

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİLGİSAYAR VE ÖĞRETİM TEKNOLOJİLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

YERÇEKİMİ, KÜTLE VE AĞIRLIK KAVRAMLARINA
İLİŞKİN KAVRAM YANILGILARININ GİDERİLMESİNDE HAPTİC'İN
ETKİLİLİĞİNİN BELİRLENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İlknur REİSOĞLU

KASIM 2009

TRABZON

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

BİLGİSAYAR VE ÖĞRETİM TEKNOLOJİLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

**YERÇEKİMİ, KÜTLE VE AĞIRLIK KAVRAMLARINA
İLİŞKİN KAVRAM YANILGILARININ GİDERİLMESİNDE HAPTİC'İN
ETKİLİLİĞİNİN BELİRLENMESİ**

İlknur REİSOĞLU

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
"Yüksek Lisans (Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi) "
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 08.06.2009
Tezin Savunma Tarihi : 16.11.2009**

Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Hasan KARAL

Jüri Üyesi : Prof. Dr. Adnan BAKİ

Jüri Üyesi : Yrd. Doç. Dr. Esra KELEŞ

Enstitü Müdürü : Prof. Dr. Salih TERZİOĞLU

Trabzon 2009

ÖNSÖZ

Bilimsel bilgilerin öğrenilmesinde büyük bir engel olarak görülen kavram yanlışları öğrencilere sunulan açıklama ve bilgilerin yanlış yorumlanmasına sebebiyet vererek öğrencilerin konuyu derinlemesine anlamalarına engel olmaktadır. Sınıfta yapılan öğretimden sonra düzeltilmiş olarak görülen kavram yanlışları dahi zamanla tekrar ortaya çıkabilmektedirler. Bir başka ifadeyle değişime yatkınlığı düşük olan ve bilişsel sistemde iyice yapılandırılan bu kemikleşmiş bilgilerin değişimi kolay olmamaktadır. Bu doğrultuda günümüze kadar yapılan birçok çalışmada kavram yanlışlarının tespit edilmesi ve giderilmesi önem kazanmıştır. Çalışmalarda çalışma yaprakları, grup çalışmaları, simülasyonlar, internet tabanlı uygulamalar, yanlışların daha iyi tespit edilebilmesi ve giderilmesinde kullanılmıştır. Fakat insan-bilgisayar etkileşimine imkân sunan Haptic'lerle öğrencilerin kavram yanlışlarının giderilmesinin incelendiği çalışmaların sayısı çok azdır. Bu çalışmada; KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Anabilim Dalı bünyesinde, kavram yanlışlarının giderilmesinde Haptic'in etkili olup olamayacağını inceleyen bir yüksek lisans tez çalışması sunulmuştur.

Yüksek lisans tez danışmanlığımı üstlenerek, çalışmamın her aşamasında bana yön veren değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Hasan KARAL' a,

Araştırmamın tamamlanması sürecinde, farklı aşamalarda yardımlarını benden esirgemeyen Prof. Dr. Adnan Baki'ye, Yrd. Doç. Dr. Esra Keleş'e, Yrd. Doç. Dr. Nedim ALEV'e, Yrd. Doç. Dr. Gökhan DEMİRCİOĞLU'na ve araştırmalarımnda emeği geçen herkese,

Bu zamana kadar olduğu gibi, tezimin başından sonuna kadar bana destek olan aileme en içten sevgi ve saygılarımı iletir sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İlknur REİSOĞLU
Trabzon 2009

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	II
İÇİNDEKİLER.....	III
ÖZET	V
SUMMARY	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ	VII
TABLolar DİZİNİ.....	VIII
SEMBOLLER DİZİNİ	X
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş	1
1.1.1. Araştırma Problemi	3
1.1.2. Araştırmanın Amacı	7
1.1.3. Araştırmanın Gerekçesi ve Önemi	7
1.1.4. Araştırmanın Sınırlılıkları	8
1.1.5. Araştırmanın Varsayımları	9
1.2. Kavramlar ve Kavram Yanılgıları	9
1.2.1. Kavram Yanılgılarının Nedenleri	11
1.3. Yerçekimi, Kütle ve Ağırlıkla İlgili Yanılgıların Tespiti ve Giderilmesine Yönelik Yapılan Çalışmalar.....	13
1.4. Bilgi İletişim Teknolojileri ve Kavram Yanılgıları	20
1.5. Haptic	25
1.5.1. Kavram Yanılgıları ve Dokunmanın Önemi	27
1.6.2. Haptic ve Eğitimsel Uygulamalar.....	29
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	34
2.1. Araştırmanın Yöntemi.....	34
2.2. Evren / Örneklem	38
2.3. Deney ve Kontrol Gruplarında Gerçekleştirilen Uygulamalar.....	46
2.4. Veri Toplama Araçları.....	48
2.4.1. Kavramsal Anlama Testi	48
2.4.2. Gözlem	51
2.4.3. Çalışma Yaprağı	52

2.4.4.	Mülakatlar	54
2.4.	Verilerin Analizi.....	55
2.4.1.	Kavramsal Anlama Test Sonuçlarının Analizi	56
2.4.2.	Mülakat Verilerinin Analizi	58
2.4.3.	Gözlem Verilerinin Analizi	59
2.4.4.	Çalışma Yapraklarından Elde Edilen Verilerin Analizi	59
2.5.	Çalışmada Kullanılan Simülasyon Arayüzü.....	59
2.6.	Çalışmada Kullanılan Haptic Cihazı ve Simülasyon Arayüzü	62
3.	BULGULAR	68
3.1.	Uygulamalardan Sonra Kavramsal Anlama Test Sonuçlarındaki Değişimler	68
3.2.	Üç Ay Sonra Tekrar Uygulanan Kavramsal Anlama Testine Göre Öğrencilerin Yerçekimi, Kütle ve Ağırlık Kavramalarına Yönelik Bilgileri ve Kavram Yanılgılarındaki Durum.....	79
3.3.	Çalışma Yapraklarından Elde Edilen Bulgular	88
3.4.	Gözlemlerden Elde Edilen Bulgular.....	94
3.4.1.	Haptic Uygulamaları Sırasında Yapılan Gözlemlerden Elde Edilen Bulgular	94
3.4.2.	Kontrol Grubu Uygulamaları Sırasında Yapılan Gözlemlerden Elde Edilen Bulgular	96
3.4.3.	Simülasyon Uygulamaları Sırasında Yapılan Gözlemlerinden Elde Edilen Bulgular	97
3.5.	Mülakatlardan Elde Edilen Bulgular	98
3.6.1	Öğretmenin Kullanılan Üç Yöntemle İlgili Görüşleri.....	98
3.6.2	Derslerde Haptic, Simülasyon, Düz Anlatım ve Soru Cevap Kullanımı Hakkında Öğrenci Görüşleri	101
4.	SONUÇLAR.....	115
5.	TARTIŞMA.....	121
6.	ÖNERİLER	123
7.	KAYNAKLAR.....	126
8.	EKLER	137
ÖZGEÇMİŞ		

ÖZET

Bireylere sanal ortamlarda görsel, işitsel ve metinsel geri bildirimlerin verilmesi “sanal ortamlarda bireylere daha gerçekçi deneyimler yaşatılabilir mi?” fikrini gündeme getirmiştir. Bu doğrultuda sanal ortamlarda bireylere dokunsal, görsel, işitsel, metinsel geri bildirimler sunan ve insan bilgisayar etkileşimini sağlayan Haptic adı verilen sistemler geliştirilmiştir. Geliştirilen bu sistemler birçok alanda kullanılmış ve sağladığı katkılar doğrultusunda eğitimde kullanımı gündeme gelmiştir. Bu amaçla görme, işitme engelli bireylerin eğitiminde ve kavramların öğretiminde Haptic kullanımı, öğrenmede dokunsal algının rolü, Haptic’in eğitime getireceği katkılar, e-öğrenme ortamlarında Haptic kullanımı gibi araştırmalar yapılmaya başlanmıştır. Fakat Haptic’in yerçekimi, kütle ve ağırlık kavramlarına yönelik kavram yanılgılarını değiştirme ve gidermede simülasyon, düz anlatım ve soru cevap yöntemlerine göre etkililiğini büyük bir örneklem üzerinden nicel ve nitel yaklaşımlarla belirlemeye çalışan çalışmalara rastlanmamıştır. Bu nedenle bu çalışmada Haptic’in yerçekimi, kütle ve ağırlık kavramlarına ilişkin kavram yanılgılarının değiştirilmesinde ve öğrenilenlerin kalıcılığını sağlamada etkililiği araştırılmıştır. Çalışma, yarı deneysel yöntem kullanılarak 2 deney ve 1 kontrol grubu oluşturularak 90 öğrenciyle yürütülmüştür. Veri toplama araçları olarak kavramsal anlama testleri, çalışma yaprakları, gözlemler ve mülakatlardan yararlanılmıştır. Kavramsal anlama testleri öğrencilere ön, son ve izleme testi olarak uygulanmıştır. Son ve izleme testlerinden elde edilen bulgulardan simülasyon ve Haptic’in kavram yanılgılarını değiştirme, öğrenilenlerin kalıcılığını sağlamada düz anlatım ve soru cevap yöntemlerinden daha etkili oldukları belirlenmiştir. Çalışma yapraklarından elde edilen bulgulardan Haptic’in simülasyonlara göre öğrencilerin bilimsel açıklamalarda bulunmalarına yardımcı olduğu ortaya çıkmıştır. Mülakat, gözlem ve diğer veri toplama araçlarından elde edilen bulgular da bu sonuçları destekler nitelikte olmuştur. Elde edilen bu sonuçlar doğrultusunda, Haptic’le yapılacak etkinliklerin iyi bir şekilde planlanarak 15–20 kişiden oluşan gruplarla etkinliklerin yapılmasının daha iyi sonuçlar getireceği önerisinde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Kavram Yanılgılarını Giderme, Haptic, Sanal Ortamda Hissetme

SUMMARY

Determination The Effect of Haptic in Correcting Misconceptions Related to Concepts of Gravity, Mass and Weight

Giving visual, audio and textual feedback to individuals in virtual media brought to agenda the idea “if individuals can have more realistic experience in virtual media?”. In this scope, special systems called Haptic were developed to give visual, audio and textual feedback to individuals in virtual media and to ensure human being-computer interaction. These systems were used in many fields and its employment in education area has come to the agenda in parallel with benefits it brought. For this aim; researches were started on issues such as using of Haptic in education of visual and hearing disabled individuals and reaching of concepts, the role of kinesthetic perception in learning, potential contributions to be introduced to education by Haptic, and using of Haptic in e-learning media. However, no study which was carried out to identify effectiveness of Haptic in changing and removing misconceptions towards gravity, mass and weight by means of qualitative and quantitative approaches on a large sample in comparison with simulation, lecturing and question-answer methods was found. Thus; present study was designed to find out effectiveness of Haptic in changing misconceptions regarding gravity, mass and weight and ensuring more permanent learning. The study was conducted with 2 experiment groups and 1 control group totaling to 90 students by using a semi-experimental method. Conceptual comprehension tests, worksheets observations and interviews were applied as means of data collection. Conceptual comprehension tests were applied to participants as pre and post monitoring tests. Findings obtained from post tests and monitoring tests revealed that simulation and Haptic are more effective than lecturing and question-answer method in changing misconceptions and ensuring permanent learning. Findings obtained from worksheets showed that Haptic is more useful than simulations for students to make scientific explanations. Findings obtained from interviews, observation and other data collection means supported these findings. According to these results, it was recommended that activities to be designed around Haptic should be planned properly and the activity can involve 15–20 participants for better results.

Key Words: Removing Misconceptions, Haptic, Feeling in Virtual Media

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. Bilgisayar, Haptic ve kullanıcı etkileşimi	26
Şekil 2. Kuvvet geri bildirim cihazları	27
Şekil 3. Kontrol ve deney grupları ile yapılan çalışmanın aşamaları	37
Şekil 4. Çalışmada kullanılan simülasyon arayüzü	60
Şekil 5. Simülasyondaki eşit kollu teraziyi kullanarak kütle ölçülmesi	61
Şekil 6. Farklı ortamda kütle ölçümü	61
Şekil 7. Simülasyondaki yaylı teraziyi kullanarak ağırlığın ölçülmesi	62
Şekil 8. Farklı ortamda ağırlık ölçümü	62
Şekil 9. Haptic cihazı	63
Şekil 10. Haptic ve Haptic kolu kullanılarak yapılan bir uygulama	64
Şekil 11. Haptic'in simülasyon arayüzü	64
Şekil 12. Haptic tarafından öğrenci koluna kuvvet uygulanırken	65
Şekil 13. Nesnelere ait özelliklerin değiştirilmesini sağlayan etkileşim penceresi	66
Şekil 14. Öğrenci Etkileşim Penceresini Kullanırken	66
Şekil 15. Grupların ön ve son test ortalamaları	76
Şekil 16. Deney ve kontrol gruplarının son testte tam ve kısmi anlama yüzdelerindeki değişim	77
Şekil 17. Deney ve kontrol gruplarının son testte kısmi yanlış anlama ve yanlış anlama yüzdelerindeki değişim	78
Şekil 18. Deney ve kontrol gruplarının son testte anlamama ve boş yüzdelerindeki değişim	79
Şekil 19. Grupların ön test, son test ve izleme test ortalamaları	80
Şekil 20. Deney ve kontrol gruplarının izleme testinde tam ve kısmi anlama yüzdelerindeki değişim	86
Şekil 21. Deney ve kontrol gruplarının izleme testinde kısmi yanlış anlama ve yanlış anlama yüzdelerindeki değişim	87
Şekil 22. Deney ve kontrol gruplarının izleme testinde anlamama ve boş yüzdelerindeki değişim	88
Şekil 23. D1 deney grubundaki öğrenci çalışma yaprağındaki sorulara yönelik görüş belirtirken	95
Şekil 24. Kontrol grubundaki öğrencilere konu anlatımı yapılırken	96
Şekil 25. D2 deney grubundaki öğrenci öğretmenin sorduğu soruyu yanıtlarken	98

TABLolar DİZİNİ

Sayfa No

Tablo 1.	Deney ve kontrol gruplarındaki kız ve erkek öğrencilerin sayısı.....	38
Tablo 2.	D1 Deney grubunun ön test verilerinin kategorilere göre dağılımı ve kategorilere ilişkin öğrenci açıklamaları	40
Tablo 3.	Kontrol grubunun ön test verilerinin kategorilere göre dağılımları.....	43
Tablo 4.	D2 grubunun ön test verilerinin kategorilere göre dağılımları	45
Tablo 5.	Kavram anlama testinde temel alınan kavram yanılgıları ve yanılgıların belirlendiği çalışmalar.....	49
Tablo 6.	Kavram anlama testindeki soruların oluşturulmasında yararlanılan kaynaklar.....	51
Tablo 7.	Mülakatların yürütüldüğü öğrencilerin demografik özellikleri.....	55
Tablo 8.	Öğrencilerin kavramsal öğrenmelerini değerlendirmek amacıyla kullanılan kategoriler.....	57
Tablo 9.	Kavram anlama testindeki sorulara kategorilere göre verilen puanlar.....	57
Tablo 10.	Uygulama öncesi ve sonrası gruplardaki öğrencilerin başarı puanlarının Wilcoxon işaretli sıralar testi sonuçları.....	68
Tablo 11.	Gruplardaki öğrencilerin cinsiyete göre başarı puanlarının Mann Whitney U-test sonuçları.....	69
Tablo 12.	D1 grubunun ön test ve son test verilerinin kategorilere göre dağılımları.....	70
Tablo 13.	D1 grubunun cinsiyete göre son testteki gelişimi.....	71
Tablo 14.	Kontrol grubunun ön test ve son test verilerinin kategorilere göre dağılımları.....	72
Tablo 15.	Kontrol grubunun cinsiyete göre son testteki gelişimi.....	73
Tablo 16.	D2 deney grubunun ön test ve son test verilerinin kategorilere göre dağılımları.....	74
Tablo 17.	D2 grubunun cinsiyete göre son testteki gelişimi.....	75
Tablo 18.	Grupların son test puanlarının ANCOVA sonuçları.....	76

