamlarla öğrenmede son yıllarda araştırılan bir diğer değişken olarak karşımıza çıkmaktadır (Lindner, Eitel, Barenthien ve Köller, 2018). Metcalfe (2009, s.162), üstbilişsel kararlar ile öğrenme arasındaki bağlantıların henüz yeni anlaşılmaya başlandığını ileri sürmektedir. Buna rağmen, üstbilişsel kararların yalnızca son yıllarda değil geçmişte de öğrenme bağlamında araştırıldığı dikkat çekmektedir (Koriat ve Goldsmith, 1996). Üstbilişsel olarak yönlendirilen öğrenme stratejilerinin başarılı bir yapıda uygulanmasının öğrenmeyi geliştireceği düşüncesi ile (Metcalfe, 2009) bu araştırmada öğrenenlerin öğrenme kolaylığı kararları ve öğrenme yargıları, üstbilişsel kararları temsil eden değişkenlerini oluşturmuştur. Araştırmada her bir deney grubundan elde edilen veriler, katılımcıların öğrenme kolaylığı kararları ile öğrenme yargılarının pozitif yönde tutarlı bir ilişkiye sahip olduklarını göstermektedir. Araştırmanın deneysel deseninde tercih edilen yapı ve uygulama kurgusunda izlenen yöntemler neticesinde öğrenme kolaylığı kararı değişkeninin, öğrenme yargıları değişkeni için kontrol değişkeni olarak değerlendirilmesi kararlaştırılmıştır. Bulgular incelendiğinde AR ve VR ortamlarında farklı ilkelere yönelik gerçekleştirilen manipölasyonlu öğretim materyalleri ile çalışan katılımcıların öğrenme yargıları arasında istatistiksel olarak herhangi bir farklılık gözlenmemiştir. Her ne kadar deney grupları arasında bir farklılık istatistiksel

olarak kanıtlanamamış olsa da, CH grubunun deney grupları arasında en yüksek düzeyde öğrenme yargısına sahip olması beklendik bir durum olarak değerlendirilebilir. Tutarlı bir içerik ile çalışan katılımcıların yüksek düzeyde öğrenme yargısına sahip olmaları gelecekte tasarımcılar ve araştırmacılar için birtakım tasarım ipuçları sunabilir. Buna karşın, bu değişkenin etkililiğinin sınındığı farklı deneysel çalışmaların alanyazına bu bağlamda katkı sağlayabileceği öngörülmektedir.

Üstbilişsel kararlara yönelik ilke ve ortam etkileşiminin araştırıldığı bu araştırmada dikkat çekici bir durum daha karşımıza çıkmaktadır. Bulgular incelendiğinde ilke ve ortam etkileşiminden elde edilen ortalama puanlar istatistiksel olarak farklılık yaratmıyorken, ortam değişkenine ilişkin ortalama puanların öğrenme yargıları üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık oluşturduğu belirlenmiştir. Deney gruplarına ilişkin öğrenme kolaylığı değişkeni ile kontrol edilen ortalama öğrenme yargılarına ilişkin ortalama puanların ortamdaki nasıl etkilendiğini araştırmak için ayrıca bir analiz gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar, öğrenme yargılarının ortam değişkeninden etkilenebileceğini ortaya koymaktadır. VR ortamında gerçekleştirilen deneysel etkinliklerden elde edilen öğrenme yargıları düzeyi, AR ortamına göre daha yüksek bir değere sahiptir. Bu durum ise VR ortamında çalışan katılımcıların AR ortamına göre kendilerine öğrenme bağlamında daha çok güvendikleri sonucunu gözler önüne sermektedir. Elde edilen bu sonuç oldukça dikkat çekicidir. Dunlosky ve Lipko (2007)'ye göre farklı koşullar altında bireylerin metabilşsel kararları önyargılı olsa bile, aslında bireylerin mükemmel kararlar aldıklarını ortaya koymaktadır.

Katılımcıların öğrenme yargılarının ortamdaki etkilendiğini açığa çıkaran bu araştırmanın alanyazına katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Aslında söz konusu araştırma kapsamında elde edilen bulgular ile alanyazındaki araştırmaları konu içeriği ve uygulama yapısı bağlamında karşılaştırmak mantıklı görülmemektedir. Üstbilişsel kararlara yönelik araştırmalar tasarlanırken, üstbilişsel kararların bilişsel olarak bireyin içgörülerini hakkında doğru yargılarda bulunulmasını desteklediği, yanlış uygulanmaları durumunda ise zorlayıcı bir etkiye neden olduklarının da göz önüne alınması önerilmektedir (Clore ve Parrott, 1994, s. 102). Buna ek olarak bu bulgunun yeni deneysel çalışmalarda ilgili öneriler doğrultusunda araştırılmasının alanyazın için önemli ve değerli katkılar sunacağı düşünülmektedir. Ayrıca üstbilişsel kararlara yönelik olarak, alanyazında tartışma konularından biri olan; öğrenme kararları ile çalışma süreleri

arasındaki negatif yönlü ilişkinin insanların üstbilişsel kararlarını etkileyip etkileyemediğinin açığa kavuşturulması (Metcalf, 2009, s.160) yönündeki çalışmaların gerçekleştirilmesi de oldukça önemlidir.

4.1.4. Başarı ve bilişsel yüklenme arasındaki ilişki

Öğrenenlerin öğrenme çıktıları ve bilişsel yüklenme düzeyleri arasındaki ilişki genel olarak incelendiğinde; bilişsel yüklenme ve öğrenme çıktılarına yönelik tüm değişkenlere ilişkin ortalama puanların birbirleri ile tutarlı olarak pozitif ve anlamlı ilişkiler gösterdiği anlaşılmaktadır. Araştırmadan elde edilen bu ilişkiler, bilişsel yük kuramını destekler niteliktedir. Çalışan belleğin sınırlı olması (Plass, Kalyuga ve Leutner, 2010), bilişsel yükün temel nedeni olarak ifade edilmektedir. Ginns (2005), anlamlı bir öğrenmenin gerçekleşebilmesi için enformasyonun çalışan bellekte tutulması gerektiğini vurgulamaktadır. Çalışan bellek kapasitesi enformasyon işleme sürecinde yetersiz düzeyde kaldığında ise bu durum öğrenme süreci için bir risk ögesi oluşturabilmektedir (Paas, Renkl ve Sweller, 2003). Dolayısıyla öğrenme süreçlerinde bilişsel yüklenmeyi azaltacak stratejilerin geliştirilmesi ve uygulanması önem arz etmektedir (Akbulut, 2011). Öğretim etkinlikleri tasarlanırken bilişsel yüklenme dikkate alınması önerilen bir öge olarak karşımıza çıkmaktadır. Bilişsel yüklenmenin katılımcıların ikincil görev reaksiyon süreleri ve uygulama kullanım süreleri ile pozitif ilişki ortaya koyması aslında beklendik bir durumdur. Akbulut (2014), bilişsel yüklenmeyi çalışan bellekte eşzamanlı olarak gerçekleştirilen etkinlikler olarak açıklamaktadır. Buradan hareketle, katılımcılar öğrenme görevini gerçekleştirirken diğer bir yandan ikincil görev yapma durumunda kalmaları ile maruz kalacakları bilişsel yüklenmenin artış göstereceği açıktır. Benzer durum uygulama kullanım süreleri ile bilişsel yüklenme arasındaki ilişki için de geçerlidir. Araştırmada nesnel bilişsel yüklenme verisini oluşturan ikincil görev reaksiyon süresi ve uygulama kullanım süresi ortalama puanları arasında pozitif ve anlamlı bir ilişkinin bulunması da bunun kanıtı niteliğindedir. Bilişsel yük düzeyinin, öğrenme çıktılarını temsil eden başarı, hatırlama ve kavrama testlerine ilişkin ortalama puanları ile anlamlı ve pozitif bir ilişki göstermesi de dikkat çekici bir bulgu olarak karşımıza çıkmaktadır. Materyal tasarım sürecinden çalışan bellek kapasitesinin dikkate alınmaması nedeniyle oluşan konu dışı bilişsel yüklenmenin (Sweller, 2005) artması, öğrenmenin olumsuz yönde etkilenmesine neden olacaktır. Bu durumun daha iyi

sınanabilmesi için farklı bilişsel yüklenme ölçüm türlerinin deneysel ortam koşullarında incelenmesine gereksinim duyulmaktadır.

Konu dışı bilişsel yüklenme düzeyi ile başarı, hatırlama ve kavrama testlerine ilişkin ortalama puanları düşük düzeyde olsa da pozitif ve anlamlı bir ilişkiyi temsil etmektedir. Bu durum beklentiler arasında yer almaktadır. Konu dışı bilişsel yüklenmede söz konusu olabilecek bir artış her ne kadar öğrenmeye olumsuz bir etki yaratacak olsa da bahsi geçen bilişsel yüklenme artışının hangi düzeyden sonra öğrenme üzerinde olumsuz bir etkiye neden olabileceği araştırılması önerilen bir durumdur. Bu araştırmadan elde edilen sonuçlar ile konu dışı bilişsel yüklenmenin belli bir düzeyde öğrenme çıktılarına katkı sağlayabileceğini belirtmek olanaklıdır. Araştırma kapsamında elde edilen bu sonuçlar Eitel vd. (2014)'nin elde ettiği sonuçlar ile benzerlik göstermekte olup, hangi kritik eşik aşılsa konu dışı bilişsel yüklenme değeri ile başarı arasındaki söz konusu ilişkinin terse döneceğinin belirlenmesi alanyazına önemli ve değerli katkılar sağlayacaktır.

Araştırmada nesnel bilişsel yüklenme ölçümlerinde kullanılan ikincil görev reaksiyon süresi ve uygulama kullanım süresine ilişkin ortalama puanlar arasında orta düzeyde pozitif yönlü anlamlı bir ilişki belirlenmiştir. Bu durumun nedenleri arasında ikincil görev reaksiyon süresinin dolaylı olarak uygulama kullanım süresi ile değişkenlik göstermesi ileri sürülebilir. Katılımcıların ikincil görevi gerçekleştirmek için uygulama içeriğinde yer verilen öğrenme görevine ağırlık vermeleri ve öğrenme görevini tamamladıktan sonra ikincil görevi gerçekleştirmeleri bu ilişkiyi en iyi şekilde açıklamaktadır. Benzer şekilde bu iki değişkenin nesnel bilişsel yüklenmeyi ortaya çıkaracak bir yapıda kullanılmasının da bu durum üzerinde etkili olduğu, aynı zamanda bu değişkenlerin tercih edilmesinin de doğru bir yaklaşım olduğunu ifade etmek olanaklıdır. Burada söz konusu ilişki durumu, ikincil görev yapısının eşzamanlı değil sıralı çoklu görev formatında sunulması ile farklılık gösterebilir. Her ne kadar alanyazında ikincil görev tekniğinin olumlu etkiler yarattığını belirten araştırmalar bulunsada, Seufert, Wager ve Westphal (2017) bu tekniğin yeterince tercih edilmediğini ifade etmektedir. Dolayısıyla bu tekniğin kullanımına yönelik eleştirel yönlerin ayrıntılı olarak incelenebilmesi amacıyla deneysel bir çalışma ile söz konusu tekniklerin sınanmasının alanyazına önemli ve değerli katkılar sunabileceği öngörülmektedir.

4.2. Öneriler

Bu çalışmada, çoklu ortamla öğrenmede konu dışı işlemleri azaltma ilkelerinin uygulandığı materyallerin AR ve VR gibi farklı ortamlarda sunulmasının; katılımcıların başarı düzeylerine, bilişsel yüklenmelerine ve üst bilişsel kararlarına etkileri farklı değişkenler bağlamında gerçek deneysel deneme modeli ile araştırılmıştır. Uygulanan gerçek deneme modeli, öntest sontest kontrol gruplu model ile son test kontrol gruplu modelin avantajlarını birlikte içeren faktöriyel bir yapıya sahiptir. Daha önceki bölümlerde paylaşılan araştırma sonuçları göz önüne alınarak ileride gerçekleştirilmesi olası araştırmalara ve eğitim uygulamalarına yönelik birtakım önerilerde bulunulmuştur. Bu öneriler şu şekilde açıklanabilir:

4.2.1. Eğitim uygulamalarına yönelik öneriler

- AR ve VR ortamı göz önüne alındığında her iki ortamın da öznel bilişsel yüklenmeye neden olduğu, dolayısıyla bu ortamlarda çalışma yaparken özellikle bilişsel yüklenmeye neden olacak etkileri elemeye yönelik manipülasyonların gerçekleştirilmesi doğru bir yaklaşım olacaktır.

- VR ortamında katılımcıların öğrenme içeriğine yönelik üst bilişsel kararları olumlu yönde etkilenmektedir. VR ortamı etkili bir yapıda sunulursa öğrenme içeriğine yönelik katılımcıları olumlu yönde etkileyebilme niteliği taşımaktadır.

- Bu araştırmada konu içeriğini oluşturan bilgiler yalnızca metin ve görseller ile statik bir yapıda sunulmuştur. Gelecekte yapılacak araştırmalarda video ve animasyon gibi hareketli öğelerin kullanılması ile farklı bir araştırma yapısı sıranabilir.