Tablo 19. Deney ve kontrol gruplarının son test ve izleme test puanlarının Wilcoxon işaretli sıralar test sonuçları.....	81
Tablo 20. Grupların izleme test puanlarının ANCOVA sonuçları.....	82
Tablo 21. D1 deney grubunun ön test ve izleme test verilerinin kategorilere göre dağılımları.....	83
Tablo 22. D1 deney grubunun cinsiyete göre izleme testindeki gelişimi.....	84
Tablo 23. Kontrol grubunun ön test ve izleme test verilerinin kategorilere göre dağılımları.....	84
Tablo 24. Kontrol grubunun cinsiyete göre izleme testindeki gelişimi.....	85
Tablo 25. D2 deney grubunun ön test ve izleme test verilerinin kategorilere göre dağılımları.....	85
Tablo 26. D2 deney grubunun cinsiyete göre izleme testindeki gelişimi.....	86
Tablo 27. Öğrencilerin çalışma yapraklarında yerçekimi, kütle ve ağırlıkla ilgili yaptıkları açıklamalar.....	93
Tablo 28. Çalışma yapraklarındaki soruların kategorilere göre dağılımı.....	94
Tablo 29. Kullanılan üç yöntemi birbirinden ayıran özellikler.....	102
Tablo 30. Yerçekimiyle ilgili önceden bilinenler ve öğrenilenler.....	105
Tablo 31. Kütleyle ilgili önceden bilinenler ve öğrenilenler.....	107
Tablo 32. Ağırlıkla ilgili önceden bilinenler ve öğrenilenler.....	109
Tablo 33. Hissetmenin öğrenci öğrenmelerine etkisi.....	110
Tablo 34. Haptic ve simülasyonun görsel özelliklerinin öğrenci öğrenmelerine etkisi	112
Tablo 35. Hissetmenin gerçekleşmediği durumlarda öğrenci öğrenmesi.....	113
Tablo 36. Etkileşimin öğrenci öğrenmelerine etkisi.....	114

SEMBOLLER DİZİNİ

- KTÜ : Karadeniz Teknik Üniversitesi
BİT : Bilgi İletişim Teknolojileri
AJJAR : Astronomical Javascript/Java Applet Resource
CFF : Chemical Force Feedback
MUVII : Multi User Virtual Interactive Interface
IKD : Interactive Kiosk Demonstrator

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Her birey, dünyayı algılamaya yönelik farklı zihinsel şemalar yapılandırmaktadır. Öğretmenler de konu ya da olayları anlatırken sık sık öğrencilerin daha önce yapılandığı bu şemalardan yararlanmaktadırlar. Var olan bilgilerle yeni konular arasında köprüler oluşturarak öğrencilerin olay ya da durumları daha iyi bir şekilde özümsemelerine yardımcı olmaya çalışmaktadırlar. Fakat öğrencilerin ön bilgileri ve yeni bilgileri arasında uyumsuzluk yaşıyorsa yeni konuların öğrenilmesinde sorunlar ortaya çıkmakta ve yanlış olan ön bilgiye bağlı olarak yanlış zihinsel yapılar oluşmaktadır. Bilimsel bilgilerin öğrenilmesinde büyük bir engel olarak görülen yanlış yapılandırılmış bu şemalar “kavram yanılığı” olarak adlandırılmaktadır. Kavram yanılığı bilgi eksikliğinden dolayı yanlış verilen cevap değildir (Committee on Undergraduate Science Education, 1997). Kavram yanılıkları, bilimsel olarak doğru kabul edilmeyen fikir ve düşüncelerdir (Stein, Larrabee ve Barman, 2008; Committee on Undergraduate Science Education, 1997; Osborne ve Freyberg, 1985; Treagust, 1988). Bu anlamda, anlamlı öğrenmelerin oluşması için kavram yanılıklarının giderilmesi önem taşımaktadır. Kavram yanılıklarının giderilmesinde önemli olan, öğrencilerin hatalı bilgisini fark etmesini sağlamak ve sağlam yeni bilginin oluşturulması için öğrenciye yeterli deneyim yaşatmaktır.

Öğrencilerin en fazla yanılığa sahip olduğu alanlardan biri fen alanıdır (Driver, Leach, Millar ve Scott, 1996; Stein vd., 2008). Kavram yanılıklarıyla ilgili literatür incelendiğinde, fen alanında kavram yanılıklarının tespiti ve giderilmesine yönelik çalışmaların yaygın olduğu görülmüştür (Dostal, 2005; Kim, Park, Lee ve Lee, 2005; Stein vd., 2008). Bununla birlikte yerçekimi, kütle ve ağırlık kavramlarına yönelik kavram yanılıklarının derinlemesine incelenerek var olan kavram yanılıklarının giderildiği çalışmaların sayısı sınırlıdır (Dostal, 2005; Freeley, 2007; Gönen, 2008).

Yerçekimi, kütle ve ağırlık kavramlarının soyut nitelikte olmaları araştırmacıların bu kavramları somutlaştırmaya yarayacak yöntem arayışına girmelerine neden olmuştur. Gelişen teknolojinin eğitimde ön plana çıkmasıyla birlikte Bilgi ve İletişim Teknolojileri’nden (BİT) yararlanılması fikri önem kazanmıştır. Bu fikrin ortaya çıkmasında, BİT’in öğrencilerin sanal ortamda gerçekleşen olayları deneyerek

öğrenmelerinde etkili olması ve bilginin analizi ve sentezine katkıda bulunması önemli rol oynamıştır (Kim vd., 2005; Hennessy, 2006).

BİT'in yerçekimi, kütle ve ağırlıkla ilgili kavram yanılgılarının giderilmesinde etkililiğini belirlemek için internet tabanlı uygulamalar ve simülasyonlar geliştirilmiştir. Bu uygulamalar arasından özellikle simülasyonlar diğer BİT uygulamalarına oranla daha fazla ön plana çıkmaktadır. Simülasyonlar, sanal laboratuvar ortamlarında öğrencilere etkileşimli deneyimler yaşatmakta ve eş zamanlı geri dönütler verebilmektedirler (Bussell, 2004). Bu nedenle kavram yanılgılarının giderilmesinde etkili olabilecekleri düşünülmüştür. Nitekim kavram yanılgılarının giderilmesinde simülasyonların kullanıldığı çalışmalar; simülasyonların yanlış oluşturulan zihinsel yapıların (kavram yanılgıları) değiştirilmesinde etkili bir şekilde kullanılabileceğini göstermiştir (Linn, 2004; Kim vd., 2005; URL-7).

Simülasyonların birden fazla duyuya hitap ederek eğitime ve diğer alanlara getirdiği katkılar; “Sanal ortamda bireylerin farklı duyularına da hitap edilerek daha gerçekçi deneyimler yaşamaları sağlanabilir mi?” sorusunu gündeme getirmiştir. Bu amaçla, günümüz robot teknolojisinin sanal ortamlarda kullanılabilirliği söz konusu olmuş ve bireylere sanal nesnelere etkileşimli ortamda hissetme imkânı sunan “Bilgisayar Haptic'leri” kullanılmaya başlanmıştır (Sirinivasan ve Basdogan, 1997).

Haptic yunanca “haptikos” kelimesine dayandırılmakta ve “dokunma duyusuyla ilgili” anlamına gelmektedir (Katz, 1989, Marston, Loomis, Klatzky ve Reginald, 2005). İnsan bilgisayar etkileşimli Haptic cihazları, simülasyonlarla bütünleşen özelliği sayesinde sanal bir nesneye ait dokunma duyusu oluşturmaktadırlar (Karal ve Reisoglu, 2009). Kullanıcının dokunsal anlamda kurduğu iletişimle, sanal ortama müdahale edilebilmektedir. Müdahaleler sonucunda değişen sanal ortam bileşenleriyle ilgili bilgiler, dokunsal dönütlerle kullanıcıya iletilmektedir. Kısacası bu cihazlar hem veri giriş, hem de veri çıkış cihazı olarak çalışmaktadır (Hayward, Astley, Cruz-Hernandez, Grant ve Robles-De-La-Torre, 2004). Böylelikle sanal ortama dâhil edilen bu bileşenlerle kullanıcıya daha gerçekçi ortamlar ve deneyimler yaşama imkânı sunulmaktadır.

Haptic cihazlarında öne çıkan “dokunma”, literatürde aktif, bilgi verici ve faydalı bir algı sistemi olarak tanımlanmakta (Klatzky ve Lederman, 2002) ve bireylerin fiziksel, sosyal ve kavramsal gelişiminde önemli katkıları olduğu belirtilmektedir (Blackwell, 2000; Bussell, 2001; Bussell, 2004). Bebeklikte elle temas kurularak çevreyi tanıma ve nesnelere ait zihinsel şemalar oluşturma çabası ileriki yıllarda dünyayı anlama ve algılamaya yönelik olarak kullanılmaya devam etmektedir. Bu doğrultuda, sanal ortamda dokunarak hissetme

olanağı sunan Haptic cihazlarının eğitim ortamlarında kullanılmasının öğrencilerin kavramları anlama ve anlamlandırma sürecine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

1.1.1 Araştırma Problemi

Öğrenciler öğrenim hayatlarına, farklı zamanlarda ya da farklı durumlarda dünyayı anlamaya yönelik yapılandıkları zihinsel şemalarla başlamaktadırlar. Öğrenim sürecinde, ön bilgileri yansıtan bu şemalar, bilimsel bilgilerle çelişerek bireyin öğrenmesini zorlaştırıyorsa kavram yanılgısı olarak adlandırılmaktadırlar (Yıldırım, Nakiboğlu ve Sinan, 2004; Committee on Undergraduate Science Education, 1997).

Kavram yanılgıları, öğrencilerin öğrenim sürelerinde bilimsel bilginin özümsemesinde engel olarak görülmektedirler. Değişime direnç göstererek öğrencilerin yeni bilgileri doğru olarak yapılandırmalarında sorunlar yaşamalarına neden olmaktadır (Gilbert, 1997; Bahar, Johnstone ve Hansell, 1999). Birçok alanda öğrenciler kavram yanılgılarına sahip olabilmektedirler ve öğrenciye gerçek bilgiye yönelik yeterli deneyim ya da kanıt sunulmadığında bu yanılgılar üniversite sıralarına kadar taşınabilmektedir. Üniversite sıralarında da giderilmedikleri takdirde, bir öğretmen adayı göz önünde bulundurulduğunda, mevcut yanılğı birey tarafından kendi öğrencilerine dahi aktarılabilir.

Ülkemizde 2005 yılından itibaren ilköğretim öğretim programlarında birçok değişiklik yapılmıştır. Değişiklik yapılan öğretim programlarından biri Fen ve Teknoloji öğretim programıdır. Son değişikliklerden sonra, içerik olarak sarmal bir yapı kazanan müfredatta, her bir kavram ya da konu ilerleyen senelerde daha geniş ve farklı konularla ilişkilendirilmiş bir şekilde öğrencilerin karşısına çıkmaktadır (Özsevgeç, Çepni ve Bayrı, 2007). Bu nedenle dördüncü sınıfta temel kavramlarla karşılaşan öğrenciler, kavramları doğru ve bilime uygun olarak özümsemediklerinde ileriki yıllarda sorunlar yaşayabilmektedirler.

Öğrencilerin kavramlarla ilk karşılaştıklarında sahip oldukları yanılgılar tespit edilip giderilemediğinde var olan kavram yanılgıları, bir sonraki sınıfta değişime karşı daha fazla direnç kazanarak öğretmenlerin karşısına çıkmaktadırlar (Özsevgeç, Çepni ve Özsevgeç, 2006; Lakatos, 1970). Yapılan etkinlikler ya da konu anlatımlarıyla bu zorlukların aşıldığı düşünülse de zamanla kavram yanılgıları tekrar ortaya çıkabilmektedir (Özsevgeç vd.,

2007). Bu nedenle kullanılan her yöntem kavram yanlışlarının giderilmesinde etkili olamamaktadır.

Fen ve Teknoloji dersinin temel kavramlarının içerisinde yerçekimi, kütle ve ağırlık kavramları yer almaktadır. Fakat kavramların soyut olması nedeniyle çocukların okul hayatına başlamadan edinmiş oldukları yanlış bilgiler, öğretmenlerin kavramların öğrencilerin zihinlerinde tam olarak şekillenmesini sağlayacak yeterli bilgiyi verememeleri ve ders kitaplarında bilimle uyumayan bilgilerin bulunması, öğrencilerin yerçekimi, kütle ve ağırlıkla ilgili birçok kavram yanlışlığına sahip olmasına neden olmaktadır (Missouri Department of Elementary and Secondary Education, 2005; URL-2; Dinçer ve Akdeniz, 2007; URL-3; Pine, Messer ve John, 2001; Stein, Barman ve Larrabee, 2007). Ülkemizde kavram yanlışlarıyla ilgili birçok çalışma yapılmasına rağmen yerçekimi, kütle ve ağırlıkla ilgili kavram yanlışlarını derinlemesine inceleyen ve bu kavramlara yönelik kavram yanlışlarını gidermeye çalışan araştırma sayısı sınırlıdır. Yapılan araştırmalarda genellikle yerçekimi, kütle ve ağırlıkla ilgili kavram yanlışları, “Kuvvet ve Hareket” ünitesi içerisinde yer alan diğer kavramlara yönelik yanlışların tespit edildiği çalışmalar içerisinde incelendiğinden derinlemesine araştırılmamışlardır (Yıldırım vd., 2004). Bu nedenle çalışmaların birçoğunda araştırmacılar, yerçekimi, kütle ve ağırlık kavramlarıyla ilgili kavram yanlışlarına çok az yer vermiş, birkaç çalışma yerçekimi, kütle ve ağırlıkla ilgili kavram yanlışlarını derinlemesine incelemiştir. Kavram yanlışlarının giderilmesine yönelik yapılan çalışmaların sayısı ise tespite yönelik çalışmalardan daha az olmuştur.

Yurt dışında yerçekimi, kütle ve ağırlıkla ilgili kavram yanlışlarına yönelik çalışmalar son 20 yıl içerisinde yoğunluk kazanmıştır (Stein vd., 2008). Çalışmalarda genellikle yerçekimi, kütle ve ağırlık kavramlarına yönelik kavram yanlışlarının tespit edilmesi üzerine gerçekleştirilmiştir (Dostal, 2005; Gönen, 2008; Freeley, 2007). Örneklem olarak ilk, orta ve lise düzeyindeki öğrenciler seçilmiştir. Mevcut çalışmalarda öğrencilerin yerçekimi, kütle, ağırlık ve dünya hakkında ne düşündüklerini ortaya çıkarmak için küçük örneklemeler üzerinden görüşmeler yapılmıştır (Dostal, 2005). Bazı çalışmalar ise daha önceki çalışmaların devamı niteliğinde olmuştur. Kısacası 2004 yılına kadar yapılan tüm çalışmalarda, yerçekimi, kütle ve ağırlıkla ilgili farklı konulara odaklanılarak ve küçük örneklemeler seçilerek öğrencilerin kendilerine has bir şekilde oluşturdukları kavramlar tespit edilmeye çalışılmıştır. 2004 yılından sonra daha geniş örneklemeler üzerinden yapılan araştırmalarla yerçekimi, kütle ve ağırlıkla ilgili kavram

yanılgıları tespit edilmeye ya da giderilmeye çalışılmıştır (Dostal, 2005; Gönen, 2008; Freeley, 2007).

Yerçekimi, kütle ve ağırlıkla ilgili kavram yanılgılarının birçoğunun tespit edilebilmesi, araştırmacıları bu kavramlara yönelik kavram yanılgılarının giderilmesine yöneltmiştir. Geleneksel yöntemlerin kavram yanılgılarını gidermedeki sınırlılıkları araştırmacıların, farklı yöntem ve teknik arayışı içerisine girmelerine neden olmuştur. Bu doğrultuda teknolojinin de eğitim alanında ön plana çıkmasıyla Bilgi İletişim Teknolojileri'nden (BİT) yararlanmaya başlamışlardır. BİT, öğrencilerin sanal ortamda gerçekleşen olayları deneyerek öğrenmelerini sağlama, sunulan bilgilerin analiz ve sentezinde etkili olma gibi özellikleri nedeniyle, kavram yanılgılarının giderilmesinde kullanılmaya başlanmıştır (Kim vd., 2005; Hennessy, 2006). Çalışmalarda, internet tabanlı yazılımlar ve simülasyonlar gibi BİT uygulamaları geliştirilerek kavram yanılgılarının giderilmesindeki etkililikleri tespit edilmeye çalışılmıştır. Öğrencilerin kavramları zihinlerinde canlandırabilmelerini kolaylaştıran ve etkileşimli sanal deneyimler sunarak bilgilerin kalıcılığında etkili olan simülasyonlar bu uygulamalar arasından ön plana çıkmıştır (Linn, 2004). Bu anlamda gerçekleştirilen çalışmalar sonucunda ise simülasyonların öğretmene fazla yük getirmeden, sınıf ortamında birkaç bilgisayar kullanılarak kavram yanılgılarının giderilmesinde kullanılabileceği belirtilmiştir (Kim vd., 2005).

Simülasyonların birden fazla duyuya hitap etmesiyle getirdiği katkılar, sanal ortamda bireylerin farklı duyularına da hitap edilebileceği fikrini gündeme getirmiştir. Bu doğrultuda, günümüz robot teknolojisinin sanal ortamlarda kullanılabilirliği söz konusu olmuş ve bireylere sanal nesnelere etkileşimli ortamda hissetme imkânı sunan Haptic'ler kullanılmaya başlanmıştır. Bu amaçla robotlara sanal ortamda gerçekleşen olayları, bireylere hissettirme özellikleri kazandırılarak Haptic'ler ortaya çıkmıştır (Sirinivasan ve Basdogan, 1997). Geliştirilen bu yeni teknoloji öncelikle tıp ve askeri alanda kullanılmaya başlanmış daha sonra diğer alanlara yayılmıştır.

İnsan-bilgisayar etkileşimini bir adım daha ileriye götüren sanal ortamda dokunarak hissetme sayesinde sanal bir nesneye ait özellikler hissedilebilmektedir. Kullanıcı Haptic'le sanal ortama müdahale edilebilmektedir. Müdahaleler sonucunda değişen sanal ortam bileşenleriyle ilgili bilgiler, dokunsal geri dönütlerle kullanıcıya iletilmektedir. Bunun yanında Haptic'in simülasyon arayüzüyle de kullanıcıya işitsel, görsel ve metinsel dönütler verilmektedir (URL-9). Kısacası Haptic cihazı hem veri giriş hem de veri çıkış cihazı

olarak çalışarak insan-bilgisayar etkileşimini sağlamaktadır (Hayward vd., 2004). Bu şekilde sanal ortama dâhil edilen Haptic bileşenleriyle kullanıcıya daha gerçekçi ortamlar ve deneyimler yaşama imkânı sunulmaktadır.

Haptic'in hitap ettiği duyulardan biri olan dokunma duyusu, bireylerin gelişimleri süresince önemli olmuştur (Bussell, 2004). Özellikle, 0–2 yaş gurubunda nesnelere elle temas kurarak algılamaya çalışma ve zihinsel şemalar oluşturma bu durumun en açık örneklerindendir (Bushnell ve Boudreau, 1991). Bebeklik döneminde oluşturulan bu yapılar, ileriki yıllarda bireylerin dünyayı anlama ve algılamalarında önemli rol oynamaktadır. Kavram yanılgıları, bireylerin önceden oluşturdukları yanlış yapılandırılmış zihinsel şemalar olduklarından, dokunma duyusunun kavramlar ve kavram yanılgıları açısından ne kadar önemli olduğu bu durumda ortaya çıkmaktadır. Ayrıca bireylerin bilgileri beyinlerinde kodlamaları sırasında, yararlandıkları sözel olmayan kanalların içerisinde hissetme ve dokunma da yer almaktadır. Bu durum birçok çalışmada öğrenme üzerine olumlu etkisinin ispatlanmış olduğu simülasyonlara dokunsal dönüt verme özelliği kazandırılarak oluşturulan Haptic'lerin eğitimde kullanılmasının, ön plana çıkmasına neden olmuştur. Fakat eğitimde Haptic'le ilgili yapılan çalışmaların sayısı az olup, genellikle özel durum çalışması olarak yürütülmüşlerdir. Verilerin küçük ve amaçlı seçilen örneklerle yürütülen çalışmalardan elde edilmesi Haptic'in eğitimdeki yerinin tam ve genel olarak belirlenmesini engellemiştir (Minogue ve Jones, 2006). Araştırmalar da çoğunlukla Haptic'in eğitime katkı getireceği savını ispatlamaya yönelik olmuştur. Çok az çalışma Haptic'in öğrencilerin kavram yanılgılarını gidermeye etkisini belirlemeye çalışmıştır (Bussel, 2004; Minogue ve Jones, 2006) . Yapılan çalışmalarda da Haptic'le kavram yanılgılarının giderilmesi geniş örneklerle üzerinden ayrıntılı incelenmemiştir. Bu doğrultuda çalışmanın ana problemini, “Haptic öğrencilerin yerçekimi, kütle ve ağırlıkla ilgili yanılgılarının giderilmesi ve öğrenilenlerin kalıcılığının sağlanmasında etkili olabilir mi ?“ cümlesi temsil etmektedir. Bu çerçevede araştırmanın alt problemleri şunlardır;

1. Yerçekimi, kütle ve ağırlıkla ilgili yanılgıların giderilmesinde Haptic simülasyon ve geleneksel yöntemlere göre ne derece etkilidir?
2. Haptic, simülasyon ve geleneksel yöntemlere göre öğrenilen kavramların kalıcılığını sağlamada ne derecede etkilidir?
3. Haptic'in simülasyonlara ve geleneksel yöntemlere göre öğrenciler üzerindeki etkileri (dersi dinleme, öğretmeni takip etme, odaklanma gibi) nelerdir?

4. Haptic'in kavram yanılgılarının giderilmesinde yeterliliği ve uygulanabilirliği konusunda öğretmen ve öğrencilerin görüşleri nelerdir?

1.1.2. Araştırmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı; Haptic'in simülasyon, düz anlatım ve soru cevap yöntemine göre yerçekimi, kütle ve ağırlık kavramlarının öğrenilmesinde, kavram yanılgılarının giderilmesinde ve öğrenilenlerin kalıcılığının sağlanmasında etkililiğini belirlemektir. Bunun yanı sıra Haptic'in, simülasyonlara ve geleneksel yöntemlere göre öğrenciler üzerindeki etkilerini (dersi dinleme, öğretmeni takip etme, odaklanma gibi) belirlemek ve Haptic'in kavram yanılgılarının giderilmesi konusunda yeterliliği ve uygulanabilirliğine ilişkin öğretmen ve öğrencilerin görüşlerini ortaya çıkarmak çalışmanın alt amaçları arasında yer almaktadır.

1.1.3. Araştırmanın Gerekçesi ve Önemi

Günümüzde, Bilgi İletişim Teknolojileri'nin (BİT) eğitimdeki önemi yadsınamaz derecede önem kazanmıştır. Özellikle simülasyonlar, olayları somutlaştırma, görme ve işitme duyularına hitap etme, öğrencilere etkileşimli deneyimler sağlama özellikleriyle BİT'in eğitimde kullanılan en önemli uygulamaları haline gelmişlerdir.

Simülasyonların birden fazla duyuya hitap ederek eğitime ve diğer alanlara getirdiği katkılar; “Sanal ortamda bireylerin farklı duyularına da hitap edilerek daha gerçekçi deneyimler yaşamaları sağlanabilir mi?” sorusunu gündeme getirmiştir. Bu amaçla, günümüz robot teknolojisinin sanal ortamlarda kullanılabilirliği söz konusu olmuş ve bireylere sanal nesnelere etkileşimli ortamda hissetme imkânı sunan “Bilgisayar Haptic'leri” kullanılmaya başlanmıştır (Sirinivasan ve Basdogan, 1997). Günümüze kadar özellikle tıp başta olmak üzere birçok alanda bu cihazlardan yararlanılmıştır. Fakat Haptic'lerin eğitime girişi ve eğitimciler tarafından kabulü diğer alanlardaki kadar kolay olmamıştır. Bu nedenle Haptic'lerin eğitime katkısı ya da eğitimde Haptic'lerden nasıl yararlanılabileceği konusunda belirgin açıklamalar yapılamamıştır.

Günümüze kadar Haptic'le yapılan çalışmalar genellikle çok daha gerçekçi ortamda bireylere etkileşimli bir şekilde psikomotor becerilerini geliştirecek deneyimler kazandırma üzerine gerçekleştirilmiştir (Bussel, 2004). Haptic'le kavram yanılgılarını giderme ya da

kavram öğrenme üzerine yapılan çalışmaların sayısı ise çok azdır. Bu nedenle çalışma literatürde var olan çalışmalardan farklı olarak, kavram yanılgılarının değiştirilmesi ve giderilmesi açısından önem taşımaktadır.

Eğitimde özellikle Fen ve Teknoloji derslerinde öğretmen ve öğrencilerin önündeki büyük engellerden biri kavram yanılgılarıdır. Kavramlar bireylerin dünyayı anlamaya yönelik çeşitli duyularını kullanarak edindikleri deneyimler sonucunda zihinlerinde yapılandırdıkları şemalar olarak tanımlanmaktadır (Bussel, 2004). Bu nedenle görme ve dokunma duyularına hitap etme özelliğine sahip Haptic'in yanlış yapılandırılmış kavramları düzenleme ya da değiştirmede etkisinin tespit edilmesinin, öğrenmenin önündeki önemli engellerden birine çözüm olabileceği düşünülmüştür. Geleneksel yöntemlerin ve simülasyonların kullanıldığı benzer durumlarla kıyaslamalar yapılarak Haptic'in mevcut sorunlara çözüm getirip getiremeyeceği daha belirgin sınırlarla çizilmeye çalışılmıştır. Ayrıca geniş bir örneklem üzerinden karşılaştırmaların yapılmasının, nitel ve nicel verilerin Haptic'in kavram yanılgılarının giderilmesindeki etkililiğini diğer çalışmalara nazaran daha açık olarak ortaya çıkaracağı düşünülmektedir. Tespit edilecek eğitimsel ya da teknik eksikliklerin gelecek çalışmalara yön verme açısından önemli olacağı fikri savunulmaktadır.

Daha önce yapılan çalışmalarda, Haptic'in eğitimde kullanımının olumlu ve olumsuz etkileri açık olarak belirlenememiştir. Haptic'le öğrencilere verilen görsel, sözel ve dokunsal dönütlerin kavramları öğrenme ve hatırlamadaki pozitif ya da negatif etkilerinin açık olarak belirlenmesi, maliyeti yüksek olan bu cihazların geliştirilmesi açısından önemli olacaktır. Eğer, Haptic öğrenme açısından ya da yanılgıları giderme açısından katkı sağlamıyorsa, bireye aşırı bilgi verme nedeniyle sorunlar oluşturuyorsa gelecekte yapılacak çalışmalara farklı bir yön verilmesi için bir öneri ortaya çıkacaktır. Aksine olumlu etkiler sağlıyorsa, öğretmenin işini kolaylaştırmak ve kısa zamanda daha fazla bilginin öğrenilmesi için Haptic'lerin geliştirilmesine yönelik önerilerde bulunulacaktır.

1.1.4. Araştırmanın Sınırlılıkları

- Çalışma, Trabzon Mimar Sinan İlköğretim Okulu'ndaki 90 öğrenciyle yürütülmüştür.
- Araştırmanın konusu, yerçekimi, kütle ve ağırlık kavramları ele alınarak sınırlandırılmıştır.

- Fen ve Teknoloji müfredatında yerçekimi, kütle ve ağırlık kavramları “Kuvvet ve Hareket” ünitesinin altında verilmektedir. Müfredatta bu ünite sekiz ana başlıktan oluşmaktadır ve ünite için ayrılan süre 16 ders saatidir. Yerçekimi, kütle ve ağırlık kavramları için de 2 ders saati süre ayrılmıştır. Bu nedenle uygulamalar iki ders saati sürmüştür.
- Uygulama yapılan okulda, çalışma verilerinin öğrencileri değerlendirme amaçlı kullanılmaması deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerde isteksizliklere neden olmuştur.
- Çalışmada kullanılan Haptic’in öğrenciler tarafından ilk defa kullanılıyor olması bazı öğrencilerin ilgilerinin sadece cihaza kaymasına neden olmuştur.

1.1.5. Araştırmanın Varsayımları

- Kontrol grubunda gerçekleştirilen düz anlatım ve soru cevap yöntemlerinin çalışmanın amaçlarına uygun olarak kullanıldığı kabul edilmiştir.
- Deney gruplarında kullanılan Haptic ve simülasyonun çalışmanın amaçlarına uygun olarak kullanıldığı kabul edilmiştir.
- Deney gruplarında kullanılan simülasyon ve Haptic’le ilgili öğrencilerin ve öğretmenlerin objektif bilgi verdikleri varsayılmıştır.

1.2. Kavramlar ve Kavram Yanılgıları

Her birey okula, dünyayı algılamaya yönelik yapılandığı zihinsel şemalarla gelmektedir. Bireylerin yapılandıkları bu zihinsel şemalar kavram olarak adlandırılmaktadırlar. Kavramlar nesnelere bir sınıfının genelleştirilmiş bir görüşüdür (Guralnik, 1986). Kavramlar somut eşya, olaylar veya varlıklar değil onları belirli gruplar altında topladığımızda ulaştığımız soyut düşünce birimleridir. Kavramlar gerçek dünyada değil düşüncelerimizde vardır (Ayas, Köse ve Taş, 2003). Başka bir ifadeyle insanların kendilerini ve çevrelerini anlamlandırmak için kullandıkları sözcükler ya da sözcük grupları kavram olarak adlandırılmaktadır (Ülgen, 2001; Köksal, 2006; Senemoğlu, 2003). Fakat öğrencilerin karşılaştıkları olayları içselleştirebilmek amacıyla zihinlerinde yaşadıklarına göre yapılandıkları kavramlar, okulda verilen bilgi ve yaşanan deneyimlerle çatışabilmektedir. Öğretmenler tarafından temel konu ve kavramların

anlatımları sırasında öğrencilerde var olan yanlışlar çözüme ulaştırılmadığında ya da değiştirilmeleri için uğraşılmadığında öğrencilerin daha sonraki öğrenim hayatlarında farklı konuları öğrenmelerini etkilemekte ve değişime direnç göstermektedirler (Gilbert, 1997; Bahar, Johnstone ve Hansell, 1999).

Bilimsel bilgilerin öğrenilmesinde büyük bir engel olarak görülen yanlış yapılandırılmış bu şemalar “kavram yanlışlığı” olarak adlandırılmaktadırlar. Kavram yanlışlığı bir hata değildir veya bilgi eksikliğinden dolayı yanlış verilen cevap değildir (URL-1). Kavram yanlışlığı, en genel anlamı ile bilimsel olarak doğru kabul edilmeyen fikir ve düşüncelerdir (Yıldırım vd., 2004; Morgil, Erdem ve Yılmaz, 2003; Stein vd., 2008 ; Committee on Undergraduate Science Education, 1997; Demirci, 2005; Osborne ve Freyberg, 1985; Treagust, 1988). Ayrıca yanlış algılamalar, alternatif kavramlar, ön kavramlar, alternatif çerçeveler, kişisel model ve anlık bilgiler olarak da ifade edilmektedirler (Committee on Undergraduate Science Education, 1997; Demirci, 2005; Kuru ve Güneş, 2005).

Farklı yaş, kültür ve cinsiyet gruplarındaki bireyler farklı alanlarda kavram yanlışlığına sahip olabilmektedir (Kara ve Yesilyurt, 2008; URL-2). Bu durum aynı olayla ilgili gerçek kavramları gölgeleyen kavram yanlışlığının, öğrenmenin önünde büyük bir engel teşkil ettiklerini ortaya çıkarmaktadır (URL-2). Nitekim kavram yanlışlığı, öğrencilere sunulan açıklama ve bilgilerin yanlış yorumlanmasına sebebiyet vererek öğrencilerin konuyu derinlemesine anlamalarına engel olmaktadır (Clement 1982; Resnick 1983). Sınıfta yapılan öğretimden sonra düzeltilmiş olarak görülen kavram yanlışlığı dahi zamanla tekrar ortaya çıkabilmektedirler (Özsevgeç vd., 2007). Bir başka ifadeyle değişime yatkınlığı düşük olan ve bilişsel sistemde iyice yapılandırılan bu kemikleşmiş (hard-core) bilgilerin değişimi kolay olmamaktadır (Lakatos, 1970). Bu nedenle, “Bir konuda hiç bir bilgiye sahip olmamak, o konuda kavram yanlışlığına sahip olmaktan çok daha iyidir.” diyebiliriz (URL-2).

Yapılan birçok araştırmada, içeriğinde çok fazla soyut kavram bulunması nedeniyle Fen alanı öğrencilerin en fazla yanlışlığa sahip oldukları alanlardan biri olarak belirlenmiştir (Çepni, 1997; Eryılmaz, 2002; Black ve Lucas, 1993; Driver vd., 1996; Stein vd., 2008). Bu nedenle, Fen alanında kavram yanlışlığının tespiti ve giderilmesine yönelik araştırmalar ve çalışmalar yoğunluk kazanmıştır (Dostal, 2005; Kim vd., 2005; Stein vd., 2008; URL-1). Fakat ilgili literatürde “Kuvvet ve Hareket” ünitesinde geçen yerçekimi, kütle ve ağırlık kavramlarına yönelik yanlışlıkların derinlemesine incelendiği ya da

giderildiği çalışmaların sayısının sınırlı olduğu belirtilmektedir (Dostal, 2005; Freeley, 2007; Gönen, 2008). Ülkemizde kavram yanlışlarının tespiti ve giderilmesine yönelik birçok çalışma yapılmasına rağmen yerçekimi, kütle ve ağırlıkla ilgili kavram yanlışları genellikle “Kuvvet ve Hareket” ünitesi içerisinde yer alan kavramlara yönelik yanlışların tespit edildiği çalışmalar içerisinde incelendiğinden derinlemesine araştırılmamışlardır (Yıldırım vd., 2004).