- Alanyazında yer alan güncel araştırmalardan da anlaşılağı üzere çoklu görev ögesi olarak katılımcılarda etki bırakan manipülasyonlar öğrenme ve hatırlama bağlamında olumsuz etkiye neden olabilmektedir. Dolayısıyla nesnel bilişsel yüklenme değişkenlerinin sınanması beklendiğinde çoklu göreve ilişkin yapıların işe koşulmadan farklı bir alternatif yöntem ile sürecin yürütülmesi olumlu katkılar sağlayabilir.

- AR ortamında çoklu ortam ilkeleri ile çalışan katılımcıların tümünde başarı, hatırlama ve kavrama testleri herhangi bir kontrol değişkeni ile sınanmadığı durumlarda alanyazında yer verilen durumlara paralel sonuçlar ile karşılaşmaktadır. Bu araştırmada kontrol değişkenleri işe koşulmadığında AR ortamında başarı, hatırlama ve kavrama testlerinde en düşük puan ortalaması her bir test için NI grubuna, en yüksek puan

ortalaması ise yine her bir test için SP grubuna aittir. Buna karşın kontrol değişkenleri söz konusu olduğunda bu yapı tamamen bozulmaktadır. Dolayısıyla bu araştırmada yer verilen kontrol değişkenlerinin gelecekte yapılacak çalışmalarda da dikkate alınması önem arz etmektedir.

- Bu araştırmada katılımcıların düşük düzeyde ön bilgiye sahip olmaları beklenen ve çoklu ortam araştırmalarında tercih edilen *Yıldırım Oluşumu* konusu ele alınmıştır. Gelecekte yapılacak çalışmalarda genel olarak katılımcıların yine düşük ön bilgi düzeyine sahip oldukları ancak daha çok ilgilerini çekebilecek konulara yer verilmesi ile farklı sonuçlar ortaya çıkabilir.

- Araştırma bilgisayar tabanlı olarak geliştirilen veri toplama arayüz uygulaması ile gerçekleştirilmiştir. Deneysel uygulamanın bir bölümü AR ve VR ortamında gerçekleştirilmiştir. Gelecekte yapılacak çalışmalarda deneysel uygulamanın tamamının AR ve VR ortamında gerçekleştirilmesine yönelik çalışmalar tercih edilebilir.

- Katılımcıların elde ettikleri başarı, hatırlama ve kavrama gibi puanlar çeşitli testler ile değerlendirilmiştir. Bu testlerin tamamlanması vakit alıcı olabildiği gibi aynı zamanda soru sayısının konu içeriğine bağlı olarak artması ile kimi zaman katılımcılar için sıkıcı bir hal de alabilmektedir. Araştırma sürecinde katılımcılardan elde edilen geri bildirimler bu durumu destekler niteliktedir. Dolayısıyla katılımcıların başarı düzeylerinin belirlenebilmesi için kullanılacak testlerin katılımcıların demografik durumları da göz önüne alınarak farklı yaş grupları için uygun bir formda düzenlenmesi önem arz etmektedir.

- Bu araştırmada konu kapsamı ve uygulanma biçimi bakımından ulusal bağlamda ilk deneysel uygulamadır. Araştırmanın veri toplama sürecinde ve deneysel etkinliklerde kullanılmak üzere iki farklı veri toplama arayüz uygulaması, yedi farklı VR mobil uygulaması ve yedi farklı AR yazılımı geliştirilmiştir. Geliştirilen bu yazılım ve uygulamaların paydaşlar ile açık kaynak olarak paylaşılmasıyla, gelecekte benzer araştırmalar yapmayı amaçlayan araştırmacıların da yararlanabilecekleri kılavuz bir kaynak olarak değerlendirilmesi önerilmektedir.

4.2.2. İleri araştırmalar için öneriler

- Araştırma kapsamında elde edilen sonuçların genellenebilmesini desteklemek amacıyla, yine bu araştırmada kullanılan öğretim materyalleri ve testler aynen

kullanılarak, benzer bir araştırma deseni ile aynı araştırma soruları farklı hedef kitleler ile oluşturulmuş araştırma grupları ile tekrar sınanabilir.

- Gelecekteki araştırmalarda, aynı değişkenler kullanılarak; katılımcıların başarı düzeylerini açıklamaya yönelik olarak regresyon modelleri oluşturulabilir ve açıklanan varyans değeri ile kullanılan değişkenler hakkında ayrıntılı bir yapı ortaya konulabilir.

- Bu araştırmada katılımcıların üst bilişsel kararları değerlendirilirken, eş zamanlı ölçüm yöntemleri tercih edilmiştir. Gelecekte gerçekleştirilecek araştırmalarda eş zamanlı ölçüm yöntemleri dışındaki farklı yöntemler denenebilir. Böylelikle üst bilişsel kararların ölçüm yöntemlerinden etkilenip etkilenmediği ya da bu yöntemin farklılık oluşturup oluşturmadığı daha iyi bir yapı ile ortaya konulabilir.

- Bu araştırmada nesnel bilişsel yüklenme ölçümleri; uygulama kullanım süreleri, ikincil görevi gerçekleştirmede oluşan reaksiyon süresi ve uygulama tekrarlama sayıları olarak değerlendirilmiştir. Aynı zamanda araştırma bir ders süresi ile sınırlı tutulmuştur. Araştırma kapsamında uygulama tekrarlama sayıları için hiçbir değer üretilmemiş olması dikkat çekicidir. Dolayısıyla araştırmada kullanılan öğretim materyallerinin katılımcıları tekrar etmeye cesaretlendirecek bir yapıda hazırlanması ve süre sınırlaması olmadan katılımcılara sunulması ile benzer araştırmalar tekrar desenlenebilir. Böylelikle, öğrenenlerin kendi öğrenme hızlarında öğrenme görevlerini gerçekleştirmeleri ile ortaya çıkabilecek olası farklılık durumları incelenebilir.

- Araştırma kapsamında, katılımcıların başarı puanları; başarı testine ek olarak hatırlama ve kavrama testleri ile belirlenmiştir. Dolayısıyla bu araştırma kapsamında elde edilen sonuçlar; katılımcıların kısa süreli bellek düzeyleri ve hatırlama-kavrama performansları hakkında bilgi verebilmektedir. Gelecekte gerçekleştirilmesi planlanan araştırmalarda katılımcıların uzun süreli bellek düzeylerine ek olarak, transfer puanlarının da değerlendirilebilmesi amacıyla izleme testleri işe koşulabilir.

- Bu araştırmada tercih edilen nesnel bilişsel yüklenme ölçümleri, göz izleme ve EEG (Elektroensefalografi) gibi anlık bilişsel yüklenme, ortalama bilişsel yüklenme gibi farklı ve ayrıntılı bilişsel yüklenme düzeylerini inceleyebilecek araçlar ile gerçekleştirilebilir. Böylelikle katılımcıların AR ve VR ortamlarında maruz kaldıkları nesnel bilişsel yüklenme düzeyleri hakkında farklı yorumlamalarda bulunulabilir.

- Araştırmada tercih edilen VR gözlükler, standart kullanıma yönelik olarak üretilmiş olup VR özelliklerini katılımcılara ekonomik olarak sunabilmektedir. Gelişen

teknoloji ile birlikte daha erişilebilir olan VR gözlüklerin kaliteleri gün geçtikçe artış göstermekte ve VR gözlükler farklı nitelikler kazanmaktadır. Dolayısıyla gelecekteki araştırmalarda daha kaliteli ve profesyonel düzeyde VR gözlükler kullanılarak (Ör. Sony PlayStation VR, Zeiss VR One, LG 360 VR, Samsung Gear VR, Oculus Rift, HTC Vive Pro, vb.) benzer değişkenler ve katılımcılar ile araştırma sonuçlarının genellenebilirliği sınanabilir.

- Araştırmada kullanılan VR uygulamaları katılımcıların herhangi bir donanım birimine bağlı olmaksızın VR ortamında bulunan butonlarla ve yönergeler ile etkileşime girebileceği şekilde hazırlanmıştır. Bu durum katılımcıların VR ortamına adapte olabilmeleri ile ilişkili olabileceği gibi aynı zamanda alışılması zorlu bir süreç olarak katılımcılarda olumsuz etki yaratabilmektedir. Bu nedenle VR uygulamalarının kullanımında katılımcıların butonlar ve yönergeler ile etkileşime girebilmesini kolaylaştırmak amacıyla bluetooth bağlantı özelliklerine sahip kontrol cihazları tercih edilebilir.

- Araştırmada kullanılan AR yazılımları, marker (işaretçi) bağımsız olarak kullanılabilir. Araştırmada kullanılan web kamerası standart kullanım özellikleri sunmaktadır. Dolayısıyla bu web kameralar belli bir takip (izleme) saniye/kare oranına sahiptir. AR yazılımlarının marker bağımlı olarak kullanılabilmesi amaçlanıyor ise daha iyi izleme değerlerine sahip profesyonel AR web kameralarının tercih edilmesi önerilmektedir.

- Araştırmada katılımcılar 18-30 yaş aralığında olup katılımcıların yaş ortalamaları 20.83 olarak hesaplanmıştır. Katılımcıların yaş düzeylerine uygun olacak biçimde, AR yazılımlarını çalıştırmak için sunulan marker renksiz bir yapıda sunulmuştur. Gelecekteki araştırmalarda daha küçük yaş ortalamasına sahip olan gruplar ile benzer araştırmaların desenlenmesi söz konusu olduğunda AR yazılımlarının yanında katılımcılara sunulan marker renkli ve eğlenceli bir tasarımla hazırlanabilir.

- Araştırma olanaklar çerçevesinde; AR yazılımları için PC, VR uygulamaları için ise mobil cihazlar kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Dolayısıyla gelecekte gerçekleştirilecek çalışmalarda VR uygulamalarının da PC ile sunulması ile tercih edilen cihaz türünün bir farklılık oluşturup oluşturmayacağı da incelenebilir. Benzer şekilde AR yazılımları da mobil cihazlar ile sunulması ile tercih edilen cihaz türünün etkisi daha net biçimde ortaya konulabilir.

- Araştırmada tercih edilen ve çalışan bellek kapasitesi ölçümünde kullanılan görsel ağırlıklı test yerine farklı çalışan bellek kapasite testleri tercih edilerek araştırmanın genellenebilirliği desteklenebilir. Ayrıca birden fazla çalışan bellek testi işe koşularak ortalama çalışan bellek test puanları arasındaki ilişkiler incelenebilir.

- Araştırmada kullanılan AR yazılımları, deneysel uygulamanın gerçekleştirildiği laboratuvarlarda kullanılan PC olanakları gözetilerek hazırlanmıştır. Gelecekteki araştırmalarda daha güçlü PC sistemlerine yönelik olarak daha gerçekçi görsel efektlere sahip AR yazılımları üretilebilir. Buna ek olarak deneysel uygulamanın gerçekleştirildiği laboratuvarlarda DeepFreeze yazılımı kullanılmakta olup, bu yazılım PC performansına hard disk üzerinde gerçekleştirdiği kontrol işlemleri nedeniyle olumsuz etki yapabilmektedir. Dolayısıyla gelecekte yapılacak araştırmalarda bu ve benzeri performans engelleyici yazılımların, deneysel uygulama sürecinde pasifleştirilmesi önerilmektedir.

- Araştırma yalnızca metin ve görsel içerikli olarak hazırlanmış olup, gelecekte yapılacak çokluortam araştırmalarında AR ve VR gibi farklı ortamlarda, farklı çoklu ortam ilkeleri ile çalışan katılımcılar üzerinde ses etkisini inceleyebilmek amacıyla ses öğelerinden yararlanılabilir.

- Araştırma ulusal alanda gerçekleştirilen ilk deneysel çalışma olma özelliğine sahiptir. Dolayısıyla bu araştırmaya katılan katılımcılar AR ve VR ortamlarında sunulan ilgili içeriklere ilk kez deneyimleme şansına sahip olmuşlardır. Gelecekte yapılması olası çalışmalarda bu deneyime sahip olan katılımcılar ile bu deneyimi hiç yaşamamış olan katılımcıların elde edecekleri sonuçlar kıyaslanabilir.

- Araştırmada yer alan katılımcıların AR ve VR ortamlarında yaşadıkları veya yaşamaları muhtemel rahatsızlık durumları dikkate alınarak çalışma farklı biçimlerde şekillendirilebilir. Alanyazında özellikle simülasyon ortamlarında katılımcıların çeşitli sağlık problemleri ile karşılaşma olasılıkları olduğu ifade edilmektedir.

- Alanyazında çoklu ortam ilkelerine yönelik olarak gerçekleştirilen çalışmaları ayrıntılı olarak inceleyen bir içerik analizi gerçekleştirilerek, sonraki araştırmalar için araştırmacılara etkili olan manipülasyonların hangileri olduğu konusunda ayrıntılı bir yapı sunulabilir.

- Araştırmada nesnel bilişsel ölçümler için ikincil görev yapısı çoklu görev başlığı altında sunulmuş olup, alanyazında çoklu görev uygulamalarının hatırlama ve kavrama

bağlamında sorun yarattığı ifade edilmektedir. Dolayısıyla gelecekte yapılacak araştırmalarda nesnel bilişsel yüklenme ölçümlerinde çoklu görev öğeleri yerine farklı değerlendirmelerin tercih edilmesi önerilmektedir.

- VR ortamında katılımcıların görüş alanları 360 derecelik bir açıyla sunulmuştur. Bu durum ise katılımcıların ortamda yer alan bilgi içeriklerini görebilmeleri için kendi etraflarında dönerek bilgi içeriklerini izlemelerini gerektirmektedir. Gelecekte yapılacak çalışmalarda VR ortamında katılımcıların hareket alanları belirli oranlarda kısıtlanarak, hareketten kaynaklanması muhtemel kirlетici etkilerin ortadan kaldırılması sağlanabilir. Aynı zamanda hareket öğesinin VR ortamı için gerçekten kirlетici bir etki yaratıp yaratmadığı da irdelenebilir.

- Araştırmada üst bilişе yönelik katılımcı kararları incelenmiştir. Veri toplama arayüz uygulamasına entegre edilen bu karar yapısının gelecekte yapılacak çalışmalarda doğrudan AR ve VR ortamlarına dahil edilmesi ile üst biliş kararlarının AR ve VR ortamı içerisinde sorgulanması ile herhangi bir farklılık durumunun oluşup oluşmayacağı da incelenebilir.

- Bu araştırmada katılımcıların ön bilgi ve çalışan bellek kapasite durumları kontrol değişkeni olarak değerlendirildiği için eşit olmama ihtimali taşıyan değişkenler kontrol edilerek katılımcılar arasında söz konusu olabilecek farklılık durumları baştan engellenmeye çalışılmıştır. Bu durum ise katılımcıların diğer niteliklerinin ön plana alınmamasına neden olmuştur. Gelecekte yapılacak araştırmalarda katılımcıların cinsiyet, yaş düzeyleri ve sınıf düzeyleri birer değişken olarak sınıanabilir.

- VR uygulamalarının geliştirilme süreci, kullanılan harici yazılımları da göz önüne alarak dikkatli biçimde planlanmalıdır. VR uygulamaları güncel teknolojiler arasında yer almakta olup geliştirilme sürecinde kullanılan harici yazılımlar sıklıkla güncelleme almakta, bu durum ise VR uygulamalarının sürekli olarak güncel yazılımlara uyumluluğunu düzenleme bağlamında birtakım sorunları beraberinde getirmektedir. Dolayısıyla VR uygulama geliştirmeyi amaçlayan araştırmacıların, geliştiricilerin ve uzmanların bu durumu dikkate almaları önerilmektedir.

KAYNAKÇA

- Abdüsselam, M. S. (2014). Fizik öğretiminde artırılmış gerçeklik ortamlarının kullanımlarına ilişkin öğretmen ve öğrenci görüşleri: 11. sınıf manyetizma konusu örneği. *Pegem Eğitim ve Öğretim Dergisi*, 4(1), 59–74.
- Ainsworth, S. (2006). DeFT: A conceptual framework for considering learning with multiple representations. *Learning and Instruction*, 16(3), 183-198. <http://dx.doi.org/10.1016/j.learninstruc.2006.03.001>
- Akbulut, Y. (2010). *Sosyal bilimlerde SPSS uygulamaları: sık kullanılan istatistiksel analizler ve açıklamalı SPSS çözümleri*. İstanbul: İdeal Kültür Yayıncılık.
- Akbulut, Y. (2011). Bilişsel yük kuramı ve çoklu ortam tasarımı. Ö.Ö. Dursun ve H.F. Odabaşı (Ed.), *Çoklu ortam tasarımı (1. baskı)* içinde (s.37-55). Ankara: Pegem Akademi.
- Akbulut, Y. (2014). Bilişsel yük kuramı ve çoklu ortam tasarımı. Ö. Ö. Dursun ve H. F.Odabaşı (Ed.), *Çoklu ortam tasarımı (2. baskı)* içinde (s. 38-58). Ankara: Pegem Akademi.
- Akkoyunlu, B., ve Yılmaz, M. (2005). Türetimci çoklu ortam öğrenme kuramı. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28(28), 9-18.
- Alter, A. L. (2013). The benefits of cognitive disfluency. *Current Directions in Psychological Science*, 22(6), 437-442.
- Antonenko, P., Paas, F., Grabner, R., and van Gog, T. (2010). Using electroencephalography to measure cognitive load. *Educational Psychology Review*, 22(4), 425-438.
- Azuma, R. (1997). A survey of augmented reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 6(4), 355–385.
- Baddeley, A. (1992). Working memory: The interface between memory and cognition. *Journal of cognitive neuroscience*, 4(3), 281-288.
- Baggett, P. (1984). Role of temporal overlap of visual and auditory material in forming dual media associations. *Journal of Educational Psychology*, 76(3), 408.
- Baggett, P., and Ehrenfeucht, A. (1983). Encoding and retaining information in the visuals and verbals of an educational movie. *ECTJ*, 31(1), 23-32.
- Besken, M., and Mulligan, N. W. (2014). Perceptual fluency, auditory generation, and metamemory: analyzing the perceptual fluency hypothesis in the auditory

modality. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 40(2), 429.

Billingshurst, M., Kato, H., and Poupyrev, I. (2001). The MagicBook - moving seamlessly between reality and virtuality. *Computer Graphics and Applications*, 21(3), 6–8.

Bjork, E. L., and Bjork, R. A. (2011). Making things hard on yourself, but in a good way: Creating desirable difficulties to enhance learning. *Psychology and the real world: Essays illustrating fundamental contributions to society*, 56-64.

Bjork, R. A. (1994). Memory and metamemory considerations in the training of human beings. In J. Metcalfe & A. Shimamura (Eds.), *Metacognition: Knowing about knowing* (pp. 185–205). Cambridge, MA: MIT Press.

Bodemer, D., Ploetzner, R., Feuerlein, I., and Spada, H. (2004). The active integration of information during learning with dynamic and interactive visualisations. *Learning and Instruction*, 14(3), 325-341.

Bratfisch, O., Borg, G., and Dornic, S. (1972). *Perceived item-difficulty in three tests of intellectual performance capacity (Rep. No. 29)*. Stockholm: Institute of Applied Psychology, Sweden.

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., Steinbacher, S., Plass, J. L., and Leutner, D. (2002). Assessment of cognitive load within multimedia learning by the dual task methodology. *Experimental Psychology*, 49(2), 109–119.

Butcher, K. R. (2014). The multimedia principle. R. Mayer (Ed.), *The Cambridge handbook of multimedia learning* içinde, 2, 174-205. NY: Cambridge University Press.

Büyüköztürk, Ş. (1998). Kovaryans analizi (Varyans analizi ile karşılaştırmalı bir inceleme). *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 31(1).

Can, A. (2014). *SPSS ile bilimsel araştırma sürecinde nicel veri analizi* (3. baskı). Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.

Caudell, T. P., and Mizell, D. W. (1992). Augmented reality: An application of heads-up display technology to manual manufacturing processes. *Proceedings of the TwentyFifth Hawaii International Conference on*, 2, 659-669.

- Chandler, P., and Sweller, J. (1991). Cognitive load theory and the format of instruction. *Cognition and instruction*, 8(4), 293-332.
- Chandler, P., and Sweller, J. (1992). The split-attention effect as a factor in the design of instruction. *British Journal of Educational Psychology*, 62(2), 233-246.
- Chang, S. L., and Ley, K. (2006). A learning strategy to compensate for cognitive overload in online learning: Learner use of printed online materials. *Journal of Interactive Online Learning*, 5(1), 104-117.
- Chavan, C. F., Mouthon, M., Draganski, B., Van Der Zwaag, W., and Spierer, L. (2015). Differential patterns of functional and structural plasticity within and between inferior frontal gyri support training-induced improvements in inhibitory control proficiency. *Human brain mapping*, 36(7), 2527-2543.
- Chen, C., Toh, S., and Ismail, W. (2005). Are learning styles relevant to virtual reality? *Journal of Research on Technology in Education*, 38(2), 120-128.
- Cheng, K.-H., and Tsai, C.-C. (2013). Affordances of augmented reality in science learning: Suggestions for future research. *Journal of Science Education and Technology*, 22(4), 449-462.
- Chittaro, L., and Ranon, R. (2007). Web3D technologies in learning, education and training: motivations, issues, opportunities. *Computers & Education*, 49, 3-18.
- 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.
- Cierniak, G., Scheiter, K., and Gerjets, P. (2009). Explaining the split-attention effect: Is the reduction of extraneous cognitive load accompanied by an increase in germane cognitive load?. *Computers in Human Behavior*, 25(2), 315-324.
- Clark, R. C., Nguyen, F., and Sweller, J. (2006). *Efficiency in learning: Evidence-based guidelines to manage cognitive load*. Pfeiffer, U.S.A.
- Clore, G. L., and Parrott, W. G. (1994). Cognitive feelings and metacognitive judgments. *European Journal of Social Psychology*, 24(1), 101-115.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2. baskı). Lawrence Erlbaum Associates.
- Cowan, J., Ayres, P., and Kalyuga, S. (2011). *Cognitive load theory*. London: Springer.

- Craig, S. D., Gholson, B., and Driscoll, D. M. (2002). Animated pedagogical agents in multimedia educational environments: Effects of agent properties, picture features and redundancy. *Journal of educational psychology*, 94(2), 428.
- Creswell, J. W. (2011). *Educational research. Planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research (4th edition)*. MA: Pearson.
- Diemand-Yauman, C., Oppenheimer, D. M., and Vaughan, E. B. (2011). Fortune favors the (): Effects of disfluency on educational outcomes. *Cognition*, 118(1), 111-115.
- Dunlosky, J., and Mueller, M. L. (2016). Recommendations for exploring the disfluency hypothesis for establishing whether perceptually degrading materials impacts performance. *Metacognition and Learning*, 11(1)123-131.
- Dunlosky, J., and Lipko, A. R. (2007). Metacomprehension: A brief history and how to improve its accuracy. *Current Directions in Psychological Science*, 16(4), 228–232.
- Eitel, A., and Köhl, T. (2015). Effects of disfluency and test expectancy on learning with text. *Metacognition and Learning*, 1-15.
- Eitel, A., Köhl, T., Scheiter, K., and Gerjets, P. (2014). Disfluency Meets Cognitive Load in Multimedia Learning: Does Harder-to-Read Mean Better-to-Understand? *Applied Cognitive Psychology*, 28(4), 488-501.
- Erez, A., and Isen, A. M. (2002). The influence of positive affect on the components of expectancy motivation. *Journal of Applied psychology*, 87(6), 1055-1067.
- Fraenkel, J. R., Wallen, N. E., and Hyun, H. (2012). *The research problem. How to design and evaluate research in education (8th edition)*. New York: McGraw-Hill Humanities/Social Sciences/Languages.
- Fraenkel, J. R., Wallen, N. E., and Hyun, H. H. (2011). *How to design and evaluate research in education*. New York: McGraw-Hill.
- French, M. M. J., Blood, A., Bright, N. D., Futak, D., Grohmann, M. J., Hasthorpe, A. Tabor, J. (2013). Changing fonts in education: how the benefits vary with ability and dyslexia. *The Journal of Educational Research*, 106(4), 301-304.
- Frigon, J. Y., and Laurencelle, L. (1993). Analysis of covariance: A proposed algorithm. *Educational and Psychological Measurement*, 53(1), 1-18.
- Gall, M. D., Borg, W. R., and Gall, J. P. (1996). *Educational research: An introduction*. Longman Publishing.

- George, D., and Mallery, P. (2016). *IBM SPSS statistics 23 step by step: A simple guide and reference* (14th edition). Routledge.
- Ginns, P. (2005). Meta-analysis of the modality effect. *Learning and Instruction*, 15(4), 313–331.
- Godden, D., and Baddeley, A. D. (1980). When does context influence recognition memory? *British Journal of Psychology*, 71(1), 99–104.
- Griffin, T.D., Wiley, J., and Thiede, K.W. (2008). Individual differences, rereading, and self-explanation: Concurrent processing and cue validity as constraints on metacomprehension accuracy. *Memory & Cognition*, 36, 93–103.
- Harp, S. F., and Mayer, R. E. (1997). The role of interest in learning from scientific text and illustrations: On the distinction between emotional interest and cognitive interest. *Journal of educational psychology*, 89(1), 92-102.
- Harp, S. F., and Mayer, R. E. (1998). How seductive details do their damage: A theory of cognitive interest in science learning. *Journal of Educational Psychology*, 90(3), 414–434.
- Hartmann, S. (2012). *The role of reading comprehension and reading speed in text-based assessments of scientific inquiry skills*. Doctoral dissertation. University of Duisburg-Essen. Erişildi. http://duepublico.uni-duisburgessen.de/servlets/DerivateServlet/Derivate-33260/hartmann_diss.pdf.
- Herkert, J. (2011). *Trainings- und Transfereffekte des Arbeitsgedächtnisses [Training and Transfer Effects of Working Memory]*. Master thesis, University of Zurich, Zurich, Switzerland.
- Higgins, S., Hall, E., Wall, K., Woolner, P., and McCaughey, C. (2005). *The impact of school environments: A literature review*. London: Design Council.
- Horvath, L. (2014). *Influence of Personality Factors on Working Memory Training and Transfer Gains*. Master thesis, University of Zurich, Zurich, Switzerland.
- Huang, H. M., Rauch, U., and Liaw, S. S. (2010). Investigating learners' attitudes toward virtual reality learning environments: Based on a constructivist approach. *Computers & Education*, 55(3), 1171-1182.
- Huck, S. W. (2008). *Reading statistics and research* (5th edition). Boston: Pearson.
- Huck, S. W. (2012). *Reading statistics and research* (6th edition). Boston: Pearson.