1.2.1. Kavram Yanlışlarının Nedenleri

Kavram yanlışlarını gidermek ya da kavramsal değişimi gerçekleştirmek, kavram yanlışlarının ayrıntılı bir şekilde ortaya konulmasını gerektirmektedir (Case ve Fraser, 1999). Kavram yanlışlarının nedenlerini ortaya çıkaran birçok çalışma literatürde mevcuttur. Çalışmalarda ilgili literatür incelenmiş, öğrenciler üzerinde gözlemler yapılmış ve öğretim programlarında yer alan materyaller incelenmiştir. Sonuç olarak öğrencilerin kavram yanlışlarının nedenleri aşağıdaki gibi belirlenmiştir (Coştu, Ayas ve Ünal, 2007; Missouri Department of Elementary and Secondary Education, 2005; URL-2; Dinçer ve Akdeniz, 2007; URL-3; Pine, Messer ve John, 2001; Kara ve Yesilyurt, 2008; Stein, Barman ve Larrabee, 2007; Morgil vd., 2003);

- Bilgi eksikliği olan öğrenciler, kavramlara yönelik soruları kavramla ilgili mevcut bilgilerini kullanarak vermektedirler.
- Öğretmenlerin konuları sunuş biçimleri kavram yanlışlarına neden olmaktadır.
- Bazı fikirler ya da açıklamalar hala somut işlemler evresinde olan öğrenciler için çok soyut ve öğrenilmesi zor olmaktadır.
- Öğrenciler somut olarak göremedikleri olayları ya da kavramları kendi zihinlerinde farklı şekillerde somutlaştırarak, değişik kavram yanlışlarını zihinlerinde yapılandırmaktadırlar.
- Kitaplarda yer alan bilgilerin yanlış ya da eksik olması, öğrencilerde kavram yanlışlarına neden olmaktadır.
- Kitaplarda anlatım amaçlı kullanılan şekil ve modeller kavram yanlışlarına neden olmaktadır.
- Açıklanması zor ya da soyut kavramları anlamak için insanların sıklıkla benzetmeler kullanması ve bunların da çoğu zaman yanlış olması bireylerde kavram yanlışlarını ortaya çıkarmaktadır.

- Birden çok problemin benzer ve tek düze çözülmesi ve öğrencilere çözüm için yeterli zamanın verilmemesi kavram yanlışlarının oluşmasına sebebiyet vermektedir.
- Kitapların ve öğretmenlerin üniteler için belirledikleri süre öğrencilerin konuları öğrenmesi için yeterli olmamaktadır. Bu nedenle öğrenciler, ünitelerde geçen kavramları eksik ya da yanlış şekilde öğrenmektedirler.
- Sözel ve yazılı olarak verilen bilgiler, eğer öğrenciler bu bilgilere yönelik yeterli deneyim yaşamamışlarsa, öğrencilere yeterince anlamlı gelmediğinden var olan kavram yanlışları değiştirilememektedir.
- Öğrencilerin kavramları cümlelerde düzgün olarak kullanmaları öğretmenlerce, kavramın doğru olarak öğrenildiği şeklinde değerlendirilmektedir. Fakat öğrencilerin ezber bilgilerle açıklama yapmalarının öğrenmenin gerçekleşmesi şeklinde değerlendirilmesi kavram yanlışlarının giderilememesine neden olmaktadır.
- Öğrencilerin okulda ve günlük hayatta kavramlarla ilgili yeterli deneyim yaşamamaları, önbilgileriyle yeni bilgileri arasında bağlantı kurmalarına engel olmakta ve kavram yanlışlarına yol açmaktadır.
- Televizyon, hikâye ve gazetelerde, öğrencilerin karşılaşabileceği birçok kavram yanlışlığı bulunmaktadır. Buradaki metinleri okuyan öğrenciler edindikleri kavram yanlışlarını okul sıralarına kadar taşıyabilmektedirler.

Verilen bilgilerden anlaşılacağı üzere gibi kavram yanlışlarının giderilememesinin en önemli sebeplerinden biri kavramların soyut olması nedeniyle öğrencilerin bu soyut yapıları zihinlerinde yeteri kadar doğru şekilde yapılandıramamalarıdır. Bu durumun en önemli nedenlerinden biri öğretmenlerin sınıfta gerçekleştirdikleri etkinliklerde ya da uygulamalarda, kavramların doğru bir şekilde zihinde somutlaştırmasını sağlayacak materyallerden yararlanmamalarıdır. Öğrencilere günlük hayattan örnekler sunacak, etkileşimli ve görsel materyallerin kullanımı ve sağlayabileceği katkılar bu noktada önem arz etmektedir.

Yukarıda da belirtildiği gibi kavram yanlışları, kullanılan birçok yöntem ve tekniğe karşı direnç göstererek değişime engel olabilirler. Kavram yanlışlarının değişime karşı göstermiş oldukları direnç, birçok faktör tarafından tetiklenmektedir. Bu faktörlerden bazıları aşağıdaki şekilde özetlenebilir (URL-2);

- Öğrenci sahip olduğu kavram yanlışlarını kullanarak karşılaştığı problemleri çözdüğü veya çözdüğünü düşündüğü sürece kavram yanlışları zihinde kalmaya devam etmektedir.
- Kavram yanlışları, öğrenci sahip olduğu kavram yanlışlığı ile yüzleşmediği ve bu bilgi ile açıklayamayacağı olay ya da problemlerle karşılaşmadığı sürece zihinde kalmaya devam etmektedir.
- Öğrencilere, “Önemli olan, olayları anlamaya gerek duymadan, soruya doğru cevap vermektir.” şeklinde yaklaşım sunmak kavram yanlışlarını kalıcı kılmaktadır.
- Derinliğe inmeyen yüzeysel açıklamalardan kavram yanlışları ortaya çıkmaktadır.

1.3. Yerçekimi, Kütle ve Ağırlıkla İlgili Yanlışların Tespiti ve Giderilmesine Yönelik Yapılan Çalışmalar

Ülkemizde öğretim programlarında yapılan değişikliklerden sonra Fen ve Teknoloji öğretim programı içerik olarak sarmal bir yapı kazanmıştır. Programda öğrenciler, Fen kavramlarıyla ilk olarak ilköğretim 4. sınıfta karşılaşmakta ve bu kavramlara yönelik öğrenecekleri bilgilerin yoğunluğu ileriki yıllarda artmaktadır. Bu bakımdan öğrencilerin ilköğretimde temel kavramları tam ve doğru olarak öğrenmeleri, ileriki yıllarda başarılı olmaları açısından önemlidir (Çepni, 1997; Demircioğlu, Özmen ve Ayas, 2001; Çakır, 2005; Özsevgeç vd., 2007; Özden, 2008). Aksi takdirde, öğrenciler ilk yıllarda sahip olabilecekleri kavram yanlışlarını lise ve üniversite yıllarına taşıyacak ve bu durum fizik kavramlarında da kavram yanlışlarının oluşmasına neden olacaktır (Özsevgeç, Çepni ve Özsevgeç, 2006).

Yerçekimi, kütle ve ağırlık kavramları, Fen ve Teknoloji içeriğinde yer olan temel kavramlardandır. Öğrencilerin öğrenim sürelerinde sıklıkla karşılaşacakları bu kavramları ilköğretim sıralarında iyi bir şekilde özümsemeleri önemlidir. Fakat kavramların soyut nitelikte olması ve öğrencilerin edinmiş oldukları yanlışlar yerçekimi, kütle ve ağırlık kavramlarının öğrenilmesini güçleştirmektedir. Bu nedenle ilköğretimden üniversite sıralarına kadar birçok öğrencinin yerçekimi, kütle ve ağırlık kavramlarına ilişkin kavram yanlışları bulunmaktadır (Gönen, 2008).

Ülkemizde kavram yanlışlarıyla ilgili birçok çalışma yapılmasına rağmen yerçekimi, kütle ve ağırlıkla ilgili kavram yanlışlarının tespit edildiği ya da giderildiği çalışma sayısı sınırlıdır. Var olan çalışmaların birçoğunda ise araştırmacılar yerçekimi, kütle ve ağırlıkla ilgili kavram yanlışlarına çok az yer vermiş, birkaç çalışma yerçekimi, kütle ve ağırlıkla ilgili kavram yanlışlarını derinlemesine incelemiştir. Dinçer ve Akdeniz'in (2007) öğretmen adaylarının yerçekimi ve serbest düşmeyle ilgili kavram yanlışlarını tespit ettikleri çalışma bunlardan bir tanesidir. Çalışmaya Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri, İlköğretim Matematik Eğitimi Bölümü'nden 77 öğretmen adayı katılmıştır. Kavram yanlışlarının tespiti için literatür ve uzman görüşleriyle geliştirilen iki boyutlu tanımlayıcı test kullanılmıştır. Çalışma sonucunda öğretmen adaylarının, uzayda yerçekiminin olmadığı, Ay'da yerçekimi etkisiyle cisimlerin yukarı doğru hareket ettiği ve ekvatordaki yerçekiminin kutuplardaki yerçekimiyle aynı olması gibi kavram yanlışlarına sahip oldukları ortaya çıkmıştır.

Bazı çalışmalarda kavram yanlışlarının giderilmesine odaklanılmasa da çalışmada kullanılan veri toplama araçlarıyla örneklemin yanlışları tespit edilmektedir. Keleş'in (2007), beyin temelli öğrenmeyi temel alan web destekli öğretim materyalinin kavramsal öğrenmeye etkisini incelediği çalışmasında öğrencilerin yerçekimi, kütle ve ağırlıkla ilgili kavram yanlışları ortaya çıkmıştır. Üç ayrı ilköğretim okulundaki 6. sınıflardan seçilen üç sınıf ve bu öğrencilere ders veren Fen ve Teknoloji öğretmenleriyle birlikte yürütülen çalışmada, 18 öğrenciyle mülakatlar yapılmıştır. Örneklemden elde edilen verilerin analizi sonucunda beyin temelli öğrenmeyi temel alan web destekli öğretim materyalinin yerçekimi ve ağırlık kavramlarının öğrenilmesinde etkili olduğu tespit edilmiştir. Fakat yapılan mülakatlarda, bazı öğrencilerin kavram yanlışlarını sürdürdükleri ortaya çıkmıştır. Bu yanlışlar;

- Kütle ve ağırlığı tanımlayamama,
- Hem ağırlığın hem de kütlenin farklı ortamlarda değişebildiği,
- Ağırlığın Dünya'da değişmediği,
- Yerçekiminin Dünya'da kutuplarda arttığını, ekvatorda azaldığını belirtememedir.

Gönen (2008) de Dinçer ve Akdeniz gibi örneklem olarak öğretmen adaylarını seçmiş, toplam 267 Fen ve Fizik öğretmen adayıyla çalışmıştır. Çalışma, üç amaca hizmet edecek şekilde yürütmüştür. Fen ve Fizik öğretmen adaylarının yerçekimi, kütle ve ağırlıkla ilgili yanlışlarını ortaya çıkarmak çalışmanın amaçlarından biri olmuştur.

Çalışma sonucunda öğretmen adaylarının, yerçekimi, kütle ve ağırlık kavramlarını tanımlamada ve bu kavramları birbirinden ayırt etmede sorunlar yaşadıkları ortaya çıkmıştır. Aşağıda çalışmada belirlenen kavram yanlışlarından birkaç tanesi verilmektedir;

- Yerçekimi her yerde aynıdır, değişmez.
- Bir cismin ağırlığı her yerde aynıdır fakat kütlesi ortama göre değişebilir.
- Kütle yerçekimine göre değişir.
- Kütle hacme ve yoğunluğa bağlıdır, ağırlık ise değildir.
- Kütle bir bütünün kendine özgü yerçekimidir.

Atasoy (2008), Newton'un hareket kanunlarıyla ilgili kavram yanlışlarının çalışma yapraklarıyla giderilmesini araştırırken yerçekimi kavramına da yer vermiştir. Çalışmaya Fen Bilgisi Öğretmenliği programı birinci sınıf öğrencilerinden 38 kişi katılmıştır. Örnekleme, Ay'daki bir araştırmacının elindeki anahtarı bıraktıktan sonra anahtara nasıl bir kuvvet etki edeceği sorulmuştur. Ön testte öğrencilerin %11'i Ay'da yerçekimi olmadığından anahtarın yukarı doğru hareket edeceğini, %41'i Ay'da yerçekimi kuvveti olmadığı için cisme hiçbir kuvvet etki etmeyeceğini belirtmiştir. Çalışma yapraklarıyla yapılan uygulamalardan sonra ise öğrencilerin son testte % 18'inde kavram yanlışlığı tespit edilirken, %75'inin doğru açıklamada bulunduğu tespit edilmiştir. Diğer test maddelerine verilen doğru cevap sayısındaki önemli artış da göz önünde bulundurulduğunda çalışma yapraklarının kavram yanlışlarının giderilmesinde etkili olduğu ortaya çıkmıştır.

Ülkemizde yapılan çalışmalardan verilen örneklerden de anlaşılacağı üzere, çalışmaların bir kısmı araştırma konusunu yerçekimi, kütle ve ağırlık kavramlarıyla sınırlandırmıştır. Diğer çalışmalarda ise araştırma konusu daha geniş olarak seçilmiş, yerçekimi, kütle ve ağırlık kavramlarıyla ilgili yanlışlar, "Kuvvet ve Hareket" ya da "Newton'un Hareket Kanunları" gibi ünitelerde yer alan diğer kavramlara yönelik kavram yanlışlarıyla birlikte incelenmiştir. Seçilen örneklemeler ise genellikle öğretmen adaylarından oluşmaktadır. Bu durum öğrencilerin kavramları zihinlerinde yapılandırmalarında önemli rolleri olan öğretmenlerde dahi kavram yanlışları bulunabileceği fikrini akla getirmektedir. Ayrıca öğretmen adaylarında tespit edilen kavram yanlışlarının ilköğretim kademesinde öğrenim gören öğrencilerin yanlışlarıyla benzerlik göstermesi, kavram yanlışlarının değişime ne kadar direnç gösterdiğini bir kez daha gözler önüne sermektedir. Kavram yanlışlarının öğrenim düzeyi gözetmeksizin her kademedeki öğrencide bulunabileceğini göstermektedir.

İlgili literatür incelendiğinde yurt dışında yerçekimi, kütle ve ağırlıkla ilgili kavram yanlışlarına yönelik çalışmaların son 20 yıl içerisinde yoğunluk kazandığı görülmektedir (Stein vd., 2008). Bu süreç içerisinde de genellikle yerçekimi, kütle ve ağırlık kavramlarına yönelik kavram yanlışlarının tespit edilmesi üzerine çalışılmıştır (Dostal, 2005; Gönen, 2008; Freeley, 2007). Çalışmalarda genellikle örneklem olarak ilk, orta ve lise düzeyindeki öğrenciler seçilmiştir. Yapılan çalışmalarda genellikle öğrencilerin yerçekimi kavramını algılaması ve var olan kavram yanlışlarının ortaya çıkarılması üzerine odaklanılmıştır (Dostal, 2005; Freeley, 2007; Gönen, 2008). Bazı çalışmalar ise daha önceki çalışmaların devamı niteliğinde olmuştur. Kavram yanlışlarının tespit edilmesine yönelik çalışmalar genellikle öğrencilerin yerçekimi ve dünya hakkında ne düşündüklerini ortaya çıkarmak için küçük örneklemeler üzerinden görüşmeler yapılarak yürütülmüştür (Dostal, 2005). Dünya'nın şekli, farklı ortamlarda yerçekimi ve yerçekimini etkileyen faktörler gibi yerçekimiyle ilgili farklı konulara odaklanılarak öğrencilerin kendilerine has bir şekilde oluşturdukları kavramlar tespit edilmeye çalışılmıştır.

Dünya'nın şekli konusuna odaklanan çalışmalardan biri, Nussbaum ve Novak (1976) tarafından yapılmıştır. Çalışma yaş ortalaması 8 olan 26 ikinci kademe öğrencisiyle yürütülmüştür. Sonuç olarak öğrencilerde dört farklı kavram yanlışının hâkim olduğu belirlenmiştir. Bunlar;

- Dünya'nın düz olması ve atmosferin dışında uzayın olmaması,
- Dünya'nın iki yarımküreden oluşan top şeklinde, üst kısmında gökyüzü alt kısmında kara olması ve insanların da bu topun içerisindeki düz kısımda yaşamaları,
- Dünya'nın top şeklinde uzayın içerisinde olması ve insanların bu topun üst kısmında yaşamaları,
- İnsanların top şeklindeki Dünya'nın etrafında yaşaması ve nesnelerin Dünya'nın alt kısmına doğru düşmesidir.

Benzer çalışmalar daha üst kademelerdeki öğrenciler için Mali ve Howe (1979), Nussbaum (1979), Nussbaum ve Sharoni-Dagan (1983), Sneider ve Pulos (1983) tarafından yapılmıştır. Çalışmalar sonucunda, öğrenim süreci ve yaş arttıkça öğrencilerden gelen yanıtların daha bilimsel olduğu ortaya çıkmıştır.