- Jamet, E., and Le Bohec, O. (2007). The effect of redundant text in multimedia instruction. *Contemporary Educational Psychology*, 32(4), 588-598.
- 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.
- Kalyuga, S., Chandler, P., and Sweller, J. (1999). Managing split-attention and redundancy in multimedia instruction. *Applied cognitive psychology*, 13(4), 351-371.
- Kalyuga, S., Chandler, P., and Sweller, J. (2000). Incorporating learner experience into the design of multimedia instruction. *Journal of educational psychology*, 92(1), 126-136.
- Kester, L., Kirschner, P. A., and Van Merriënboer, J. J. (2005). The management of cognitive load during complex cognitive skill acquisition by means of computer-simulated problem solving. *British journal of educational psychology*, 75(1), 71-85.
- Kılıç, E. ve Karadeniz, S. (2004). Hiper ortamlarda öğrencilerin bilişsel yüklenme ve kaybolma düzeylerinin belirlenmesi. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi Dergisi*, 10(4), 562-579.
- 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 van Merriënboer, J. G. (2013). Do learners really know best? Urban legends in education. *Educational Psychologist*, 48(3), 169-183.
- Klopfer, E., and Squire, K. (2008). Environmental Detectives—the development of an augmented reality platform for environmental simulations. *Educational Technology Research and Development*, 56(2), 203-228.
- 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.
- Koller, C. I., Wetter, O. E., and Hofer, F. (2015). What is suspicious when trying to be inconspicuous? Criminal intentions inferred from nonverbal behavioral cues. *Perception*, 44(6), 679-708.
- Koriat, A., and Goldsmith, M. (1996). Monitoring and control processes in the strategic regulation of memory accuracy. *Psychological Review*, 103(3), 490-517.

- Küçük, S., Yılmaz, R. M., Baydaş, Ö., ve Göktaş, Y. (2014). Ortaokullarda artırılmış gerçeklik uygulamaları tutum ölçeği: Geçerlik ve güvenirlik çalışması. *Eğitim ve Bilim Dergisi*, 39(176), 383–392.
- Kühl, T., Eitel, A., Damnik, G., and Körndle, H. (2014). The impact of disfluency, pacing, and students' need for cognition on learning with multimedia. *Computers in Human Behavior*, 35, 189-198.
- Lan, L., Wargocki, P., Wyon, D. P., and Lian, Z. (2011). Effects of thermal discomfort in an office on perceived air quality, SBS symptoms, physiological responses, and human performance. *Indoor air*, 21(5), 376-390.
- Langer, N., von Bastian, C. C., Wirz, H., Oberauer, K., and Jäncke, L. (2013). The effects of working memory training on functional brain network efficiency. *Cortex*, 49(9), 2424-2438.
- Leahy, W., Chandler, P., and Sweller, J. (2003). When auditory presentations should and should not be a component of multimedia instruction. *Applied Cognitive Psychology: The Official Journal of the Society for Applied Research in Memory and Cognition*, 17(4), 401-418.
- Lee, H. (2014). Measuring cognitive load with electroencephalography and self-report: focus on the effect of English-medium learning for Korean students. *Educational Psychology*, 34(7), 838-848.
- Lehmann, J., Goussios, C., and Seufert, T. (2015). Working memory capacity and disfluency effect: An aptitude-treatment-interaction study. *Metacognition and Learning*, 11(1), 89-105.
- Lindner, M. A., Eitel, A., Barenthien, J., and Köller, O. (2018). An integrative study on learning and testing with multimedia: Effects on students' performance and metacognition. *Learning and Instruction*.
- Lindner, M. A., Ihme, J. M., Saß, S., and Köller, O. (2018). How representational pictures enhance students' performance and test-taking pleasure in low-stakes assessment. *European Journal of Psychological Assessment*, 34(6), 376-385. <http://dx.doi.org/10.1027/1015-5759/a000351>
- Magreehan, D. A., Serra, M. J., Schwartz, N. H., and Narciss, S. (2015). Further boundary conditions for the effects of perceptual disfluency on judgments of learning. *Metacognition and Learning*, 11(1), 35-56.

- Matcha, W., and Rambli, D. R. A. (2013). Exploratory study on collaborative interaction through the use of augmented reality in science learning. *Procedia Computer Science*, 25, 144–153.
- Mautone, P. D., and Mayer, R. E. (2001). Signaling as a cognitive guide in multimedia learning. *Journal of Educational Psychology*, 93(2), 377–389.
- Mayer, R. E. (1989). Systematic thinking fostered by illustrations in scientific text. *Journal of educational psychology*, 81(2), 240-246.
- Mayer, R. E. (1999). Designing instruction for constructivist learning. In C. M. Reigeluth (Ed.), *Instructional design theories and models* (pp. 141–159). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Mayer, R. E. (2001). *Multimedia learning*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Mayer, R. E. (2009). *Multimedia learning (2nd edition)*. New York, NY: Cambridge.
- Mayer, R. E., and Anderson, R. B. (1991). Animations need narrations: An experimental test of a dual-coding hypothesis. *Journal of educational psychology*, 83(4), 484-490.
- Mayer, R. E., and Anderson, R. B. (1992). The instructive animation: Helping students build connections between words and pictures in multimedia learning. *Journal of educational Psychology*, 84(4), 444-452.
- Mayer, R. E., and Jackson, J. (2005). The case for coherence in scientific explanations: Quantitative details can hurt qualitative understanding. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 11(1), 13–18.
- Mayer, R. E., and Moreno, R. (2002). Animation as an aid to multimedia learning. *Educational psychology review*, 14(1), 87-99.
- Mayer, R. E., and Sims, V. K. (1994). For whom is a picture worth a thousand words? Extensions of a dual-coding theory of multimedia learning. *Journal of educational psychology*, 86(3), 389-401.
- Mayer, R. E., Bove, W., Bryman, A., Mars, R., and Tapangco, L. (1996). When less is more: Meaningful learning from visual and verbal summaries of science textbook lessons. *Journal of Educational Psychology*, 88(1), 64–73.
- Mayer, R. E., Heiser, H., and Lonn, S. (2001). Cognitive constraints on multimedia learning: When presenting more material results in less understanding. *Journal of Educational Psychology*, 93(1), 187–198.

- Mayer, R. E., Moreno, R., Boire, M., and Vagge, S. (1999). Maximizing constructivist learning from multimedia communications by minimizing cognitive load. *Journal of educational psychology*, 91(4), 638-643.
- Mayer, R. E., Steinhoff, K., Bower, G., and Mars, R. (1995). A generative theory of textbook design: Using annotated illustrations to foster meaningful learning of science text. *Educational Technology Research and Development*, 43(1), 31-41.
- Merchant, Z., Goetz, E. T., Cifuentes, L., Keeney-Kennicutt, W., and Davis, T. J. (2014). Effectiveness of virtual reality-based instruction on students' learning outcomes in K-12 and higher education: A meta-analysis. *Computers & Education*, 70, 29-40.
- Metcalfe, J. (2009). Metacognitive judgments and control of study. *Current Directions in Psychological Science*, 18(3), 159-163.
- Michas, I. C., and Berry, D. C. (2000). Learning a procedural task: effectiveness of multimedia presentations. *Applied Cognitive Psychology: The Official Journal of the Society for Applied Research in Memory and Cognition*, 14(6), 555-575.
- 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.
- Monahan, T., McArdle, G., and Bertolotto, M. (2008). Virtual reality for collaborative e-learning. *Computers & Education*, 50(4), 1339-1353.
- Moreno, R., and Park, B. (2010). Cognitive load theory: Historical development and relation to other theories. J. L. Plass, R. Moreno ve R. Brünken, (Ed.), in *Cognitive load theory* (s.9-29). New York: Cambridge University Press.
- Moreno, R., and Mayer, R. E. (1999a). Cognitive principles of multimedia learning: The role of modality and contiguity. *Journal of educational psychology*, 91(2), 358.
- Moreno, R., and Mayer, R. E. (1999b). Multimedia-supported metaphors for meaning making in mathematics. *Cognition and instruction*, 17(3), 215-248.
- Moreno, R., and Mayer, R. E. (2000). A coherence effect in multimedia learning: The case for minimizing irrelevant sounds in the design of multimedia messages. *Journal of Educational Psychology*, 92, 117-125.
- Moreno, R., and Mayer, R. E. (2002a). Verbal redundancy in multimedia learning: When reading helps listening. *Journal of Educational Psychology*, 94(1), 156-163.

- Moreno, R., and Mayer, R. E. (2002b). Learning science in virtual reality multimedia environments: Role of methods and media. *Journal of educational psychology*, 94(3), 598-610. doi:10.1037/0022-0663.94.3.598
- Mousavi, S. Y., Low, R., and Sweller, J. (1995). Reducing cognitive load by mixing auditory and visual presentation modes. *Journal of educational psychology*, 87(2), 319.
- Najjar, L. J. (1996). *The effects of multimedia and elaborative encoding on learning*. Graphics, Visualization & Usability Center, Georgia Institute of Technology Press.
- Nedim, S. (2013). *The effect of augmented reality treatment on learning, cognitive load, and spatial visualization abilities*. Unpublished doctoral dissertation, University of Kentucky, Lexington, USA.
- Oberauer, K., Süß, H. M., Schulze, R., Wilhelm, O., and Wittmann, W. W. (2000). Working memory capacity—facets of a cognitive ability construct. *Personality and Individual Differences*, 29(6), 1017-1045.
- Oppenheim, C. (1993). Virtual Reality and the Virtual Library. *Information services and use*, 13(3), 215-27.
- Ozcelik, E., Arslan-Ari, I., and Cagiltay, K. (2010). Why does signaling enhance multimedia learning? Evidence from eye movements. *Computers in human behavior*, 26(1), 110-117.
- 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., and van Merriënboer, J. J. (1994). Instructional control of cognitive load in the training of complex cognitive tasks. *Educational Psychology Review*, 6(4), 351-371.
- Paas, F., Renkl, A., and Sweller, J. (2003). Cognitive load theory and instructional design: Recent developments. *Educational Psychologist*, 38(1), 1-4.

- Paas, F., Renkl, A., and Sweller, J. (2004). Cognitive load theory: Instructional implications of the interaction between information structures and cognitive architecture. *Instructional science*, 32(1-2), 1-8.
- Paas, F., 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.
- Paivio, A. (1986). *Mental representation: A dual coding approach*. New York: Oxford University Press.
- Pan, Z., Cheok, A. D., Yang, H., Zhu, J., and Shi, J. (2006). Virtual reality and mixed reality for virtual learning environments. *Computers & Graphics*, 30, 20–28.
- Pedró, F. (2006). The new millennium learners: *Challenging our views on ICT and learning*. Paris: OECD-CERI.
- Peterson, L. R., and Peterson, M. J. (1959). Short-term retention of individual verbal items. *Journal of Experimental Psychology*, 58(3), 193–198.
- Pieger, E., Mengelkamp, C., and Bannert, M. (2016). Metacognitive judgments and disfluency—Does disfluency lead to more accurate judgments, better control, and better performance?. *Learning and Instruction*, 44, 31-40.
- Plass, J. L., Kalyuga, S., and Leutner, D. (2010). Individual differences and cognitive load theory. J. L. Plass, R. Moreno ve R. Brünken (Ed.), *Cognitive load theory içinde* (4th edition). New York: Cambridge.
- Prensky, M. (2001). Digital natives, digital immigrants part I. *On the Horizon*, 9(5), 1-6.
- Rauch, U. (2007). Who owns this space anyway? The Arts 3D VL Metaverse as a network of imagination, In. *Proceedings of ED-MEDIA, 2007*, 4249–4253.
- Raupers, P. M. (2000). Effects of accommodating learning-style preferences on long-term retention of technology training content. In *National Forum of Applied Educational Research Journal*, 13(2), 23-26.
- Reiser, R. A. (2012). A history of instructional design and technology. R. A. Reiser ve J. V. Dempsey (Ed.), *Trends and issues in instructional design and technology içinde* (s. 17-34). Boston: Pearson.
- Renkl, A., and Scheiter, K. (2017). Studying visual displays: how to instructionally support learning. *Educational Psychology Review*, 29(3), 599-621.