Farklı ortamlarda yerçekiminin varlığıyla ilgili öğrenci düşüncelerini inceleyen çalışmalardan biri Watts ve Zylbersztajn'ın (1981) anket uygulamasıdır. Anket yaşları 14 olan 125 öğrenciye uygulanmıştır. Anketteki en önemli sorulardan birinde öğrencilere,

Ay'ın yüzeyinde duran bir astronotun elindeki nesneyi bırakması durumunda ne olacağı sorulmuştur. Analizler sonucunda, öğrencilerin Ay'da yerçekimi ve hava olmadığından, Ay yüzeyindeki hiçbir nesneye bir kuvvet uygulanmadığını düşündükleri ortaya çıkmıştır. Nitekim farklı araştırmacıların gerçekleştirdiği çalışmaların sonucunda da benzer bulgular elde edilmiştir (Minstrell, 1982; Ruggiero, Cartelli, Duprè, ve Vicentini-Missoni, 1985; Noce, Torosantucci ve Vicentini, 1988; Philips, 1991; Berg ve Brouwer 1991; Bar, Zinn ve Goldmuntz, 1994). Noce, Torosantucci ve Vicentini (1988) aynı konuya yönelik çalışmalarını 264 ilköğretim ikinci kademe ve lise öğrencisi, 64 Biyoloji Bölümü birinci sınıf öğrencisi ve ilköğretim öğretmenlerini de içeren 74 yetişkinle yürütmüşlerdir. Çalışma sonucunda, orta ve lise düzeyindeki öğrencilerin %84'ünde, Biyoloji öğrencilerinin %66'sında ve yetişkinlerin % 77'sinde kavram yanlışları tespit edilmiştir. Bu durum, yetişkinler ve öğrencilerin kavramlarının anlamlı bir şekilde farklılık göstermediğini ortaya çıkarmıştır. Ayrıca Noce, analizler sonucunda yerçekiminin öğrenciler tarafından aşağıda belirtilen şekilde tanımlandığını belirlemiştir;

- Yerçekimi Dünya'ya uygulanan bir kuvvettir.
- Yerçekimi havadır.
- Yerçekimi etkileriyle tanımlanmış bir kuvvettir.

Araştırmacılar örnekleme belirtilen ortamlarda yerçekimi olup olmadığını sorarak farklı kavram yanlışlarını ortaya çıkarmaya çalışmışlardır. Ameh (1987) çalışmasında, öğrencilerin Ay'daki yerçekimiyle ilgili kavram yanlışlarını ortaya çıkarmıştır. Çalışmada öğrenciler Ay'da, Dünya'dan çok uzakta olmasından ve hava bulunmamasından dolayı yerçekimi olmadığını ya da çok az olduğunu ifade etmişlerdir. Ayrıca Ay'daki bir nesnenin ağırlığının olmadığını belirtmişlerdir. Stead ve Osborne (1981), Ameh'in çalışmasına ek olarak 3.-7. kademelerindeki öğrencilere uzay gemisi, uzay ve Ay'da yerçekimi olup olmadığını sormuşlardır. Çalışma sonucunda uçaktan atlamakta olan bir havacıya uygulanan yerçekiminin ne olabileceği sorusuna 3. kademedeki öğrencilerin %26'sı, 7. kademedeki öğrencilerin %65'i doğru cevap vermiştir. Öğrencilere bir uydunun yanındaki astronota yerçekimi uygulanıp uygulanmayacağı sorulduğunda ise, 3. kademedeki öğrencilerin %19'u, 7. kademedeki öğrencilerin %65'i doğru cevap vermişlerdir. Sharma, Millar, Smith ve Sefton (2004) ise Sydney Üniversitesi'nde yaptıkları çalışmada öğrencilere yörüngedeki uzay gemisine yaklaşık olarak ne kadar yerçekimi kuvveti uygulandığını sormuştur. Öğrencilerin %50'si sıfır, %10'u yaklaşık sıfır ve %30'u daha büyük bir değerde yerçekimi kuvveti uygulanacağını ifade etmişlerdir.

Bazı projelerde öğrencilere, bir gezegenin yerçekiminin gezegenin kütlesi, Güneş'e olan uzaklığı ve gezegende havanın varlığı gibi değişkenlere bağlı olarak değişip değişmediği sorulmuştur. Gunstone ve White (1981), 458 üniversite öğrencisinden yaylı terazinin ucuna takılı kum dolu bir kovanın sınıf ortamından Everest dağına çıkarıldığında yaylı terazinin gösterdiği değerde bir değişme olup olmayacağını tahmin etmelerini istemiştir. Öğrencilerin %29'u doğru yanıtı işaretlerken, sadece %12'si mantıklı açıklama yapmıştır. Yanlış cevap veren öğrenciler ise "Yerçekiminin etkisi Dünya'nın her yerinde aynıdır." açıklamasını yapmışlardır. Smith ve Treagust (1988) çalışmalarında 24 öğrenciyle görüşmeler yapmış 113 öğrenciye de test uygulamışlardır. Analizler sonucunda dört kavram yanılgısının çalışmanın yürütüldüğü örnekleme hâkim olduğu ortaya çıkmıştır. Bunlar;

- Bir gezegenin yerçekiminin gezegenin güneşten uzaklığına bağlı olarak değişmesi,
- Gezegenin dönme hızının, gezegendeki yerçekimini etkilemesi,
- Gezegenin dönme hızının güneşe uzaklığına bağlı olarak değişmesi,
- Dönme hızı yüksek olan gezegenin yerçekiminin, dönme hızı az olan gezegenin yerçekiminden fazla olması,
- Yerçekimi kuvvetinin sıcaklıkla artması,
- Uzaklık arttıkça yerçekimi kuvvetinin artmasıdır.

Galili (1995) ise örnekleme Dünya'daki ve Ay'daki eşit kütleli kutuların ağırlıklarının farklı olup olmadığı sorusunu yöneltmiştir. Öğrencilerin % 68'i soruyu kutuların ağırlıklarının farklı olacağı şeklinde doğru cevaplandırmıştır. Aynı soru daha üst kademedeki öğrencilere sorulduğunda öğrencilerin %76'sı soruyu doğru şekilde yanıtlamıştır. Piburn, Baker ve Treagust (1988) ise çalışmasında öğrencilere Güneş'e olan uzaklığı, boyutu ve basıncı farklı olan gezegenlerden hangisinde bir uzay mekiğinin kalkışta daha çok zorlanacağını sormuştur.

2005 yılında Dostal önceki çalışmalardan farklı olarak yerçekimiyle ilgili kavram yanılgılarının giderilmesi üzerine bir yüksek lisans tezi bitirmiştir. Dostal (2005) tezinde üniversite öğrencilerinin farklı ortamlarda ve durumlarda uygulanan yerçekimi kuvvetiyle ilgili yanılgılarını çalışma yapılarıyla giderilmeye çalışmıştır. Dostal tezinde, örneklemin yerçekimiyle ilgili bilgilerini öğrenmek amacıyla açık uçlu ve çoktan seçmeli soruların bulunduğu iki ölçek kullanmıştır ve uygulama sonrasında 24 öğrenciyle mülakatlar yapmıştır. Ölçeklerde daha önceki çalışmalarda kullanılan sorular ve bu soruların daha

kompleks hale getirildiği örnekleri görmek mümkündür. Orijinal sorularla daha çok öğrencilerin gezegenler arası çekim ve bu çekimi etkileyen faktörler hakkındaki bilgileri, diğer sorularla ise farklı ortamlarda yerçekimi kuvvetinin etkisine yönelik bilgileri ölçülmeye çalışılmıştır. Çalışma Iowa State Üniversitesi'nde öğrenim gören 2000'in üzerinde öğrenciyle gerçekleştirilmiştir. Bir gruba düz anlatım yöntemiyle diğer gruba ise çalışma yaprağı kullanılarak kavramlar öğretilmeye çalışılmıştır. Elde edilen bulgulara yapılan analizler sonucunda, ölçeklerdeki bazı maddeler göz önünde bulundurulduğunda (diğer maddelerde gruplar arasında fark bulunamamıştır), çalışma yapraklarının öğrencilerin akademik başarılarını arttırmada ve kavram yanlışlarını düzeltmelerinde etkili olduğu ortaya çıkmıştır. Bu durum, geleneksel grup öğrencilerinin çalışmalara düzenli olarak katılırken diğer grup öğrencilerinin çalışma yapraklarındaki sorulara özensiz ve isteksiz cevap vermelerinden kaynaklanmıştır.

Yakın tarihte yerçekimine yönelik kavram yanlışlarını ortaya çıkarmak için ölçek geliştiren araştırmacılardan biri de Freely'dir. Freely (2007), yerçekimiyle ilgili kavram yanlışlarını tespit etmek amacıyla literatürde geliştirilen sorular üzerinde değişiklikler yapmıştır. Yaşları 6–81 arasında değişen bireylerle mülakatlar gerçekleştirerek bir ölçek geliştirmiştir. Ölçek Dünya'da ve farklı gezegenlerde bulunan nesnelere hareketlerinin nedenlerini tespit edecek nitelikte sorulardan oluşturulmuştur. Çalışmasını astronomi bölüm öğrencileri ve hizmet öncesi K–12 öğretmenleriyle yürütmüştür. Çalışmada astronomi öğrencileri ve hizmet öncesi K–12 öğretmenlerinin aşağıdaki kavram yanlışlarına sahip olduğu ortaya çıkmıştır:

- Hava yerçekimini oluşturur. Ayda hava olmadığından yerçekimi de yoktur.
- Atmosferin dışında yer alan gezegenlerde yerçekimi yoktur.
- Ay'da yerçekimi yoktur.
- Uzayda yerçekimi yoktur.
- Nesnelere yerçekiminin etkisiyle yukarı doğru hareket ederler.
- Farklı gezegenlerde kütle değişmektedir.
- Gezegenin dönüş hızı yerçekimi kuvvetini etkilemektedir.
- Gezegenin boyutu yerçekimini etkilememektedir.
- Gezegenin Güneş'ten uzaklığı yerçekimini etkilemektedir.
- Ay'da elimizden bıraktığımız bir kalem yukarıya doğru hareket edecektir.
- Uzayda yerçekimi olmadığından nesnelere uçarlar.

- Dünya yüzeyinden uzaklaştıkça, nesnelere uygulanan yerçekimi artmaktadır.
- Dünya yüzeyinden uzaklaştıkça, nesnelere uygulanan yerçekimi değişmez.
- Gezegende atmosferin olması yerçekimini etkiler.
- Ağır nesnelere kaldırmak zordur çünkü nesneyi kaldırırken uygulanan yerçekimi artar.

Trundle, Troland ve Pritchard (2008), diğer çalışmalardan farklı olarak, çocukların Ay'la ilgili kavram yanlışlarını belirlemek için son yirmi yıldır kullanılan 80 tane yazılı ve görsel dokümanı incelemişlerdir. Yapılan araştırmalar sonucunda, kitapların ve kitaplarda kullanılan görsellerin, öğrencilerde farklı kavram yanlışlarına neden olduğu ortaya çıkmıştır. Bu nedenle araştırmacılar, çocuklara yönelik hazırlanan kitapların ve kitaplarda bulunan görsellerin kavram yanlışlarına yol açmayacak şekilde düzeltilip sınıf öğretimine entegre edilmesini önermişlerdir.

1.4. Bilgi İletişim Teknolojileri ve Kavram Yanlışları

Teknolojideki gelişmeler eğitim alanında yapılan araştırmaları, öğrenmenin en etkili ve verimli bir şekilde yapılabileceği öğrenme ortamları üzerine yoğunlaştırmaya başlamıştır (URL-4). Bu doğrultuda, Bilgi ve İletişim Teknolojileri'nin (BİT) öğretim ve öğrenme sürecinde etkili bir şekilde kullanımına yönelik çalışmalar ön planda yer almıştır. BİT; bilgisayar temelli bilgi sistemlerinin çalışması, tasarımı, gelişimi, uygulaması veya yönetimi olarak tanımlanmaktadır. BİT, elektronik bilgisayarların ve bilgisayar yazılımlarının güvenli şekilde bilgi edinmek, iletmek, korumak, saklamak için kullanımıyla ilgilidir. Günümüzde BİT, bilgisayar ve teknolojiyle ilgili birçok alanı kapsamaktadır. Bunlara; bilgi yönetimi, ağ, donanım, veri tabanları, yazılım tasarımları örnek gösterilebilir (URL-5).

BİT ilköğretimde öğrenme ya da öğretme aracı, bilgi kaynağı, iletişim aracı ve araştırma ortamı olarak kullanılmaktadır (Murphy, 2003). BİT'in eğitimsel becerilerin kaliteli bir şekilde geliştirilmesine destek olması, öğrencilerin iletişim ve bilişsel becerilerini, motivasyonlarını anlamlı bir şekilde arttırması eğitimde ön plana çıkmasını sağlamıştır. Kullanılan bazı yöntemlerin geleneksel yöntemlere göre fazla zaman alması, sınıf ortamında gerçekleştirilmesinin ve müfredata uygun olarak kullanılabilmesindeki zorluklar nedeniyle BİT, eğitimde farklı sorunlara çözümler üretilmesinde ilk başvuru alanıdır.

kaynaklardan biri haline gelmiştir. Bu nedenle günümüzde BİT, eğitimin farklı dallarında ve eğitimdeki disiplinler arası çalışmalarda kullanılmaktadır (Kim vd., 2005).

Kavram yanılgılarının değişime direnç göstermesi ve düzeltilmediklerinde bireyin öğrenmesinde önemli bir engel olarak görülmeleri nasıl giderilebileceklerini gündeme getirmiştir. Geleneksel yöntemlerle başlayan çalışmaların yetersizliği, farklı yöntemlerin kavram yanılgılarının giderilmesinde kullanılmasına neden olmuştur. BİT'in, öğrencilerin sanal ortamda gerçekleşen olayları deneyerek öğrenmelerini sağlama ve sunulan bilgilerin analiz ve sentezindeki etkililiği, değişime direnç gösteren kavram yanılgılarının giderilmesinde kullanılmasını akla getirmiştir (Kim vd., 2005; Hennessy, 2006). Bu doğrultuda birçok web sitesi, simülasyon ya da farklı yazılımlar geliştirilmiş ve kavram yanılgılarının giderilmesindeki etkililikleri tespit edilmeye çalışılmıştır.

Çalışmalarda farklı amaçlar doğrultusunda farklı BİT uygulamaları gerçekleştirilmiştir. Bu uygulamaların birçoğunda simülasyonları görmek mümkündür. Simülasyonlar, eleştirel düşünme gibi becerilerin yapılanmasını kolaylaştırmak için eğitimde kullanılan teknolojik yaklaşımlardan biridir. Genellikle, tipik sınıf ortamıyla gerçek dünya arasında köprü kurmaktadır (Magee, 2006). Simülasyonların kavram yanılgılarında kullanılma nedenleri ise aşağıdaki şekilde sıralanabilir;

- Simülasyonların, normal sınıf ortamında yapılması gereken ön hazırlıklar, araç-gereç teminatı gibi zaman kaybına neden olan sınırlılıkları simülasyonların ortadan kaldırarak öğrenmeye daha çok vakit ayrılmasını sağlamaları (Hennessy, 2006; Baggott ve Nichol, 1998),
- Öğrencilerin beyinlerinde olayları somutlaştıramamalarından kaynaklanan yanılgıların, simülasyonların soyut kavramları görselleştirme, ortamı etkileşimli olarak düzenleyebilme gibi özellikleriyle giderilebileceğine inanılması (Linn, 2004),
- Öğrencilere, simülasyonlarla kavramlarla ilgili yeterli deneyim imkânı sunulabileceğinin düşünülmesi,
- Birçok eğitim araştırmacısı, özellikle Fen Bilgisi eğitimcileri, Fen bilimlerinin gelişmesi ve uygulaması açısından simülasyonların son derece güçlü kaynaklar olduğunu iddia etmeleri,
- Sanal laboratuvarlarda öğrencilere, eş zamanlı dönütler verilmesi, ortamdaki değişkenleri değiştirme ve sınıf şartlarında gerçekleşmesi zor olan durumları tekrar tekrar uygulayabilme imkânı sunulması (Bussel, 2004),

- Anında verilen dönütlerle, öğrencinin araştırma yapmasının, ortamı beklenen şekilde düzenlemesinin ya da var olan bilgilerini değiştirmesinin sağlanması,
- Anında verilen dönütler sayesinde, öğrencilerin olay ya da durumları araştırmaya ve incelemeye sevk edilmesi,
- Öğrencilerin birçok öğrenme materyalinin bulunduğu sanal ortamda kendi öğrenme hızlarına göre ilerleyebilmesi (Bayrak, 2008),
- Kitap okuyarak elde edilen bilgilerden daha fazlasının simülasyonlardaki gerçekçi deneyimlerle öğrenilebileceğine inanılması (Bussel, 2004),
- Birçok öğrencinin geleneksel yöntemleri sıkıcı ve soyut bulmasının simülasyonları ön plana çıkarması,

Literatürde yerçekimi, kütle ve ağırlıkla ilgili kavram yanlışlarının giderildiği ya da bilgilerin simülasyonlardan yararlanarak verildiği örnekler görmek mümkündür. 2000 yılında öğrencilerin astronomi derslerindeki olayları tam anlayabilmeleri ve aktif olarak deneyimler yaşamalarını sağlamak için geliştirilen ve içeriğinde simülasyonların yoğun olduğu AJJAR projesi bunlardan bir tanesidir. Her seviyedeki öğrencinin kullanabilmesine ve ulaşabilmesine imkân sağlayan AJJAR (Astronomical Javascript/Java Applet Resource) projesi, Java ve Javascript kullanılarak birden fazla platformdan oluşan astronomik programlar oluşturmayı hedeflemiştir (URL-6). Oluşturulan ortamların her biri farklı biçimlerde ve farklı etkinlikler içerecek şekilde hazırlanmıştır. Bazı ortamlarda sadece bilgilendirme, bazılarında ise öğrencinin etkin katılımı söz konusu olmuştur. Ayrıca, çevrimiçi öğretim ve öğretmen etkinlikleri programların diğer özellikleri arasında yer almıştır. Projeye ilgili olarak Siobahn tarafından hazırlanan raporda, web üzerinde öğrencilerin kullanımına hazır 30 tane Java appletinin olduğu belirtilmiştir. Bu appletlerin içeriği, Güneş'in hareketi, mevsimlerin oluşumu, Ay tutulması, Ay'ın aşamaları, yerçekimi, gezegensel hareketler ve yıldız toplulukları konularıyla ilişkili olarak hazırlanmıştır. Yerçekimiyle ilgili appletlerde, farklı gezegenlerde yerçekiminin nasıl değiştiği ve yerçekimini etkileyen faktörler etkileşimli olarak öğrencilere sunulmuştur.