- Rhodes, M. G., and Castel, A. D. (2008). Memory predictions are influenced by perceptual information: evidence for metacognitive illusions. *Journal of Experimental Psychology: General*, 137(4), 615-625.
- Riva, G. (2003). Applications of virtual environments in medicine. *Methods of Information in Medicine*, 42(5), 524–534.
- Rosner, T. M., Davis, H., and Milliken, B. (2015). Perceptual blurring and recognition memory: A desirable difficulty effect revealed. *Acta psychologica*, 160, 11-22.
- Sanchez, C. A., and Jaeger, A. J. (2015). If it's hard to read, it changes how long you do it: Reading time as an explanation for perceptual fluency effects on judgment. *Psychonomic bulletin & review*, 22(1), 206-211.
- Saß, S., Wittwer, J., Senkbeil, M., and Koller, O. (2012). Pictures in test items: Effects on response time and response correctness. *Applied Cognitive Psychology*, 26(1), 70-81. <http://dx.doi.org/10.1002/acp.1798>.
- Schank, P., and Kozma, R. (2002). Learning chemistry through the use of a representation-based knowledge building environment. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 21(3), 253-279.
- Schnotz, W., and Bannert, M. (2003). Construction and interference in learning from multiple representation. *Learning and Instruction*, 13(2), 141-156. [http://dx.doi.org/10.1016/S0959-4752\(02\)00017-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0959-4752(02)00017-8)
- 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 & behavior*, 67(5), 783-789.
- Senemoğlu, N. (1997). *Gelişim ve öğrenme kuramdan uygulamaya*. Ankara: Spot Matbaacılık.
- Seufert, T., Wagner, F., and Westphal, J. (2017). The effects of different levels of disfluency on learning outcomes and cognitive load. *Instructional Science*, 45(2), 221-238.
- Sidi, Y., Ophir, Y., and Ackerman, R. (2016). Generalizing screen inferiority-does the medium, screen versus paper, affect performance even with brief tasks?. *Metacognition and Learning*, 11(1)15-33.
- Smith, S. M., and Vela, E. (2001). Environmental context-dependent memory: A review and meta-analysis. *Psychonomic Bulletin & Review*, 8(2), 203-220.

- Song, H., and Schwarz, N. (2008). If it's hard to read, it's hard to do processing fluency affects effort prediction and motivation. *Psychological Science*, 19(10), 986-988.
- Sotiriou, S., and Bogner, F. X. (2008). Visualizing the invisible: augmented reality as an innovative science education scheme. *Advanced Science Letters*, 1(1), 114-122.
- Squire, K. D., and Jan, M. (2007). Mad city mystery: Developing scientific argumentation skills with a place-based augmented reality game on handheld computers. *Journal of Science Education and Technology*, 16(1), 5-29.
- Stone, J. M., and Towse, J. (2015). A working memory test battery: Java-based collection of seven working memory tasks. *Journal of Open Research Software*, 3(1):e5, doi: <http://dx.doi.org/10.5334/jors.br>
- Stone, R. J. (1991). Virtual reality and cyberspace: from science fiction to science fact. *Information services & use*, 11(5-6), 283-300.
- Strukelj, A., Scheiter, K., Nyström, M., and Holmqvist, K. (2016). Exploring the lack of a disfluency effect: Evidence from eye movements. *Metacognition and Learning*, 11(1), 71-88.
- Stull, A. T., and Mayer, R. E. (2007). Learning by doing versus learning by viewing: Three experimental comparisons of learner-generated versus author-provided graphic organizers. *Journal of educational psychology*, 99(4), 808-820.
- Susser, J. A., Mulligan, N. W., and Besken, M. (2013). The effects of list composition and perceptual fluency on judgments of learning (JOLs). *Memory & cognition*, 41(7), 1000-1011.
- Sweller, J. (2005). Implications of cognitive load theory for multimedia learning. In R. E. Mayer (Ed.), *The Cambridge handbook of multimedia learning* (pp. 19-30). New York: Cambridge University Press.
- Sweller, J. (2008). Human cognitive architecture. In J. M. Spector, M. D. Merrill, J. J. G. van Merriënboer and M. P. Driscoll (Eds.), "*Handbook of Research on Educational Communications and Technology (3th. edition)*" (pp. 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). Measuring cognitive load. In Sweller, J., Ayres, P. and Kalyuga, S. (Eds.) *Cognitive load theory* (pp. 71-85). Springer, New York, NY.
- Sweller, J., Chandler, P., Tierney, P., and Cooper, M. (1990). Cognitive load as a factor in the structuring of technical material. *Journal of experimental psychology: general*, 119(2), 176.
- 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.
- Tabachnick, B. G., and Fidell, L. S. (2007). *Using multivariate statistics*. Allyn and Bacon/Pearson Education.
- Tabachnick, B. G., and Fidell, L. S. (2012). *Using multivariate statistics (6th edition)*. New Jersey: Pearson.
- Tapscott, A. (2009). *Grown up digital-How the net generation is changing your world*. New York: McGraw Hill.
- Thompson, D. V., and Ince, E. C. (2013). When disfluency signals competence: The effect of processing difficulty on perceptions of service agents. *Journal of Marketing Research*, 50(2), 228-240.
- Tindall-Ford, S., Chandler, P., and Sweller, J. (1997). When two sensory modes are better than one. *Journal of experimental psychology: Applied*, 3(4), 257.
- Tomi, A. B., and Rambli, D. R. A. (2013). An interactive mobile augmented reality magical playbook: Learning number with the thirsty crow. *Procedia Computer Science*, 25, 123– 130.
- Tsou, W., Wang, W., and Tzeng, Y. (2006). Applying a multimedia storytelling website in foreign language learning. *Computers & Education*, 47(1), 17-28.
- Uline, C., and Tschannen-Moran, M. (2008). The walls speak: The interplay of quality facilities, school climate, and student achievement. *Journal of Educational Administration*, 46(1), 55-73.
- Valcke, M. (2002). Cognitive load: updating the theory?. *Learning and Instruction*, 12(1), 147-154.
- 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 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.
- von Bastian, C. C. (2012). *Working Memory Training and Transfer Effects*. Doctoral thesis, University of Zurich, Zurich, Switzerland.
- von Bastian, C. C., and Eschen, A. (2016). Does working memory training have to be adaptive?. *Psychological research*, 80(2), 181-194.
- von Bastian, C. C., and Oberauer, K. (2013). Distinct transfer effects of training different facets of working memory capacity. *Journal of Memory and Language*, 69(1), 36-58.
- von Bastian, C. C., Langer, N., Jäncke, L., and Oberauer, K. (2013). Effects of working memory training in young and old adults. *Memory & cognition*, 41(4), 611-624.
- von Bastian, C. C., Souza, A. S., and Gade, M. (2016). No evidence for bilingual cognitive advantages: A test of four hypotheses. *Journal of Experimental Psychology: General*, 145(2), 246.
- Whelan, R. (2002). Optimizing cognitive load in multimedia learning. Retrived January 12, 2015 from <http://create.alt.ed.nyu.edu/bob/doctoral.pdf>.
- Wittrock, M. C. (1989). Generative processes of comprehension. *Educational Psychologist*, 24(4), 345–376.
- Wong, B. L. W., Ng, B. P., and Clark, S. A. (2000). Assessing the effectiveness of animation and virtual reality in teaching operative dentistry. *Journal of Dentistry: Educational Technology Section*.1(1).
- Wu, H. K., Lee, S. W. Y., Chang, H. Y., and Liang, J. C. (2013). Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. *Computers & Education*, 62, 41-49.
- Yen, J.-C., Tsai, C.-H., and Wu, M. (2013). Augmented reality in the higher education: students' science concept learning and academic achievement in astronomy. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 103, 165–173.
- Yue, C. L., Castel, A. D., and Bjork, R. A. (2013). When disfluency is—and is not—a desirable difficulty: The influence of typeface clarity on metacognitive judgments and memory. *Memory & Cognition*, 41(2), 229-241.

Zagoranski, S., and Divjak, S. (2003). Use of augmented reality in education. In: EUROCON 2003, Ljubljana, Slovenia, pp 339–342.

EKLER

Ek-1. Hatırlama Testi Belirtke Tablosu

Hatırlama Testi Belirtke Tablosu

AMAÇ	Soru Numarası	İçerik Numarası
1. Yıldırım oluşumu konusu hakkında genel açıklamalar yapabilir.	1	1-4 ve 11-16
2. Yıldırım bulutunun oluşum aşamalarını açıklayabilir.	2	3 ve 4
3. Yıldırım tiplerini tanımlayabilir.	3	11
4. Yıldırım oluşumuna yönelik Simpson ve Lomonosow tarafından ileri sürülen teori hakkında bilgi verebilir.	4	5 ve 6
5. Yıldırım oluşumuna yönelik olarak Elster ve Geitel tarafından ileri sürülen teori hakkında bilgi verebilir.	5	7 ve 8
6. Yıldırım oluşumuna yönelik Frenkel tarafından ileri sürülen teori hakkında bilgi verebilir.	6	9 ve 10
7. Yıldırım oluşumunda ortaya çıkan elektrodinamik etkileri açıklayabilir.	7	12
8. Yıldırım oluşumunda ortaya çıkan elektrokimyasal etkileri açıklayabilir.	8	12 ve 13
9. Yıldırım oluşumu ile meydana gelen ışık etkisi hakkında bilgi verebilir.	9	12 ve 13
10. Yıldırım oluşumu ile meydana gelen ısı etkisi hakkında bilgi verebilir.	10	12 ve 13

Ek-2. Hatırlama Testi

Hatırlama Testi

Soru 1. Yıldırım oluşumu hakkında hatırladıklarınızın tümünü yazınız.

Soru 2. Yıldırım bulutunun oluşumundaki üç aşama hakkında hatırladıklarınızın tümünü yazınız.

Soru 3. Bilinen dört çeşit yıldırım tipi hakkında hatırladıklarınızın tümünü yazınız.

Soru 4. Yıldırım oluşumuna yönelik Simpson ve Lomonosow'un ileri sürdüğü teoriye ilişkin hatırladıklarınızın tümünü yazınız.

Soru 5. Yıldırım oluşumuna yönelik Elster ve Geitel'in ileri sürdüğü teoriye ilişkin hatırladıklarınızın tümünü yazınız.

Soru 6. Yıldırım oluşumuna yönelik Frenkel tarafından ileri sürülen teoriye ilişkin hatırladıklarınızın tümünü yazınız.

Soru 7. Yıldırım oluşumu ile gerçekleşen elektrodinamik etkiler hakkında hatırladıklarınızın tümünü yazınız.

Soru 8. Yıldırım oluşumu ile gerçekleşen elektrokimyasal etkiler hakkında hatırladıklarınızın tümünü yazınız.

Soru 9. Yıldırım oluşumu ile gerçekleşen ışık etkisi hakkında hatırladıklarınızın tümünü yazınız.

Soru 10. Yıldırım oluşumu ile gerçekleşen ısı etkisi hakkında hatırladıklarınızın tümünü yazınız.

Ek-3. Hatırlama Testi Yanıt Anahtarı

Hatırlama Testi Yanıt Anahtarı

Hatırlama Testinde yer alan her bir soruya ilişkin değerlendirme amacıyla genel bir cevap metni oluşturulmuş olup, katılımcının verdiği yanıtın cevap metni ile yakından benzerlik göstermesi veya eşanlamlı yanıtlar sunması, katılımcının ilgili soru için vermiş olduğu yanıtın değerlendirme kapsamına alınması için yeterlidir. Her bir yanıt için katılımcının alabileceği en büyük ve en küçük puanlar, ilgili soruların yanıt metinleri ile birlikte sunulmuştur. Her doğru yanıt cümlesi için 1 puan alınmaktadır.