Nicholson (2001), çalışmasını BİT'den yararlanarak gerçekleştiren araştırmacılar arasında biridir. Çalışma, dört grup Fen Bilgisi öğretmen adayıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışmada öğretmen adaylarının yerçekimiyle ilgili bilgileri ve öğrencilerinin yerçekimiyle ilgili yanlışlarını ortaya çıkaracak pedagojik bilgileri araştırılmıştır. Veri toplama aracı olarak yarı yapılandırılmış mülakatlardan, simülasyonlar ve video kliplerden yararlanılmıştır. Öğretmen adaylarına mülakatlar sırasında, simülasyonlarda gerçekleşen olayların

nedenlerini ve sonuçlarını yorumlamaları istenmiştir. Verilerin analizi sonucunda, öğretmen adaylarının yerçekimiyle ilgili içerik bilgileriyle pedagojik bilgileri arasında bağlantı kuramadıkları ortaya çıkmıştır. Elde edilen sonuçlardan yola çıkılarak öğretmen eğitiminde, Bilgi İletişim Teknolojileri'nin içerik ve pedagojik bilgi arasında köprü oluşturulması açısından kullanılması gerektiği öneri olarak sunulmuştur.

Sanal materyallere web üzerinden ulaşılmasıyla öğrencilerin evde, okulda ya da farklı yerlerde motive olarak ve aktif bir şekilde konuları öğrenmeleri söz konusu olmuştur. Bu doğrultuda web üzerinden konu anlatımları, değerlendirme ve yansıtma yapmak gündeme gelmiştir. Demirci (2005) de web destekli bir yazılımı kullanarak öğrencilerdeki kuvvet ve hareketle ilgili kavram yanlışlarını ortaya çıkarmaya çalışmıştır. Örneklem olarak Florida Brevard County'deki iki lisede "Fiziğe Giriş" dersini alan 125 öğrenci seçilmiştir. Öğrencilere çalışma öncesinde ve sonrasında 29 çoktan seçmeli soru içeren bir test uygulanmıştır. Testte öğrencilerin yerçekimi, kütle ve ağırlıkla ilgili yanlışlarını tespit edecek nitelikte sorular da eklenmiştir. Çalışma deneysel yöntem kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Deney grubunu üç sınıf, kontrol grubunu ise iki sınıf oluşturmuştur. Deney grubunda ders süresinin %30'unda web destekli fizik programı kullanılmış, %70'inde ise düz anlatım yöntemi kullanılarak konu anlatımı yapılmıştır. Kontrol grubunda ise yalnızca düz anlatım yöntemi kullanılarak konu anlatımı yapılmıştır. Deney grubunda kullanılan program üç kısımdan oluşmaktadır. Bunlar: konular, çoklu ortam ve sınav odasıdır. Ara yüzler, geleneksel yöntemlere göre tasarlanmışlardır. Çalışma sonucunda, öğrencilerin kavram yanlışlarını gidermede web destekli fizik programının etkili olduğu belirlenmiştir.

Web, araştırmacılar tarafından anket ya da kavram yanlışları belirlemeye yönelik geliştirilen ölçeklerin geniş bir kitleye uygulanabilmesi için de kullanılmıştır. Stein, Larrabee ve Barman (2008) çalışmalarını bu şekilde yürüten araştırmacılarıdır. Çalışma, ilköğretim öğretmen adaylarının Fen Bilgisi'nde farklı konulardaki kavram yanlışlarını ortaya çıkarmak amacıyla yapılmıştır. Ölçek, 47 adet doğru-yanlış şeklinde cevaplandırılacak sorudan oluşmaktadır ve her bir soruya yönelik açıklamaların yapılabildiği kısımlar içermektedir. Çalışmaya web üzerinden teste ulaşabilen 305 öğretmen adayı katılmıştır. Çalışmaya katılanların % 41,5 'inin Ay'daki yerçekimiyle ilgili sorulan soruya, "Ay'da yerçekimi yoktur." şeklinde cevap verdikleri belirlenmiştir. Çalışma sonucunda bütün katılımcıların yerçekimi ve yerçekimi sonucunda nesnelere nasıl hareket ettiğine yönelik sorularda, kavram yanlışlarının ya da bilgi eksikliklerinin

olduğu tespit edilmiştir. Öğretmen adaylarının kavram yanılgılarını düzeltmeye yardım etmek için web temelli kaynakların sunulması mevcut problemlere çözüm olarak sunulmuştur.

Simülasyonların kavram yanılgılarının belirlenmesindeki ya da giderilmesindeki etkililiğinin yanı sıra, öğrencilerde meydana getirdikleri kavram değişimleri ve kavram kargaşaları da araştırılmıştır. Bu çalışmalardan biri Kim, Park, Lee ve Heeman Lee tarafından 2005 yılında yapılmıştır. Çalışma ön test sonucunda kavram yanılgılarına sahip oldukları belirlenen ve aynı sınıfta okuyan dört öğrenciyle yürütülmüştür. Hazırlanan simülasyon, ekranda görsel olarak gerçekleşen olaylarla ilgili öğrencilere sorular sormakta ve gelen yanıtlara göre, görsel dönütler vermektedir. Uygulama sırasında öğrencilerin üçünde kavram kargaşası meydana geldiği ve öğrencilere görsel olarak verilen dönütlerin kavram değişiminde etkili olduğu tespit edilmiştir. Uygulamadan sonra yapılan mülakatlar öğrencilerin arkadaşlarıyla konuya yönelik ayrıntılı tartışmalar yapabildiğini ortaya çıkarmıştır. Fakat öğrencilerin bazı sorulara yanılgılar içeren cevaplar vermesi kavram yanılgılarının değişime ne kadar direnç gösterdiğini bir kez daha göstermiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlara bağlı olarak üç boyutlu görsellerin ve çok fazla değişken içermeyen simülasyonların öğrencilerin kafasında çok fazla karışıklık meydana getirmeden, kavramların öğrenilmesinde etkili olabilecekleri önerisinde bulunulmuştur. Ayrıca öğretmene fazla yük getirmeden, sınıf ortamında birkaç bilgisayar kullanarak kavram yanılgılarının giderilmesinde kullanılabilecekleri vurgulanmıştır.

Öğrencilerin sanal ortamda yazılımlarla birebir etkileşiminin yanı sıra, akranlarıyla da etkileşim içerisinde olabilmeleri bilgisayarların eğitimdeki mesafe sınırlılığını ortadan kaldırmada ne kadar etkili olduğunun kanıtıdır. Bu nedenle bilgisayarlar günümüzde eğitimle iç içe ve her alanda yaşanan sorunların çözümünde kullanılır hale gelmiştir. Yerçekimi, kütle ve ağırlıkla ilgili kavram yanılgılarının giderilmesinde, bu durum araştırmacılar tarafından da fark edilmiştir. Bu doğrultuda farklı ortamlarda bulunan öğrencilerin web üzerinden bu kavramlar üzerinde tartışmalar yapmalarını sağlayacak ortamlar tasarlamışlar ve öğrencilerin hizmetine sunmuşlardır. Hay, Elliott ve Kim (2002), Güneş sistemi projelerini benzer fikirden yola çıkarak yapılandırmışlardır (URL-7). Ayrıca öğrencilerin tartışmalarını ve iletişimlerini sağladıkları ortama 3 boyutlu etkileşimli Güneş sistemi simülasyonunu entegre etmişlerdir. Simülasyon, öğrencilere verdikleri karar ya da hedeflere göre değişiklikler yapma olanağı sunmak ve görsel geri dönütler vermek için

ortama eklenmiştir. Bu şekilde öğrencilerin olayları eşzamanlı ve eşzamansız tartışarak, görerek ve deneyerek öğrenmeleri sağlanmaya çalışılmıştır.

1.5. Haptic

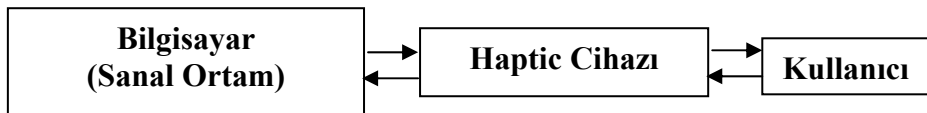
1980’li yıllarda robotlarla ilgili araştırma ve çalışmalarda, dokunarak nesnelere hareket ettirme ihtiyacının gerekli olduğu kanısına varılmıştır. Bu doğrultuda yapılan çalışmalar sonucunda, bilgisayar Haptic’leri olarak adlandırılan özel alt alanlar oluşmuştur. Haptic terimi ilk olarak Amerika’da Gilles Deleuze adlı filozof tarafından kullanılmış ve yaygınlaşmıştır (Christodoulou, Garyfallidou, Ioannidis, Papatheodorou ve Stathi, 2009). Haptic yunanca “haptikos” kelimesine dayandırılmakta ve dokunma duyusuyla ilgili, idare etme anlamlarına gelmektedir (Revesz, 1950; Katz, 1989, Marston vd., 2005; URL-8; Christodoulou, Garyfallidou, Ioannidis, Papatheodorou ve Stathi, 2009). Günümüzde, Haptic terimi artık bireylerin sanal ortamdaki nesnelere dokunarak etkileşim kurmasını içine alacak şekilde genişlemiştir. Bu nedenle Sirinivasan ve Basdogan (1997) bilgisayar Haptic’lerini, bireylere sanal nesnelere etkileşimli ortamda hissetme ve yönetme imkânı sunan bilim olarak tanımlamaktadır. Böylelikle kullanıcılar sanal ortamda nesnelere yoğunluklarını, şekillerini, ağırlıklarını ve nesnelere uygulanan kuvvetleri hissedebilmektedirler (Christodoulou, Garyfallidou, Ioannidis, Papatheodorou ve Stathi, 2009). Haptic ortaya çıktığı günden itibaren disiplinler arası bir alan olmuştur ve mühendislik, gelişimsel ve deneysel psikoloji, robotik, bilgisayar bilimi ve çok az eğitimsel teknoloji araştırmalarını içermektedir (Marston vd., 2005).

Haptic teknolojisi ise kullanıcıya bir nesnenin yoğunluğunu, şeklini, ağırlığını anlama imkânı veren ara yüz ve cihazlardan oluşmaktadır. Kullanıcılar kendilerine sunulan Haptic cihazıyla, cihazla etkileşim içerisinde olan simülasyon ara yüzüne müdahale edebilmektedirler. Yaptıkları müdahaleler sonucunda sanal ortamda meydana gelen değişimleri Haptic’in kinestetik ve dokunma kanallarını canlandıran mekanik işaretler üretmesiyle kolları, parmakları ya da vücutlarının diğer kısımlarıyla dokunsal geri bildirimler olarak hissedebilmektedirler (Christodoulou, Garyfallidou, Ioannidis, Papatheodorou ve Stathi, 2009; Hayward, Astley, Cruz-Hernandez, Grant, D. ve Robles-De-La-Torre, 2004; Karal ve Reisoglu, 2009). Ayrıca simülasyon ara yüzünün sunduğu olanaklarla görsel ve işitsel geri bildirimler alabilmektedirler (URL-9). Kısacası Haptic cihazı hem veri giriş hem de veri çıkış cihazı olarak çalışmakta, insan-bilgisayar

etkileşimini sağlamaktadır (Hayward vd., 2004). Böylelikle, sanal ortama dâhil edilen Haptic bileşenleriyle kullanıcıya daha gerçekçi, üç boyutlu ortamlarda, deneyimler yaşama imkânı sunulmaktadır. Ayrıca görsel, işitsel ve dokunsal uyarıcılarının üretilmesiyle 3-boyutlu ortamda istenilen her türlü ortamın oluşturulması mümkün kılınmaktadır (Fisch, Mavroidis, Bar-Cohen ve Melli-Huber).

Haptic'in simülasyon ara yüzleri günümüzde bilgisayarlarda kullanılan grafiksel ara yüzlerden daha farklı olup, uçak simülatörleri, cerrahi simülatörler ve üç boyutlu bilgisayar modellemede kullanılmaktadırlar (Bussel, 2004). Kullanılan cihazlar ise hedeflenen konuya göre farklı şekillerde olabilmektedirler. Bu cihazlardan bir kısmı kullanıcıyı kaplayan ya da kullanıcının giymek zorunda olduğu geniş ve hareketsiz parçalardan, eldiven şeklinde kolaylıkla hareket edilebilen kısımlardan oluşabilmektedir (Fisch, Mavroidis, Bar-Cohen ve Melli-Huber, n.d.). Bunun yanı sıra Haptic cihazları genellikle dokusal geri dönüt ve kuvvet geri dönüt cihazları olarak sınıflandırılmaktadırlar (Laycock ve Day, 2003). Dokusal geri bildirim cihazları genellikle sanal ortama dokunma ya da diğer eylemlere karşılık olarak deriye duyu uygulamaktadırlar. Dokusal geri bildirim ara yüzleri tek başına işlev görebilmekte ya da kuvvet geri bildirim sistemlerine simülasyon ortamlarında olma duygusunu oluşturmak için eklenebilmektedirler (Fisch, Mavroidis, Bar-Cohen ve Melli-Huber). Kuvvet geri bildirim cihazları ise kullanıcıya bilgi sağlama amaçlı ağırlık ya da direnç duygusunun benzetimini yapmak için kuvvet uygulama amaçlı tasarlanmaktadır.

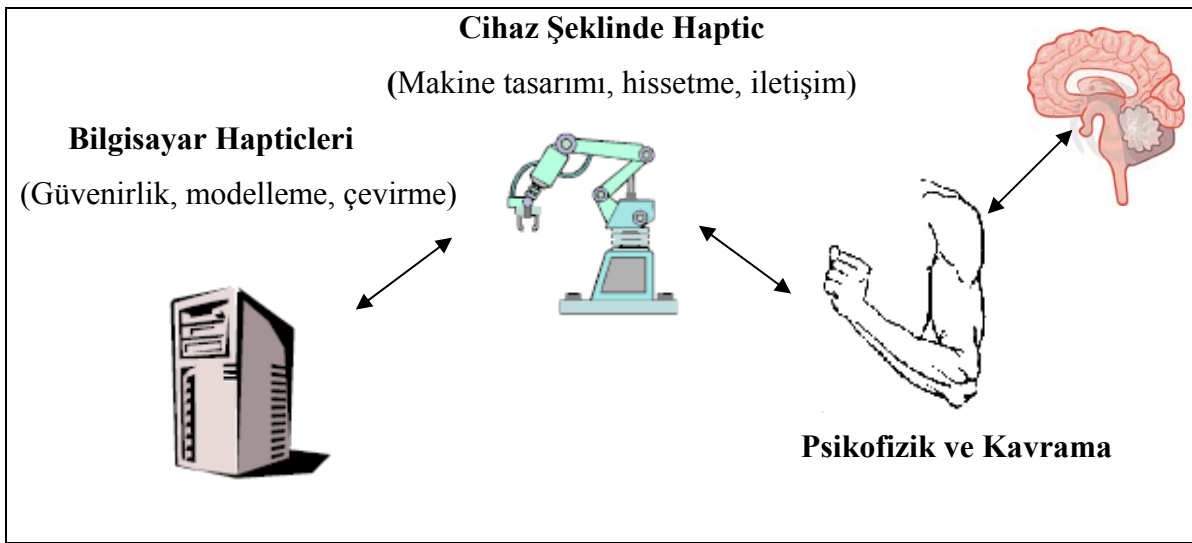
Haptic cihazları, sistem için gerekli bilgileri fiziksel reseptörleri kullanarak elde etmektedirler (Jacobson, Kitchen ve Golledge, 2002). Bütün cihazlar, 2002 yılında Okamura, Richard ve Cutkosky tarafından oluşturulan Şekil 1'deki gibi kullanıcı ve sistem arasında eş zamanlı bilgi dönüşümünün meydana gelmesi için görev bölüşümüne girmektedirler.



Şekil1. Bilgisayar, Haptic ve kullanıcı etkileşimi

Haptic cihazları genellikle dokusal geri bildirim ve kuvvet geri bildirim cihazları olarak sınıflandırılmaktadırlar (Laycock ve Day, 2003). Dokusal geri bildirim cihazları

kullanıcıyla duyumsal düzeyde etkileşim kurmaktadır ve sanal bir yüzeyin gerçekçi bir şekilde hissedilebilmesini kapsamaktadır. Duyumsal düzeyde etkileşim başka bir deyişle dokunsal geri bildirim ise kullanıcının parmak uçlarına uygulanan uyarıcılarla sağlanmaktadır. Kuvvet geri bildiriminde ise cihaz kullanıcı üzerinde sabit bir kuvvet uygulamaktadır. Geri bildirim, sert ve hassas nitelikte ya da her iki türde olabilmektedir. Sert nitelikteki güç geri bildirim kol hareketleriyle, hassas nitelikteki dokunsal geri bildirim ise parmak hareketleriyle ilgilidir (Bussel, 2004). Kuvvet geri bildirimi veren Haptic'lerin çalışma prensibi Şekil 2'de gösterilmektedir.



Şekil 2. Kuvvet geri bildirim cihazları

Hasser and Massie (1996) Haptic geri bildiriminin birçok faydasını belirlemişlerdir. Öğrenme süresini, görev tamamlama süresini, hataları azaltma ve sanal ortamlarda bireylerin birbir etkileşimi hissetmelerini arttırma bunlar arasında yer almaktadır. Nitekim birçok çalışma da Haptic teknolojisinin görev tamamlama süresini ve hataları etkileyici bir şekilde azaltarak performansı arttırdığını desteklemektedir (Burdea, 1996; Richard, Birebent, Coiffet, Burdea, Gomes ve Langrana, 1996; Sallnas, 2000).

1.5.1. Kavram Yanılgıları ve Dokunmanın Önemi

Bireyler; çevreleriyle görme, duyma, tatma, koklama ve dokunma duyularından yararlanarak etkileşime girmektedirler (McLaughlin, Hespanha ve Sukhatme, 2002).

Görme, nesnelere sadece dış görünüşüyle ilgili bilgi edinilmesini sağlarken dokunma iç kısımlarıyla ilgili bilgi edinilmesini de sağlamaktadır. Taylor, Lederman ve Gibson (1973) ise dokunmanın görme duyusundan çok daha gerçekçi olduğunu ileri sürmüşlerdir. Bu nedenle bilgi edinmede görme tek başına yetersiz kalırken, dokunma etkili bir vasıta haline gelmiştir. Sadece, dokunma duyusu, bireylere çevrelerindeki nesnelere değiştirme ya da yönetme imkânı sağlamaktadır. Özellikle, bebekler nesnelere dokunarak çevrelerini tanımaktadırlar. Nesnelere dokunarak kodlamakta, hatırlamakta, boyutunu ve özelliklerini anlayabilmektedirler (Bushnell ve Boudreau, 1991).

Dokunma literatürde aktif, bilgi verici ve faydalı bir algı sistemi olarak tanımlanmaktadır (Klatzky ve Lederman, 2002). İnsan gelişimi açısından dokunma duyusu önemlidir (Bussell, 2004). Bireylerin, çevrelerini algılama ve tanımlama sürecinde görme, işitme duyularıyla birlikte dokunma duyusu da aktifleştirilmektedir. Bebeklikte başarılı dokunsal etkileşimler kurularak fiziksel, sosyal ve kavramsal gelişim sağlanmaktadır (Blackwell, 2000; Bussell, 2001). Bu şekilde bebekler nesnelere ilgili zihinsel şemalarını oluşturmaktadırlar (Piaget ve Inhelder, 1967). Bebeklik döneminde oluşturulan bu yapılar, bireylerin ileriki yıllarda dünyayı anlama ve algılamalarında önemli rol oynamaktadır. Kavram yanılgıları, bireylerin önceden oluşturdukları yanlış yapılandırılmış zihinsel şemalar olduklarından, dokunma duyusunun kavramlar ve kavram yanılgıları açısından ne kadar önemli olduğu ortaya çıkmaktadır.

Bireylerin sınıf ortamında gerçekçi deneyimler yaşamaları, öğrenme açısından büyük önem arz etmektedir. Bu durum, bire-bir deneyimler sırasında bireyin, görme, koklama, dokunma duyularının süreç içerisinde etkin olmalarından kaynaklanmaktadır. Nesnelere dokunarak hareket ettirme ya da yönetme, öğrencilerin algısal ve psikomotor becerilerinin yanı sıra soyut kavramları somutlaştırmalarına da yardımcı olmaktadır (Ross ve Kurtz, 1993). Böylelikle, bireyler yaşadıkları deneyimler süresince karşılaştıkları yeni durum ya da sorunlara göre var olan şemalarında değişiklikler yapmakta, yeni şemalar geliştirmektedirler. Kavram yanılgılarının giderilmesinde de dokunma duyusunun aktif olduğu deneyimlerden yararlanılması, dokunma duyusunun bireylerin öğrenim sürelerini ne kadar etkilediğini göstermektedir.

İkili kodlama teorisine göre, insanlar uyarıcıları sözel ve sözel olmayan olmak üzere iki şekilde işlemektedirler (Paivio, 1991). Sözel kanal, konuşmaları ve yazılı metinleri içermektedir. Sözel olmayan kanal, görsel nesnelere, sesleri, nesnelere hissetmeyi, tatmayı ve koklamayı içermektedir. Bu durum hissetmenin ve dokunmanın öğrenmede önemli

olduğunu bir kez daha göstermektedir. Nitekim Srinivas, Grene ve Easton (1997) görme ve dokunma duyularının bireylere eşit düzeyde algılamaya yönelik bilgi sağladıklarını tespit etmişlerdir. Eğitimciler de öğrencilerin aktif oldukları uygulamalarda, dokunarak temas kurmanın güçlü bir öğretim aracı olduğunu belirtmektedirler (Minogue ve Jones, 2006).

1.6.2. Haptic ve Eğitimsel Uygulamalar

Bilgisayar ortamında simülasyon nitelikleri gösteren Haptic'lerle uygulamalar yapıldıktan sonra Haptic'le ilgili araştırmalarında önemli bir artış görülmüştür. Yapılan çalışmalarda, duysal ve kuvvet geri bildirim cihazlarının geliştirilmesinin, test edilmesinin ve sanal ortamdaki üç boyutlu nesnelere yönetiminin yoğunluk kazandığı tespit edilmiştir (McLaughlin vd., 2002). Çalışmalar genellikle tıp ve askeri alanlarında olmuştur. Özellikle son yıllarda sadece tıp alanında iki yüzün üzerinde çalışma yapılmıştır (Minogue ve Jones, 2006). Fakat Haptic'in öğrenme ve öğretme süreçlerine etkisini araştıran çalışmaların sayısı çok azdır (Basdogan, De, Kim, Manivannan, Kim ve Srinivasan, 2004).

Haptic'le görme engelli öğrencilerin matematik ve fizik eğitimlerine katkıda bulunmak amacıyla farklı çalışmalar yapılmıştır. Van Scoy, Kawai, Darrah ve Rash (2000), görme engelli öğrencilerin matematik öğretimi için Haptic ara yüzü geliştirmişlerdir. Bu ara yüzle, ortama girilen grafikler yorumlanarak görme engelli öğrencilere sunulmuştur. Wies, Gardner, O'Modhrain, Hasser ve Bulatov (2000) de görme engelli fizik öğrencilerinin elektrik devrelerini öğrenmelerini sağlamak için web tabanlı bir Haptic arayüzü tasarlamışlardır. Ara yüzün uygulama kısmında öğrencilerin bir alandaki elektrik yükünü sanal ortamda test etmeleri sağlanmıştır. Öğrencilerin elektrik yükünü anlayabilmeleri için ellerini çeken veya iten bir kuvvet geri bildirim verilmiştir. Böylelikle görme engelli öğrencilerle yapılan uygulamalarda, görsel ara yüzlerin kullanılmama sınırlılığı, dokunma duyusuyla giderilmeye çalışılmıştır.

Reiner (1999), kuvvetlerin öğrenilmesinde dokunsal algının rolünü araştırmıştır. Çalışma daha önce bu konuları okulda öğretmenlerinin rehberliğinde görmemiş 10 erkek 2 kız öğrenciyle yürütülmüştür. Katılımcılar çalışmada duysal bir iztopu kullanmışlardır. Sanal ortamda bir top halka üzerine oturtularak dört teker tarafından desteklenmiştir. Toplardan ikisi düşey durumdaki motora iliştirilerek iztopu üzerine moment uygulanmasını sağlamıştır. Katılımcılar oluşturulan sanal ortamda dokunsal iztopunun yönünü

değiştirerek sanal nesneyi yönetebilmişlerdir. Katılımcılardan duyuşal ara yüzü kullanarak önceden tasarlanmış üç görünmez alanın yapısını araştırmaları istenmiştir. Uygulamalardan sonra katılımcılardan tecrübe ettikleri kuvvetlerle ilgili şekil oluşturmaları istenmiştir. Yapılan analizler sonucunda, kavramların zihinde yapılandırılmasında, sanal ortamda bireylere uygulanan kuvvetlerin etkili olduğu tespit edilmiştir.

Harvey ve Gingold (2000), kimya öğrencilerinin geleneksel yöntemlerle öğrenmede güçlükler çektiği atomik orbitaller üzerine yoğunlaşmışlardır. Üç boyutlu modelleri kullandıkları görsel özelliklere sahip ve Haptic'le desteklenen bir simülasyon geliştirmişlerdir. Sanal ortama Haptic'in eklenmesiyle, öğrencilerin konuları zihinlerinde ilişkilendirmekte ve yapılandırmakta yaşadıkları zorluklar yerini somut, doğru ve eksiksiz kavramlara bırakmıştır.

Jones, Andre, Superfine ve Taylor (2003) Haptic'in biyoloji öğretimine etkisini araştırmıştır. Çalışma konusu olarak virüsler ve mikroskop seçilmiştir. Çalışma 50 lise öğrencisiyle yürütülmüştür. Öğrenciler, sanal ortamdaki virüsü keserek araştırmalar yapabilmışlerdir. Çalışmada 25 öğrenci simülasyonla etkileşim içerisindeyken Haptic'le geri bildirim almış, diğer 25 öğrenci sadece simülasyonla etkileşim içerisinde olmuş dokunsal geri bildirim almamışlardır. Bütün katılımcılara çalışmada ön ve son test uygulanmıştır. Çalışma sonucunda Haptic'le geri bildirim alan öğrencilerin daha başarılı olduğu ortaya çıkmıştır. Fakat iki grup arasındaki kavramsal farklılıklar tespit edilememiştir.

Clark ve Jorde (2004), sıcaklık dengelemesinin dokunsal duyunun ön plana alınarak görselleştirilmesinin öğrenme üzerine etkisini ortaya çıkarmaya çalışmışlardır. 120 sekizinci sınıf öğrencisiyle çalışılmıştır ve 60'ar kişilik iki grup oluşturulmuştur. Gruplardan biri uygulamayı simülasyonlardan yararlanarak gerçekleştirmiştir. Çalışmada deney grubu için Haptic geri bildirim verilmemiştir. Sanal nesnenin sıcaklık değişiminin göstergesi olarak bir el modelindeki görsel değişimler, sesler ve metinlerden yararlanılmıştır. Katılımcılara ön, son ve geciktirilmiş son testler uygulanmıştır. Ayrıca bazı öğrencilerle mülakatlar yapılmıştır. Çalışma sonucunda sıcaklığın duyuşal olarak modellemesinin öğrencilerin kavramları tanımlamasında etkili olduğu tespit edilmiştir.

Diğer bir çalışma, NASA'nın Langley Araştırma Merkezi'nde gerçekleştirilen Öğrenme Teknolojileri Projesi'dir. Williams, Chen ve Seaton (2003), bu projede ilköğretim öğrencilerinin basit makineleri öğrenmeleri için Haptic destekli yazılımlar geliştirmişlerdir. Bu projede, öğrencilerin sunulan kavramlarını hissetmesini sağlayarak fen

bilimini hayata ilişkilendirilmeye girişimi söz konusudur. Araştırmacılar, böylelikle öğrenme ve hatırd tutma durumlarını arttırmayı amaçlamışlardır. Programda düşük fiyatlı olan ve kuvvet geri bildirim veren oyun çubuğu kullanılmıştır. Oyun çubuğuyla 98 öğrenciye, öğretim programında basit makinelerle ilgili sunulan kavramların kuvvetlendirilmesini sağlayacak beş etkileşimli uygulama sunulmuştur. Çalışma sonucunda Haptic'in basit makinelerle ilgili kavramların öğrenciler tarafından daha derinlemesine öğrenilmesinde katkısının olduğu ortaya çıkmıştır. Ayrıca, simülasyon ara yüzündeki eksikliklerin giderilmesine yönelik birçok yapıcı eleştiri alınmıştır. Proje de elde edilen bu veriler üzerinde geliştirilmeye çalışılmıştır.

Bussell (2004), Haptic'in beşinci sınıf öğrencilerinin yerçekimi, kütle, kuvvet ve hareket kavramlarını öğrenmelerine etkisini araştırmıştır. Çalışma özel durum çalışması olarak yürütülmüş ve mevcut durumu derinlemesine incelemek amacıyla nitel, nicel verilerden yararlanılmıştır. Çalışmaya üç farklı okuldan 34 beşinci sınıf öğrencisi katılmıştır. Öğrencilerin 17'si yalnızca simülasyon kullanarak, diğer 17'si ise Haptic'i kullanarak uygulama yapmışlardır. Öğrencilere öncelikle ön bilgilerini belirlemek için ön test, öğrenme stilleri ve oyun deneyimlerini belirlemek amacıyla anketler uygulanmıştır. Elde edilen veriler öğrencilerin ön bilgileri, öğrenme stilleri, kuvvet geri bildirim deneyimi ve önceki oyun deneyimleri göz önünde bulundurularak analiz edilmiştir. Verilerin analizi sonucunda, öğrencilerin uygulamalarda ön teste göre daha farklı ve açıklayıcı bilgiler verdikleri tespit edilmiştir. Haptic'in kullanıldığı grubun son test sonuçları simülasyondan faydalanan gruptan daha yüksek çıkmıştır. Görsel, görsel-işitsel öğrenme stillerine sahip öğrencilerin son testte başarılı oldukları belirlenmiştir. Fakat öğrenilenlerin kalıcılığına yönelik bir çalışma yapılmamıştır.

Persson, Tibell, Cooper ve Ainsworth (2007), görsel ve duysal dönüt verebilen Haptic'lerin performans ve başarıya etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada bilgi testleri, problem çözme görevlendirmeleri ve mülakatlar veri toplama araçları olarak kullanılmıştır. Görsel ve dokunsal dönütler, bir proteinin küçük bir molekülle etkileşimini üç boyutlu modelleyen Chemical Force Feedback_sisteminde (CFF) kullanılmıştır. Laboratuarlarda her öğrenci CFF sistemini kullanarak bireysel çalışmıştır. Öğrencilere verilen görevlerden biri Haptic kullanılarak diğeri ise kullanılmadan yerine getirilmiştir. Kullanıcıya, proteinin özelliklerini inceleme, molekülle etkileşimini hissetme yetkileri bu dönütlerden yararlanarak verilmiştir. Üç öğrenciyle mülakatlar yürütülmüştür. Elde edilen veriler,

benzer uygulamaları simülasyonlarla gerçekleştiren grupla kıyaslanmıştır. Analizler sonucunda sistemin öğrencilerin muhakeme yeteneklerini geliştirdiği tespit edilmiştir.

Hazırlanan Haptic arayüzlerinde sadece fen bilgisi alanına yönelik konular değil, geometriyle ilgili çok daha soyut konulara da değinilmiştir. 2000 yılında, Kaufmann, Schmalstieg ve Wagner tarafından geometri problemlerinin çözümünü amaçlayan 3 boyutlu bir sistem geliştirilmiştir. Sistemin performansını değerlendirme amaçlı yürütülen çalışmalardan ve geleneksel yöntemlerden çok daha etkili olduğu ortaya çıkmıştır.