Soru 1. Yıldırım oluşumu hakkında hatırladıklarınızın tümünü yazınız. (7 puan)

Katılımcı Yanıtı:

Değerlendirmeye Esas Metin	Puan
Yıldırım oluşumunu açıklamaya yönelik çeşitli çalışmalar yapılmıştır.	1
Yıldırım oluşumu halen tam olarak açıklanamamıştır.	1
Dört çeşit yıldırım tipi bulunmaktadır.	1
Yıldırım oluşumu üç aşamadan oluşmaktadır.	1
Bulut ile yer arasında gerçekleşen elektrik boşalması yıldırım olarak adlandırılır.	1
Yıldırım oluşumu süresince altı farklı etkiden söz etmek mümkündür.	1
Yıldırımın yıkıcı etkilerinden korunmak için birtakım önlemler alınabilir.	1

Soru 2. Yıldırım bulutunun oluşumundaki üç aşama hakkında hatırladıklarınızın tümünü yazınız. (6 puan)

Katılımcı Yanıtı:

Değerlendirmeye Esas Metin	Puan
Yıldırım oluşumu tam olarak açıklanamamaktadır.	1
Yıldırım bulutunun oluşumunda üç aşama söz konusudur.	1
Bu aşamalar; gençlik, olgunluk ve yaşlılık aşamalarıdır.	1
Gençlik aşamasında hava akımları artış gösterir.	1
Olgunluk aşamasında yağmur oluşumu gerçekleşir.	1
Yaşlılık aşamasında hava akımları sona erer.	1

Soru 3. Bilinen dört çeşit yıldırım tipi hakkında hatırladıklarınızın tümünü yazınız. (4 puan)

Katılımcı Yanıtı:

Değerlendirmeye Esas Metin	Puan
(-) inişli yıldırım tipi	1
(+) inişli yıldırım tipi	1
(-) çıkışlı yıldırım tipi	1
(+) çıkışlı yıldırım tipi	1

Soru 4. Yıldırım oluşumuna yönelik Simpson ve Lomonosow'un ileri sürdüğü teoriye ilişkin hatırladıklarınızın tümünü yazınız. (4 puan)

Katılımcı Yanıtı:

Değerlendirmeye Esas Metin	Puan
Bulutlardaki yükler, hava akımı yardımıyla oluşmaktadır.	1
Su damlacıklarının sürtünmesi ile yüklenme meydana gelir.	1
Bulutların alt kısımları pozitif yüklü olacağından, deşarjı da pozitif kutbiyette olacaktır.	1
Bu teori yıldırım oluşumunu tam olarak açıklayamamaktadır.	1

Soru 5. Yıldırım oluşumuna yönelik Elster ve Geitel'in ileri sürdüğü teoriye ilişkin hatırladıklarınızın tümünü yazınız. (6 puan)

Katılımcı Yanıtı:

Değerlendirmeye Esas Metin	Puan
Bulutların yüklenmesi tesir yoluyla meydana gelmektedir.	1
Su damlacıklarının alt uçları pozitif, üst uçları negatif olacak şekilde kutuplanır.	1
Su damlacıkları yer çekimi etkisiyle hareket ederken, havanın negatif iyonunu absorbe ederken pozitif iyonu da iter.	1
Ağır su damlacıkları negatif elektrikli parçacık haline gelir.	1
Teori yalnızca negatif kutbiyetteki yıldırım deşarjlarını açıklayabilmektedir.	1
Bu teori de yıldırım oluşumunu tam olarak açıklayamamaktadır.	1

Soru 6. Yıldırım oluşumuna yönelik Frenkel tarafından ileri sürülen teoriye ilişkin hatırladıklarınızın tümünü yazınız. (3 puan)

Katılımcı Yanıtı:

Değerlendirmeye Esas Metin	Puan
Dünyanın azalan elektrik yükünü dengeleyecek bir olayın meydana gelmesi gerekmektedir.	1
Dünyanın elektrik yükünün sabit kalmasında en önemli rolü negatif yıldırım deşarjları sağlamaktadır.	1
Bu teori de yıldırım oluşumunu açıklamada yetersiz kalmıştır.	1

Soru 7. Yıldırım oluşumu ile gerçekleşen elektrodinamik etkiler hakkında hatırladıklarınızın tümünü yazınız. (5 puan)

Katılımcı Yanıtı:

Değerlendirmeye Esas Metin	Puan
Manyetik alanda yer alan metaller üzerinde meydana gelen bir etkidir.	1
İnce borularda ezilmelere neden olur.	1
Paralel iletkenlerde çarpışma gibi olaylar meydana gelir.	1
İletken kroşelerin sökülmesi gibi olaylar oluşabilir.	1
Yıkıcı etkilere neden olabilir.	1

Soru 8. Yıldırım oluşumu ile gerçekleşen elektrokimyasal etkiler hakkında hatırladıklarınızın tümünü yazınız. (4 puan)

Katılımcı Yanıtı:

Değerlendirmeye Esas Metin	Puan
Elektrolit parçalanmaları sonucu metallerin açığa çıkmasına neden olur.	1
Ozon gazı oluşumunda bu etkiler önemli rol oynamaktadır.	1
Akım şiddeti nedeniyle meydana gelen bir etkidir.	1
Yıkıcı ve olumsuz etkilere neden olabilir.	1

Soru 9. Yıldırım oluşumu ile gerçekleşen ışık etkisi hakkında hatırladıklarınızın tümünü yazınız. (4 puan)

Katılımcı Yanıtı:

Değerlendirmeye Esas Metin	Puan
Çok parlak bir ışık yayılması meydana gelir.	1
Yakın mesafede gerçekleşmesi durumunda geçici görme bozukluğuna neden olabilir.	1
Görme fonksiyonu üzerinde olumsuz sonuçlara neden olabilir.	1
Yıkıcı ve olumsuz etkilere neden olabilir.	1

Soru 10. Yıldırım oluşumu ile gerçekleşen ısı etkisi hakkında hatırladıklarınızın tümünü yazınız. (4 puan)

Katılımcı Yanıtı:

Değerlendirmeye Esas Metin	Puan
Yıldırım kanalında oluşan ısı ile etki gösterir.	1
Yıldırımın etkilediği iletkenlerde ısı etkisine neden olur.	1
Akım değerinin yüksek olmasına rağmen çok kısa sürede gerçekleşmesi nedeniyle aşırı ısı artışına neden olmaz	1
Yıkıcı ve olumsuz etkilere neden olabilir.	1

Ek-4. Kavrama Testi Belirtke Tablosu

Kavrama Testi Belirtke Tablosu

AMAÇ	Soru Numarası	İçerik Numarası
1. Yıldırım tiplerinin hangi ölçütlere göre belirlendiği hakkında açıklamalar yapabilir.	1	11
2. Yıldırım oluşumunu hisseden bir bireyin korunması için yapması gereken önlemlerin neler olduğunu açıklayabilir.	2	15 ve 16
3. Yıldırım bulutunun oluşum aşamaları arasında gerçekleşen farklılıkların neler olduğunu ifade edebilir.	3	4
4. Yıldırımın çoğunlukla sivri noktalara düşmesine neden olarak ileri sürülen bilgiler hakkında açıklamalarda bulunabilir.	4	16
5. Korunmayan bir bölgeye düşen yıldırımın yaratacağı yıkıcı etkilerin neler olabileceğini açıklayabilir.	5	12-14

Ek-5. Kavrama Testi

Kavrama Testi

Soru 1. Yıldırım oluşumu konusunda araştırmalar sonucu ortaya çıkan dört çeşit yıldırım tipi bulunmaktadır. Bu yıldırım tipleri hangi kritere göre belirlenmiştir?

Soru 2. İnsanların yıldırım oluşumunu hissetmesi mümkün olabilmektedir. Yıldırım oluşumunu orman gibi bir ortamda hisseden bir kişinin yapması gerekenler nelerdir?

Soru 3. Gençlik aşamasında olduğu belirlenen bir yıldırım bulutunun olgunluk aşamasına geçmesi durumunda ne olur?

Soru 4. Yıldırımın çoğu zaman sivri yerlere düştüğü bilinmektedir. Bu durumun nedeni nedir?

Soru 5. Yıldırımın düştüğü yerlerdeki etkileri, düştüğü yerin durumuna göre değişiklik göstermektedir. Korunmayan bir bölgeye düşen yıldırımın yaratacağı etkiler nelerdir?

Ek-6. Kavrama Testi Yanıt Anahtarı

Kavrama Testi Yanıt Anahtarı

Kavrama Testinde yer alan her bir soruya ilişkin değerlendirme amacıyla genel bir cevap metni oluşturulmuş olup, katılımcının verdiği yanıtın cevap metni ile yakından benzerlik göstermesi veya eşanlamlı yanıtlar sunması, katılımcının ilgili soru için vermiş olduğu yanıtın değerlendirme kapsamına alınması için yeterlidir. Her bir yanıt için katılımcının alabileceği en büyük ve en küçük puanlar, ilgili soruların yanıt metinleri ile birlikte sunulmuştur. Her doğru yanıt cümlesi için 1 puan alınmaktadır.

Soru 1. Yıldırım oluşumu konusunda araştırmalar sonucu ortaya çıkan dört çeşit yıldırım tipi bulunmaktadır. Bu yıldırım tipleri hangi kritere göre belirlenmiştir? (2 puan)

Katılımcı Yanıtı:

Değerlendirmeye Esas Metin	Puan
Yıldırım tipleri, elektrik yüklerinin boşalma yönüne göre belirlenir.	1
Ayrıca yıldırım tipleri, elektrik yüklerinin negatif veya pozitif olmasına göre belirlenmektedir.	1

Soru 2. İnsanların yıldırım oluşumunu hissetmesi mümkün olabilmektedir. Yıldırım oluşumunu orman gibi bir ortamda hisseden bir kişinin yapması gerekenler nelerdir? (3 puan)

Katılımcı Yanıtı:

Değerlendirmeye Esas Metin	Puan
Toprağa yüz üstü yatarak yer ile bulut arasındaki mesafeyi kısaltarak yıldırımın iniş veya çıkış noktası olmaktan kaçınmak.	1
Yüksek konumlu yerlerden hızlı bir biçimde uzaklaşarak güvenli bir yere sığınmak.	1
Mümkün olan en kısa süre içerisinde sivri noktaların yakınından ve uzun cisimlerin etrafından uzaklaşmak.	1

Soru 3. Gençlik aşamasında olduğu belirlenen bir yıldırım bulutunun olgunluk aşamasına geçmesi durumunda ne olur? (4 puan)

Katılımcı Yanıtı:

Değerlendirmeye Esas Metin	Puan
Olgunluk aşamasında yağmur oluşumu gözlenir.	1
Aynı anda yukarıdan aşağıya hareket eden soğuk rüzgârlar görülür.	1
Soğuk rüzgârların yere oluşması ile şiddetli fırtınalar oluşur.	1
Bu aşama yaklaşık 15-30 dakika kadar sürer.	1

Soru 4. Yıldırımın çoğu zaman sivri yerlere düştüğü bilinmektedir. Bu durumun nedeni nedir? (1 puan)

Katılımcı Yanıtı:

Değerlendirmeye Esas Metin	Puan
Bu durumun nedeni iletkenlerde en kuvvetli elektrik alanının keskin kenarlarda ve uçlarda olmasıdır.	1

Soru 5. Yıldırımın düştüğü yerlerdeki etkileri, düştüğü yerin durumuna göre değişiklik göstermektedir. Korunmayan bir bölgeye düşen yıldırımın yaratacağı etkiler nelerdir? (4 puan)

Katılımcı Yanıtı:

Değerlendirmeye Esas Metin	Puan
Ağağların yanmasına neden olur.	1
Üzerinden geçtiği canlıların ölmesine neden olur.	1
Elektrik-elektronik donanımların hasar almasına neden olur.	1
Zararlı etkilere ek olarak sivri noktalardan toprağa geçerek zararsız bir biçimde sona erebilir.	1

Ek-7. Başarı Testi Belirtke Tablosu

Başarı Testi Belirtke Tablosu

AMAÇ	Soru Numarası	İçerik Numarası
Yıldırım oluşumu hakkında açıklama yapabilir.	1, 10	1-4
Yıldırım oluşumunu açıklamaya yönelik çalışmalar hakkında bilgi verebilir.	3, 5, 9, 12, 14	5-10
Yıldırım bulutunun oluşum aşamaları hakkında bilgi verebilir.	2, 6, 7	3-4
Bilinen yıldırım tipleri hakkında bilgi verebilir.	4, 8	11
Yıldırım oluşumu ile gerçekleşen etkileri açıklayabilir.	11, 13, 15	12-16

Ek-8. Başarı Testi

Ön-Test ve Başarı Testi Soruları

Soru 1. Yıldırım oluşumuna yönelik olarak aşağıdaki ifadelerden hangisi doğrudur?

- A) Yıldırımı oluşturan fırtına bulutunun oluşumu hakkında kesin bilgilere ulaşılamamıştır.
- B) Bulutun elektrikle nasıl yüklendiği konusunda 18. yüzyıldan itibaren kesin bilgilere ulaşılmıştır.
- C) Hava, yukarı çıkışı sırasında ısınır ve belirli bir yükseklikte su buharına doyacağı sıcaklığa erişir.
- D) Havanın çok fazla yükselmesi kondenzasyona sebep olur ve bulut oluşur.
- E) Yıldırım bulutunun oluşumunda dört aşama söz konusudur.

Soru 2. Aşağıdakilerden hangisi yıldırım bulutunun gençlik aşamasında ortaya çıkan olaylardan biridir?

- A) Hava akımları aşağıdan yukarı doğru ve kenarlardan ortaya doğru artar.
- B) Yağmur oluşumu gözlenir.
- C) Bulutun içiye azalan kaldırma kuvveti şiddetli yağmur oluşumuna neden olur.
- D) Yukarıdan aşağıya doğru hareket eden soğuk rüzgârlar ortaya çıkar.
- E) Soğuk rüzgârların yere ulaşması ile birlikte şiddetli fırtınalar meydana gelir.

Soru 3.

- I. Simpson ve Lomonosow
- II. Elster ve Geitel
- III. J. I. Frenkel
- IV. Faraday ve Volta

Yıldırım oluşumunu açıklamaya yönelik çeşitli teoriler ortaya atılmıştır. Seçeneklerde verilen araştırmacılardan hangileri yıldırım oluşumunu açıklamaya yönelik herhangi bir teori sunmamıştır?

- A) I ve II
- B) II ve III
- C) I, III ve IV
- D) Yalnızca III
- E) Yalnızca IV

Soru 4.

- I. (-) inişli
- II. (-) çıkışlı
- III. (+) inişli
- IV. (+) çıkışlı

Yıldırım oluşumu sırasında ortaya çıkan yıldırım tipleri seçeneklerin hangisinde doğru olarak verilmiştir?

- A) I ve II
- B) II ve IV
- C) III ve IV
- D) I, II ve III
- E) I, II, III ve IV

Soru 5.

- I. Bulutlardaki yüklerin hava akımı yardımıyla oluştuğu
- II. Deşarjların yaklaşık %85-90'ının negatif kutbiyette olduğu
- III. Pozitif kutbiyetteki yıldırım deşarjlarının %10-15 civarında olduğu

Yukarıda ayrıntıları ve varsayımları verilen, yıldırım oluşumunu açıklamaya yönelik teori kim veya kimler tarafından ileri sürülmüştür?

- A) Simpson ve Lomonosow
- B) Elster ve Geitel
- C) J.I. Frenkel
- D) Faraday ve Volta
- E) Wilhelm Eduard Weber

Soru 6. Aşağıdakilerden hangisi yıldırım bulutunun yaşlılık aşamasında ortaya çıkan olaylardan biridir?

- A) Bu aşama yaklaşık 10-15 dakika sürer.
- B) Yağmur oluşumu gözlenir.
- C) Hava akımları sona erer.
- D) Soğuk rüzgârların yere ulaşması ile birlikte şiddetli fırtınalar meydana gelir.
- E) Hava akımları aşağıdan yukarı doğru ve kenarlardan ortaya doğru artar.

Soru 7.

- I. Bu aşama yaklaşık 10-15 dakika sürer.
- II. Şiddetli fırtınalar oluşur.
- III. Hava akımları sona erer.
- IV. Yukarıdan aşağıya hareket eden soğuk rüzgârlar meydana gelir.

Yıldırım bulutlarının aşamaları göz önüne alındığında yukarıda verilen ifadelerden hangileri olgunluk aşamasında gerçekleşir?

- A) Yalnızca II
- B) I ve III
- C) II ve IV
- D) II ve III
- E) I, II ve III

Soru 8. Yıldırım oluşumu üzerine gerçekleştirilen araştırmalar bilinen dört çeşit yıldırım tipi olduğunu ortaya koymaktadır. Bu yıldırım tipleri hangi kritere göre belirlenmiştir?

- A) Bulutların iyonosfere olan uzaklıkları
- B) Elektrik yüklerinin boşalma yönü
- C) Bulutların birbirlerine olan uzaklıkları
- D) Bulutlar arasında gerçekleşen deşarj şiddetinin yoğunluğu
- E) Elektrik yüklenmelerinin yoğunluğu

Soru 9. Yıldırım oluşumu her zaman insanların ilgisini çekmiş ve hayatlarını etkilemiştir. İlk olarak Descartes, yıldırım ile ilgili teoriyi ortaya atmıştır. Bu bilgiden hareketle yıldırım oluşumunu açıklamaya yönelik girişimlerin hangi yüzyıldan itibaren gerçekleştiği ileri sürülebilir?

- A) 16. yüzyıl
- B) 17. yüzyıl
- C) 18. yüzyıl
- D) 19. yüzyıl
- E) 15. yüzyıl

Soru 10. Yıldırım oluşumuna yönelik verilen bilgilerden hangisi doğrudur?

- A) Bulutların yıldırım üretebilmeleri için öncelikle yüklerini deşarj etmesi gerekir.
- B) Bulutlar arasında gerçekleşen elektrik yükü boşalmasına yıldırım denir.
- C) Yeryüzü ile bulutlar arasında gerçekleşen elektrik yükü boşalmasına şimşek denir.
- D) Yıldırım oluşumunun nasıl gerçekleştiği tam olarak bilinmemektedir.
- E) Yıldırım oluşumu sırasında deşarj durumunda 7.000.000 amper büyüklüğünde akım oluşur.

Soru 11. Seçeneklerden hangisi yıldırım oluşumu ile ortaya çıkan etkilerden biri değildir?

- A) Elektrodinamik etki
- B) Basınç etkisi
- C) Elektrokimyasal etki
- D) Işık ve ısı etkisi
- E) Nükleer etki

Soru 12. Yıldırım oluşumunu açıklamaya yönelik olarak “Dünyanın elektrik yükünün sabit kalmasında en önemli rolü, negatif yıldırım deşarjları sağlayacaktır.” teorisini aşağıdakilerden hangisi ileri sürmüştür?

- A) Simpson ve Lomonosow
- B) J. I. Frenkel
- C) Elster ve Geitel
- D) Faraday
- E) Wilhelm Eduard Weber

Soru 13. Yıldırımların çoğu zaman anten, telefon direği, yüksek gerilim hattı, minare, ağaçlar ve dik kayalar gibi yerlere düştüğü gözlenmiştir. Bu durumun nedeni aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Elektrodinamik olarak en güçlü iletkenleri taşımaları
- B) Bilinen en uygun iletken malzemelerden oluşmaları
- C) Deşarj için en uygun bileşenlerden meydana gelmiş olmaları
- D) İletkenlerde en kuvvetli elektrik alanının keskin kenarlarda ve uçlarda olması
- E) Deşarj için en kuvvetli elektrik akımı sağlayacak bileşenlerden oluşmaları ve çok iyi iletken özellik göstermeleri

Soru 14. Yıldırım oluşumunu açıklamaya yönelik olarak “Bulutların yüklenmesi, tesir yoluyla elektriklelenme ile açıklanmaktadır.” teorisini aşağıdakilerden hangisi ileri sürmüştür?

- A) Simpson ve Lomonosow
- B) Wilhelm Eduard Weber
- C) Elster ve Geitel
- D) Faraday ve Volta
- E) J.I. Frenkel

Soru 15. Yıldırım oluşumunun gerçekleştiği bir alanda, ince anten borularda ezilme, paralel iletkenlerde çarpışma ve iletken kroşelerin sökülmesi gibi durumlar gözleniyorsa, bu durumlar yıldırım oluşumunun hangi etkisini ortaya çıkarmaktadır?

- A) Elektrodinamik etki
- B) Elektrokimyasal etki
- C) Basınç etkisi
- D) Nükleer etki
- E) Isı etkisi

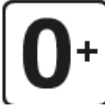
Ek-9. Başarı Testi Yanıt Anahtarı

Ön-Test ve Başarı Testi Yanıt Anahtarı

Soru Numarası	Doğru Yanıt	Log Olarak Alınan Yanıt Değeri
1	D	4
2	A	1
3	E	5
4	E	5
5	A	1
6	C	3
7	C	3
8	B	2
9	B	2
10	D	4
11	E	5
12	B	2
13	D	4
14	C	3
15	A	1

Doğru Yanıt ve Log Yanıt Değeri Sıralı Form: DAEEACCBBDEBDCA - 415513322452431

Ek-10. Google Play VR Uygulama Sertifika Bilgileri

 Rating Certificate			
App Title:	VRUT18		Certificate Issued To: gamePlace
Certificate ID:	6893b7ff-61df-4ee4-ac1b-632d0b20d057		Storefront: Google Play
Date Issued:	Sunday, April 15, 2018		
This rating may only be used on storefronts participating in IARC. It may not be used on physical products.			
Rating Authority	Region	Rating Category	Content Descriptors
ClassInd	Brazil		
ESRB	The Americas		
PEGI	Europe		
USK	Germany		
Russia	Russia		
Generic	Other Regions		
A permanent record of this certificate may be accessed here .			
For more information about the rating authorities above, please click here			

Ek-11. Bilişsel Yük Ölçeği Kullanım İzni

Bilişsel Yük Ölçeği Kullanım İzni Hk.



Gelen Kutusu x



ufuktugtekin@gmail.com

Alıcı: ebrukilic@gmail.com

27 Mar 2017 Pzt 14:46



Sn. Hocam, iyi günler dilerim.

Ben, Anadolu Üniversitesi Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Anabilim Dalı'nda doktora öğrencisiyim ve aynı zamanda araştırma görevlisi olarak görev yapmaktayım. Prof. Dr. H. Ferhan Odabaşı danışmanlığında hazırladığım tez çalışmamda bilişsel yük ölçümü gerçekleştireceğim deneysel bir araştırma planlıyorum. "Hiper Ortamlarda Öğrencilerin Bilişsel Yüklenme ve Kaybolma Düzeylerinin Belirlenmesi" konu başlıklı çalışmanızda Türkçe'ye uyarlanmış olduğunuz Bilişsel Yük Ölçeği'ni kullanabilmek için izninize ihtiyaç duyuyorum. Bilişsel Yük Ölçeği'ne ilişkin detayları paylaşmanız konusunda herhangi bir sakınca yoksa paylaşabilir misiniz? İlginiz için şimdiden teşekkür ederim. İyi çalışmalar dilerim.

Saygılarımla...

Res. Asst. UFUK TUĞTEKİN,
Anadolu University, Faculty of Education, CEIT,
Eskişehir, TURKEY
+90 (222) 3350580-1976



Ebru Kılıç <ebrukilic@gmail.com>

Alıcı: ben

27 Mar 2017 Pzt 15:45



Ufuk 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

27 Mar 2017 Pzt, saat 14:46 tarihinde <ufuktugtekin@gmail.com> şunu yazdı:

Ek-12. Çalışan Bellek Testi Kullanım İzni

About Numerical Memory Updating Test Permission

Gelen Kutusu x



ufuktugtekin@gmail.com

27 Eki 2016 Per 16:10



Alıcı: ko@rz.uni-potsdam.de, k.oberauer@psychologie.uzh.ch

Hello Sir,

I am a research assistant and doctorate in Department of Computer Education and Instructional Technologies at Anadolu University, Turkey. I have had a great pleasure while reading your article about working memory capacity. We are studying on cognitive load and we would like to administer the computer-based Numerical Memory Updating subtest of the WMC test to our participants. The test will be administered in computer-based and we believe that the adaption study you realized can contribute to our research impressively. So, could you please let us the measures for our scientific research study? We will be happy to cite your related scientific study. We will be use the test for research purposes, only.

Best regards,

Res. Asst. UFUK TUĞTEKİN,
Anadolu University, Faculty of Education, CEIT,
Eskişehir, TURKEY
+90 (222) 3350580-1976



Klaus Oberauer <k.oberauer@psychologie.uzh.ch>

29 Eki 2016 Cmt 14:03



Alıcı: ben



İngilizce



Türkçe



İletiyi çevir

İngilizce için kapat x

Dear Ufik,

there are 2 ways you can get this task. One is from our Working Memory Battery implemented in Matlab, and described in the attached paper. The other is through TaTool, on which you can find all necessary information here:

<http://www.tatool.ch/research.htm>

All the best

Klaus

Klaus Oberauer
Professor of Cognitive Psychology
University of Zurich
Binzmuehlestrasse 14/22
8050 Zurich
Switzerland
Email: k.oberauer@psychologie.uzh.ch
Web: http://www.psychologie.uzh.ch/fachrichtungen/allgpsy/Team/Oberauer_en.html

From: ufuktugtekin@gmail.com [mailto:ufuktugtekin@gmail.com]

Sent: Freitag, 28. Oktober 2016 10:00

To: k.oberauer@psychologie.uzh.ch

Subject: Re: About Numerical Memory Updating Test Permission



ufuktugtekin@gmail.com

Alıcı: k.oberauer@psychologie.uzh.ch ▾

30 Eki 2016 Paz 12:56



Dear Sir,

Thank you very much for your help.

I feel very lucky to able to communicate with you and will be very happy to cite your related scientific studies.

Best regards,

Res. Asst. UFUK TUĞTEKİN,
Anadolu University, Faculty of Education, CEIT,
Eskişehir, TURKEY
+90 (222) 3350580-1976

Kimden: k.oberauer@psychologie.uzh.ch

Gönderme tarihi: 29 Ekim 2016 Cumartesi 14:03:15

Kime: ufuktugtekin@gmail.com

Ek- 13. Çoklu Ortam Yıldırım Oluşumu İçerik Kullanım İzni

Permission Request for Multimedia Contents

Gelen Kutusu x🔍🖨

ufuktugtekin@gmail.com
Alici: rich.mayer@psych.ucsb.edu ▼

21 Şub 2017 Sal 13:55

☆

↩

⋮

Hello Sir,

I am a research assistant and doctorate in Department of Computer Education and Instructional Technologies at Anadolu University, Turkey. My PhD thesis advisor -Prof. Dr. H. Ferhan Odabasi- and I have had a great pleasure while reading your book and articles about multimedia learning. We are studying on multimedia learning principles and their cognitive effects on augmented reality and virtual reality environments and we would like to administer your lightning contents about multimedia principles to our participants. The content will be administered in computer-based and also on augmented reality and virtual reality environments, further we believe that the multimedia principles' content you realized can contribute to our research impressively. So, could you please let us the multimedia principles' lightning contents for our scientific research study? We will be happy to cite your related scientific studies. We will use your multimedia learning principles' contents for research purposes, only.

Best regards,

Research Assistant UFUK TUĞTEKİN,
Anadolu University, Faculty of Education, CEIT,
Eskisehir, TURKEY
+90 (222) 3350580-1976

Rich Mayer <rich.mayer@psych.ucsb.edu>
Alici: ben ▼

22 Şub 2017 Çar 20:18

★

↩

⋮

İngilizce ▼ > Türkçe ▼ İletiyi çevir

İngilizce için kapat x

You certainly have my permission to use the lightning materials for your research studies. Unfortunately, I do not have an animation that runs on current computers so you will have to build your own. Please keep me posted on your work.

Best wishes, Rich Mayer

...

Thank you, I will do that.

Thank you so much!

Okay, thank you!

↩ Yanıtla

➡ Yönlendir

Ek-14. Anadolu Üniversitesi Etik Kurulu Kararı

Evrak Kayıt Tarihi: 09.06.2017

Protokol No: 68339

Tarih: 21.06.2017



ANADOLU ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL VE BEŞERÎ BİLİMLER BİLİMSEL ARAŞTIRMA VE YAYIN ETİĞİ KURULU
KARAR BELGESİ

ÇALIŞMANIN TÜRÜ:	BAP Projesi-Doktora Tez Çalışması
KONU:	Eğitim Bilimleri
BAŞLIK:	Çoklu Ortamla Öğrenmede Konu Dışı İşlemleri Azaltma İlkelerinin Artırılmış Gerçeklik ve Sanal Gerçeklik Ortamlarında Bilişsel Yük ve Başarıya Etkisi
PROJE/TEZ YÜRÜTÜCÜSÜ:	Prof. Dr. H. Ferhan ODABAŞI
TEZ YAZARI:	Ufuk TUÇTEKİN
ALT KOMİSYON GÖRÜŞÜ:	-
KARAR:	Olumlu
Prof.Dr. Coşkun BAYRAK (Başkan-Eğitim Fak.)	
Prof.Dr. T. Volkan YÜZER (Başkan Yardımcısı-Açıköğretim Fak.)	Prof.Dr. Esra CEYHAN (Eğitim Fak.)
Prof.Dr. Münevver ÇAKI (Güzel Sanatlar Fak.)	Prof.Dr. M. Erkan ÜYÜMEZ (İkt. ve İdari Bil. Fak.)
Prof.Dr. Handan DEVECİ (Eğitim Fak.)	Prof.Dr. Emel ŞIKLAR (İkt. ve İdari Bil. Fak.)

EK-15. JAVA WMC Test Çıktı Örneği

[illegible]

Ek-16. Uyarlanan WMC Test Yapısı

Çalışan Bellek Kapasitesi	
KIRMIZI	
A - YEŞİL	L - KIRMIZI

Ek-17. Uyarlanan WMC Test Çıktısı

```
65 ----- 11. Soru Başladı -----
66 Metin Bilgisi      : Metin : KIRMIZI, Renk : YEŞİL
67 Sayı Üretildi     : 2018-04-02 - 02:02:30:927
68 Yanlış Cevap      : 2018-04-02 - 02:02:31:697
69 Bekleme Başlangıcı : 2018-04-02 - 02:02:31:699
70 ----- 12. Soru Başladı -----
71 Metin Bilgisi      : Metin : KIRMIZI, Renk : YEŞİL
72 Sayı Üretildi     : 2018-04-02 - 02:02:32:710
73 Yanlış Cevap      : 2018-04-02 - 02:02:33:265
74 Bekleme Başlangıcı : 2018-04-02 - 02:02:33:268
75 ----- 13. Soru Başladı -----
76 Metin Bilgisi      : Metin : KIRMIZI, Renk : KIRMIZI
77 Sayı Üretildi     : 2018-04-02 - 02:02:34:279
78 Doğru Cevap       : 2018-04-02 - 02:02:34:743
79 Bekleme Başlangıcı : 2018-04-02 - 02:02:34:747
80 ----- 14. Soru Başladı -----
81 Metin Bilgisi      : Metin : YEŞİL, Renk : YEŞİL
82 Sayı Üretildi     : 2018-04-02 - 02:02:35:760
83 Yanlış Cevap      : 2018-04-02 - 02:02:36:105
84 Bekleme Başlangıcı : 2018-04-02 - 02:02:36:108
85 ----- 15. Soru Başladı -----
86 Metin Bilgisi      : Metin : YEŞİL, Renk : KIRMIZI
87 Sayı Üretildi     : 2018-04-02 - 02:02:37:110
88 Yanlış Cevap      : 2018-04-02 - 02:02:37:561
89 Bekleme Başlangıcı : 2018-04-02 - 02:02:37:564
90 15 Sayı Limitine Ulaşıldı      : 2018-04-02 - 02:02:38:576
91
```

```
Renk No      : 0 - 0x00FF00
              : 1 - 0xFF0000
Metin No     : 0 - YEŞİL
              : 1 - KIRMIZI
```

ETKİNLİK SONU RAPORU (RENK)

```
-----|
| Sıra No : 1-2-3-4-5-6-7-8-9-0-1-2-3-4-5 |
| Renk No : 0-1-1-1-0-1-1-1-1-0-0-0-1-0-1 | *
| Metin No: 1-0-1-1-0-1-1-1-0-0-1-1-1-0-0 |
| Cevap No: Y-Y-D-D-D-D-D-D-D-Y-Y-D-Y-Y |
|-----|
Soru Sayısı : 15
D Sayısı   : 9
Y Sayısı   : 6
```

ETKİNLİK SONU RAPORU (METİN)

```
-----|
| Sıra No : 1-2-3-4-5-6-7-8-9-0-1-2-3-4-5 |
| Renk No : 0-1-1-1-0-1-1-1-1-0-0-0-1-0-1 |
| Metin No: 1-0-1-1-0-1-1-1-0-0-1-1-1-0-0 |
| Cevap No: D-D-D-D-D-D-D-D-Y-D-D-D-D-Y-D |
|-----|
Soru Sayısı : 15
D Sayısı   : 13
Y Sayısı   : 2
```

Ek-18. Her bir araştırma grubuna ait Çalışan Bellek, Başarı, Hatırlama ve Kavrama Testlerine ilişkin değişkenlerin normallik değerleri

Araştırma Grubu	Çalışan Bellek Testi			Başarı Testi			Hatırlama Testi			Kavrama Testi		
	n	Çarpıklık	Basıklık	n	Çarpıklık	Basıklık	n	Çarpıklık	Basıklık	n	Çarpıklık	Basıklık
NI	50	.461	.426	50	.683	.744	50	.477	-.259	50	.012	-.938
VI	50	.246	-.644	50	-.283	-.474	50	.535	.400	50	-.120	-.428
RI	49	.044	.196	49	.437	-.091	49	-.257	-.954	49	-.187	-.415
CH	50	.075	-.784	50	.189	.024	50	.536	-.115	50	-.342	-.902
NC	49	.031	-.147	49	.387	.420	49	-.137	-.798	49	.311	-.520
SP	52	-.014	-.530	52	.067	-.484	52	-.291	-.031	52	-.047	-.410
NS	49	.509	-.920	49	.106	.323	49	1.136	.578	49	-.012	-1.179

Ek-19. 3D Sanal Gerçeklik Gözlüğü Şartnamesi

3D SANAL GERÇEKLİK GÖZLÜĞÜ TEKNİK ŞARTNAME

Komisyon tarafından 02.06.2017 tarih ve 9/8 sayılı karar ile kabul edilen “Çoklu Ortamla Öğrenmede Konu Dışı İşlemleri Azaltma İlkelerinin Artırılmış Gerçeklik ve Sanal Gerçeklik Ortamlarında Bilişsel Yük ve Başarıya Etkisi” adlı, 18 ay sürede tamamlanması öngörülen **“1705E112” numaralı** projede kullanılması planlanan 3D Sanal Gerçeklik Gözlüğü’ne ilişkin teknik bilgiler:

- 32 mm Lens Çapı ile HD Optik Lens
- 3.5” (inç) – 6.0”(inç) ekran boyutlarında akıllı cep telefonları ile uyumlu
- Boyut: 202x140x110 mm
- Ağırlık: 380gr
- ABS (RoHS) Materyaline sahip
- 70⁰ - 90⁰ aralığında FOV değerine sahip
- Kutu içeriğinde ek olarak bluetooth kumanda

Proje Yürütücüsü: Prof. Dr. H. Ferhan ODABAŞI

Ek-20. VR Veri Form Taslağı

Sanal Gerçeklik Veri Toplama Formu

Tarih:

Saat:

Laboratuvar:

Onay:

Bölüm:

Uygulama Türü:

PC 1

Toplam Süre	
Tekrar Sayısı	
İkincil Buton (EVET)	
İkincil Buton (HAYIR)	

PC 2

Toplam Süre	
Tekrar Sayısı	
İkincil Buton (EVET)	
İkincil Buton (HAYIR)	

PC 3

Toplam Süre	
Tekrar Sayısı	
İkincil Buton (EVET)	
İkincil Buton (HAYIR)	

PC 4

Toplam Süre	
Tekrar Sayısı	
İkincil Buton (EVET)	
İkincil Buton (HAYIR)	

PC 5

Toplam Süre	
Tekrar Sayısı	
İkincil Buton (EVET)	
İkincil Buton (HAYIR)	

PC 6

Toplam Süre	
Tekrar Sayısı	
İkincil Buton (EVET)	
İkincil Buton (HAYIR)	

PC 7

Toplam Süre	
Tekrar Sayısı	
İkincil Buton (EVET)	
İkincil Buton (HAYIR)	

PC 8

Toplam Süre	
Tekrar Sayısı	
İkincil Buton (EVET)	
İkincil Buton (HAYIR)	

PC 9

Toplam Süre	
Tekrar Sayısı	
İkincil Buton (EVET)	
İkincil Buton (HAYIR)	

PC 10

Toplam Süre	
Tekrar Sayısı	
İkincil Buton (EVET)	
İkincil Buton (HAYIR)	

PC 11

Toplam Süre	
Tekrar Sayısı	
İkincil Buton (EVET)	
İkincil Buton (HAYIR)	

PC 12

Toplam Süre	
Tekrar Sayısı	
İkincil Buton (EVET)	
İkincil Buton (HAYIR)	

PC 13

Toplam Süre	
Tekrar Sayısı	
İkincil Buton (EVET)	
İkincil Buton (HAYIR)	

PC 14

Toplam Süre	
Tekrar Sayısı	
İkincil Buton (EVET)	
İkincil Buton (HAYIR)	

Toplam Süre, İkincil Buton (EVET) ve İkincil Buton (HAYIR) saniye değerleridir.
Tekrar sayısı ise uygulamanın kaç kez kullanıldığını belirten bir değerdir.

PC 15

Toplam Süre	
Tekrar Sayısı	
İkincil Buton (EVET)	
İkincil Buton (HAYIR)	

PC 16

Toplam Süre	
Tekrar Sayısı	
İkincil Buton (EVET)	
İkincil Buton (HAYIR)	

PC 17

Toplam Süre	
Tekrar Sayısı	
İkincil Buton (EVET)	
İkincil Buton (HAYIR)	

PC 18

Toplam Süre	
Tekrar Sayısı	
İkincil Buton (EVET)	
İkincil Buton (HAYIR)	

PC 19

Toplam Süre	
Tekrar Sayısı	
İkincil Buton (EVET)	
İkincil Buton (HAYIR)	

PC 20

Toplam Süre	
Tekrar Sayısı	
İkincil Buton (EVET)	
İkincil Buton (HAYIR)	

PC 21

Toplam Süre	
Tekrar Sayısı	
İkincil Buton (EVET)	
İkincil Buton (HAYIR)	

PC 22

Toplam Süre	
Tekrar Sayısı	
İkincil Buton (EVET)	
İkincil Buton (HAYIR)	

PC 23

Toplam Süre	
Tekrar Sayısı	
İkincil Buton (EVET)	
İkincil Buton (HAYIR)	

PC 24

Toplam Süre	
Tekrar Sayısı	
İkincil Buton (EVET)	
İkincil Buton (HAYIR)	

PC 25

Toplam Süre	
Tekrar Sayısı	
İkincil Buton (EVET)	
İkincil Buton (HAYIR)	

PC 26

Toplam Süre	
Tekrar Sayısı	
İkincil Buton (EVET)	
İkincil Buton (HAYIR)	

PC 27

Toplam Süre	
Tekrar Sayısı	
İkincil Buton (EVET)	
İkincil Buton (HAYIR)	

PC 28

Toplam Süre	
Tekrar Sayısı	
İkincil Buton (EVET)	
İkincil Buton (HAYIR)	

PC 29

Toplam Süre	
Tekrar Sayısı	
İkincil Buton (EVET)	
İkincil Buton (HAYIR)	

PC 30

Toplam Süre	
Tekrar Sayısı	
İkincil Buton (EVET)	
İkincil Buton (HAYIR)	

PC 31

Toplam Süre	
Tekrar Sayısı	
İkincil Buton (EVET)	
İkincil Buton (HAYIR)	

PC 32

Toplam Süre	
Tekrar Sayısı	
İkincil Buton (EVET)	
İkincil Buton (HAYIR)	

PC 33

Toplam Süre	
Tekrar Sayısı	
İkincil Buton (EVET)	
İkincil Buton (HAYIR)	

PC 34

Toplam Süre	
Tekrar Sayısı	
İkincil Buton (EVET)	
İkincil Buton (HAYIR)	

PC 35

Toplam Süre	
Tekrar Sayısı	
İkincil Buton (EVET)	
İkincil Buton (HAYIR)	

PC 36

Toplam Süre	
Tekrar Sayısı	
İkincil Buton (EVET)	
İkincil Buton (HAYIR)	

Araştırmaya katılımınız için teşekkür ederiz.

Prof. Dr. H. Ferhan ODABAŞI
Ufuk TUĞTEKİN

Ek-21. AR Marker (İşaretçi)