Minogue, Jones, Broadwell ve Oppewall (2009), ortaokulda fen öğretimi için kullanılan masaüstü sanal gerçeklik programına Haptic geri bildiriminin eklenmesinin etkililiğini araştırmıştır. Çalışma 80 ortaokul öğrencisiyle bu teknolojinin hayvan hücrelerinin fonksiyonu ve yapısını anlamalarına kavramsal ve duyuşsal etkisini araştırmaktadır. Çalışmada deney ve kontrol grupları oluşturulmuş ve gruplara ön test ve son test uygulanmıştır. Deney grubundaki öğrenciler dokunsal ve görsel geri bildirimler alırken kontrol grubu sadece görsel geri bildirim almıştır. Kullanılan 3 boyutlu sanal ortamda öğrenciler tipik bir hayvan hücresinin fonksiyon ve yapısını inceleyebilmişlerdir. Bu şekilde öğrenciler hayvan hücresinin akışkan, seçici-geçirgen yapısını, içerisindeki fosfolipid katmanını, proteinleri ve hücre içinde gerçekleşen pasif taşıma olaylarını inceleme fırsatı bulmuşlardır. Hücre modelini yakınlaştırıp uzaklaştırarak ya da döndürerek hücredeki organellerin özelliklerini inceleyebilmişlerdir. Ayrıca öğrenciler sanal ortamda gezinirken kendilerine inceledikleri yapılar hakkında metinsel bilgiler verilmiştir. Çalışmada nitel ve nicel yaklaşımlardan yararlanılmıştır. Çalışmada öğrenci bilgi formu ve bilgisayar kullanımı anketi, hücre araştırma ön ve son değerlendirmesi, öğretimsel module değerlendirmesi veri toplama araçlarından yararlanılmıştır. Çalışma sonucunda, grupların son test puanları arasında anlamlı farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Haptic'in başarı düzeyi düşük olan öğrencilerin hücre fonksiyon ve yapısını öğrenmeleri üzerinde pozitif etki oluşturduğu belirlenmiştir.

Christodoulou, Garyfallidou, Ioannidis, Papatheodorou ve Sathi (2009), Multi User Virtual Interactive Interface (MUVII) adlı proje kapsamında Haptic teknolojisinin öğretme sürecinde ve bilimsel kavramların anlaşılmasında etkili bir şekilde kullanılıp kullanılamayacağını araştırmışlardır. Proje kapsamında özellikle eğitimsel amaçlar ve eğitimsel ihtiyaçlar dikkate alınarak yeni bir Haptic cihazı ve arayüzü tasarlanmıştır. Bu süreçte kullanıcı gereksinimleri bir grup eğitim uzmanı tarafından tartışılmıştır. Bu ihtiyaçlar Interactive Kiosk Demonstrator (IKD) adlı geniş çaplı bir sisteme

dönüştürülmüştür ve bu sistemde 3 boyutlu görseller, 3 boyutlu ses ve Haptic geri bildirimini bütünleştirilmiştir. Kullanıcı ihtiyaçlarına göre hazırlanan arayüz ve cihaz üç ay süreyle farklı yaş gruplarındaki öğrenciler ve öğretmenler tarafından kullanılarak test edilmiştir. Bu şekilde oluşturulan sistemin getireceği katkılar ve sınırlılıklar belirlenmeye çalışılmıştır.

Literatürde mevcut olan çalışmalarda Haptic'in ilgi çektiği ve fen, matematik, mühendislik arasında bağlantı kurduğu vurgulanmaktadır (URL-9). Bilgisayar simülasyonlarında dokunsal geri bildirim eksikliğinin pedagojik etkililiği sınırlayacağı ileri sürülmektedir. Eğitimde Haptic'le yapılan çalışmalarda, Haptic öğrenme ortamlarının geliştirilmesi için heyecanlandırıcı ve yenilikçi bir yol olarak tanımlanmaktadır. Fakat eğitimde Haptic'in yaygın bir şekilde kullanımında ve adaptasyon sürecinde büyük engeller görülmektedir. Bu engeller, algısal, teknolojik ve yöntemsel sorunlar olarak sıralanmaktadır (Minogue ve Jones, 2006). Araştırmacılar Haptic'in yapılan çalışmalarda dokunmanın ya da hissetmenin öğrenmede etkili olduğunun belirlenmesinin, kesin sonuç için yeterli olmadığını düşünmektedirler (Minogue ve Jones, 2006). Bu durum Haptic'le yapılan çalışmaların genellikle özel durum çalışması ya da nitel çalışma olması ve genellemenin yapılamamasından kaynaklanmaktadır. Bu nedenle yapılacak bu çalışma sonuçlarının etkili olacağı söz konusu olmaktadır.

Günümüze kadar sınırlı sayıda çalışmada öğrencilerin soyut kavramları öğrenmelerine yönelik çalışma yapılmıştır. Haptic'in kavram öğrenmeye etkisi deneysel çalışmalardan daha çok özel durum çalışmalarıyla gerçekleştirilmiştir. Çok az çalışmada Haptic'in kavramları akılda tutmaya etkisi araştırılmıştır. Ayrıca Haptic'in eğitime katkısını ortaya çıkarmak için farklı kavram ya da konuların öğrenilmesinde kullanılan Haptic uygulamalarına ihtiyaç vardır (Minogue ve Jones, 2006).

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

Bu bölümde çalışmada kullanılan araştırma yöntemine, çalışmanın yürütüldüğü evren ve örnekleme, deney ve kontrol gruplarında gerçekleştirilen uygulamalara, veri toplama araçlarının geliştirilme sürecine, veri toplama araçlarının geçerlik ve güvenilirliğinin sağlanmasında yapılan uygulamalara ve kullanılan Haptic ve simülasyon araç yüzlerine yönelik bilgiler verilmektedir.

2.1. Araştırmanın Yöntemi

Yapılan araştırmada, diğer çalışmalara nazaran daha büyük bir örnekleme çalışılmış ve yöntem olarak deneysel yöntem benimsenmiştir. Haptic simülasyonlar ve geleneksel yöntemlerle kıyaslanarak kavram yanılgılarının giderilmesindeki etkililiği ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır.

Deneysel yöntem; bir araştırmada, değişkenleri (nicel olarak ölçülebilen ve farklı değerler alabilen özellikler) ölçülebilmek ve bu değişkenler arasındaki sebep-sonuç ilişkilerini ortaya çıkarmak için kullanılan bir yöntemdir (Çepni, 2007). Bir başka deyişle deneysel yöntem etkisi ölçülecek etkenin belirli kurallar ve koşullar altında deneklere uygulanması, deneklerin etkene verdiği yanıtların ölçülmesi ve elde edilen sonuçların karşılaştırılarak karara varılması işlemlerini içeren bir araştırma yaklaşımıdır (Sümbüloğlu, 1988).

Deneysel yöntemin kullanıldığı çalışmalarda bir veya daha fazla kontrol grubu ya da deney grubu olarak adlandırılan eşdeğer gruplar oluşturulmaktadır (Çepni, 2007). Deney grubuna özel müdahalelerde bulunulurken, kontrol gruplarına herhangi bir müdahalede bulunulmaz. Uygulama öncesinde yapılan ön test ve uygulama sonrasında yapılan son test sonuçları karşılaştırılarak deney grubuna yapılan müdahalenin etkisi belirlenmeye çalışılmaktadır. Fakat grupların eş değer olup olmaması ve değişken sayısına göre deneysel yöntemin birçok çeşidi mevcuttur. Bunlar;

- Tam deneysel yöntem,
- Denenmek istenen değişken sayısı ve düzeyine göre uygulanan deneysel yöntem,

- Denemede kullanılan grup sayısı ile değişkenlerin kontrolünde yapılan deneysel yöntem,
- Yarı deneysel yöntem,

olarak sınıflandırılabilirler (Çepni, 2007).

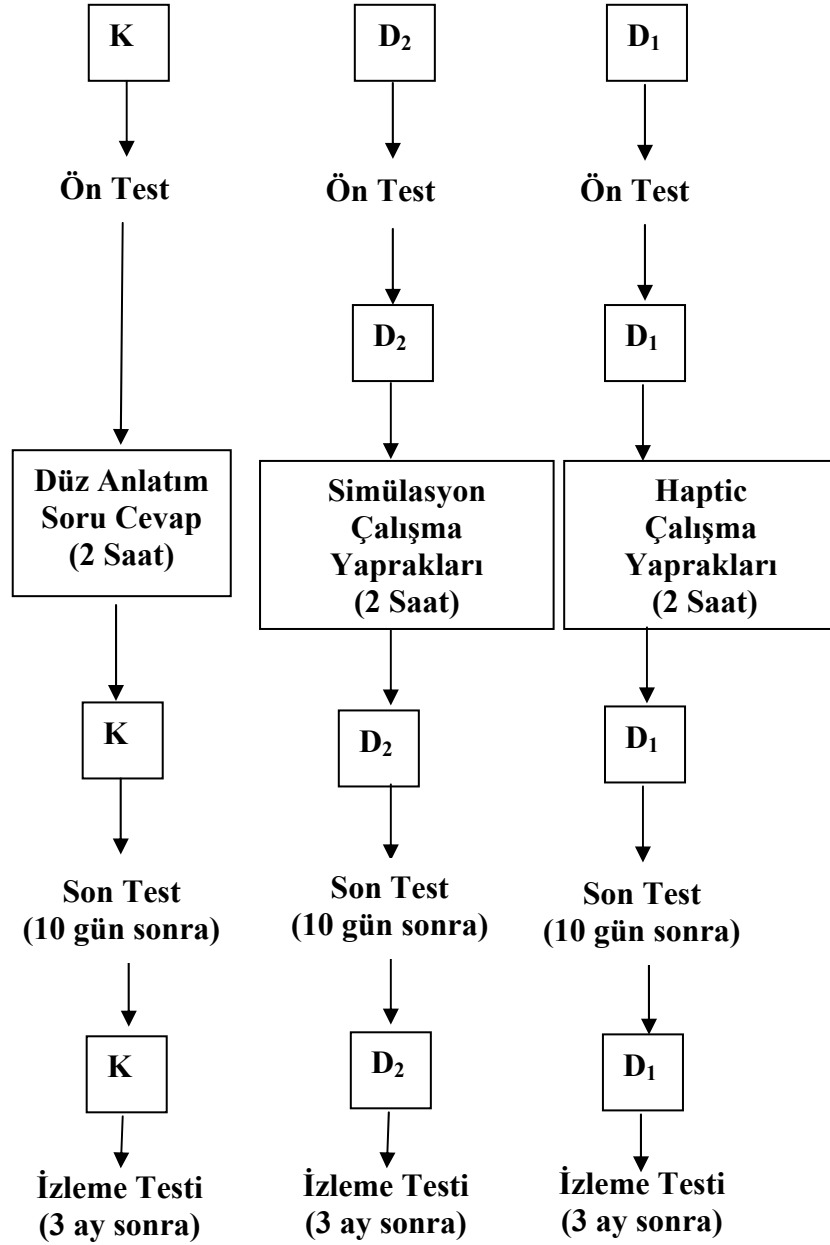
Bazı durumlarda kişilerin gruplara rastgele dağıtılması imkânsız olabilmektedir. Bu durumlarda alternatif olarak yarı deneysel yöntem kullanılmaktadır (Çepni, 2007). Bu yöntemde bireyler deney ve kontrol gruplarına rastgele dağılım olmadan dağıtılmaktadırlar. Bilimsel değer bakımından gerçek deneysel yöntemden hemen sonra gelmektedir. Yarı deneysel yöntem eğitim araştırmalarında oldukça fazla kullanılmakta ve araştırmalarda iç geçerliliği tehdit edebilecek hatalar ya da etkiler daha çok kontrol edilebilmektedir (Çepni, 2007). Çünkü bu değişkenlerin deney ve kontrol grubundaki etkileri aynı olmaktadır (Karasar, 1995).

Yarı deneysel yöntem, farklı şekillerde uygulanabilmektedir. Eşitlenmemiş gruplara yalnızca son test uygulanması, tek bir gruba ön test ve son test uygulanması ve eşitlenmemiş gruplara ön test ve son test uygulanması şeklinde yapılabilir (Özsevgeç, 2007). Bu yöntemlerden ilk ikisinin kullanılmasının sakıncalı olduğu ifade edilmektedir (Robson, 1998). Bu yüzden iki yöntem birleştirilerek yeni bir yöntem olan eşitlenmemiş kontrol gruplu yöntemin kullanılmasının daha uygun olabileceği belirtilmektedir (Karasar, 1995; Kaptan, 1998). Burada bir veya daha fazla deney ve kontrol grubu seçilmektedir. Fakat örneklemin olabildiğince benzer niteliklerde olmalarına özen gösterilmektedir (Karasar, 1995; Kaptan, 1998). Yöntemin aşamaları aşağıdaki gibi sıralanabilir (Çepni, 2007):

- Deney ve kontrol grupları rastgele seçim dışında bir yolla oluşturulur.
- Deney ve kontrol gruplarına ön test uygulanır.
- Deney grubu deneysel müdahaleye uğrar, kontrol grubu müdahaleye tabi tutulmaz.
- Bütün gruplara son test uygulanır.

Bu çalışmada yukarıda belirtilen gerekçeler ve Türkiye'deki okulların mevcut yapısından dolayı tam deneysel yöntem için gerekli olan şartların sağlanamaması dikkate alınarak deney ve kontrol gruplarının oluşturulmasında yarı deneysel yöntemin kullanılmasına karar verilmiştir. Çalışmanın yürütüldüğü okuldaki 6. sınıf öğrencilerinden rastgele 2 deney, 1 kontrol grubu oluşturulmuştur. Uygulamadan önce bütün gruplara ön test uygulanmış ve elde edilen verilerin analizi sonucunda grupların akademik başarı

açısından eşdeğer gruplar olduğu belirlenmiştir. Fakat grupların yerçekimi, kütle ve ağırlık kavramlarını tanımlamada, birbirlerinden farklarını ve farklı gezegenlerde yerçekimi, kütle ve ağırlığın durumlarını açıklamada aralarında belirgin fark ortaya çıkmıştır. Uygulamalarda ise kontrol grubuna herhangi bir müdahalede bulunulmazken, deney gruplarından birinin uygulamalarında simülasyonlardan yararlanılmıştır. Diğer deney grubunun uygulamalarında ise Haptic kullanılmıştır. Uygulama sonrasında bütün gruplara son test uygulanmıştır. Ayrıca literatürde belirtilen deneysel desenden farklı olarak deney ve kontrol gruplarına üç ay sonra kavramsal anlama testi geciktirilmiş test olarak uygulanmıştır. Şekil 3'te çalışmanın aşamaları daha açık bir şekilde betimlenmektedir.



Şekil 3. Kontrol ve deney grupları ile yapılan çalışmanın aşamaları

Çalışmada standart testlerden farklı olarak ön test, son test, geciktirilmiş test, gözlem, çalışma yaprakları ve uygulama sonrası mülakat metotları kullanılmıştır. Elde edilen veriler birbirleri ile ilişkilendirilerek veri üçgenlemesine gidilmiştir. Bu şekilde uygulamanın etkililiği ve kavramsal değişimin yönü hakkında daha net ve geçerli bilgiler elde edilmeye çalışılmıştır.

2.2. Evren / Örneklem

Çalışmanın evrenini, Türkiye’de ilköğretim 6. kademede öğrenim gören öğrenciler oluşturmaktadır. Çalışmanın örneklemini ise Trabzon Mimar Sinan İlköğretim Okulu’nda öğrenim gören 6. sınıf öğrencileri oluşturmaktadır. Mimar Sinan İlköğretim Okulu, diğer okullara nazaran farklı şubelerde öğrenim gören 6. sınıf öğrencilerinin akademik başarılarının, sosyo-ekonomik düzeylerinin ve demografik özelliklerinin benzer olması nedeniyle seçilmiştir. Bu doğrultuda şubelerden ikisi rastgele atamayla deney, biri de kontrol grubu olarak tayin edilmiştir. Çalışmada D1 deney grubunu 29, D2 deney grubunu 27 ve kontrol grubunu 34 öğrenci oluşturmaktadır. Gruplardaki kız ve erkek öğrenci sayısı Tablo 1’de verilmektedir.

Tablo 1. Deney ve kontrol gruplarındaki kız ve erkek öğrencilerin sayısı

Grup	Cinsiyet	Sayı	Toplam
D1	Kız	14	29
	Erkek	15	
D2	Kız	12	27
	Erkek	15	
Kontrol	Kız	23	34
	Erkek	11	

Çalışmada deney ve kontrol gruplarına ön test olarak uygulanan kavramsal anlama testleri değerlendirilirken her bir sorunun cevabına uygun olarak puanlamalar yapılmıştır ve grupların akademik başarıları arasında anlamlı bir farklılık olmadığı elde edilmiştir. Ayrıca yapılan analizler sonucunda öğrencilerin akademik başarılarının cinsiyete göre değişmediği de ortaya çıkmıştır. Fakat elde edilen veriler Tablo 8’de verilen (s. 55) gruplar dikkate alınarak incelendiğinde D1 grubunda yerçekimi, kütle ve ağırlık kavramlarına ilişkin erkeklerin kız öğrencilerden, kontrol grubunda kız öğrencilerin erkek öğrencilerden, D2 deney grubunda erkek öğrencilerin kız öğrencilerin daha bilimsel açıklamalarda buldukları tespit edilmiştir. Bunun yanında yapılan analizler sonucunda gruplardaki öğrencilerden gelen bilimsel açıklamalar arasında da farklar olduğu belirlenmiştir.

Bu çalışmada öğrencilerin kavram yanılgıları üzerine yoğunlaşılması nedeniyle, ön test puanlarının sayısal olarak analiz edilmesi yeterli değildir. Bu nedenle gruplardaki öğrencilerin her birinin kavramsal anlama testindeki sorulara verdikleri yanıtlar incelenmiş

ve gruplandırılmıştır. Tablo 2’de Haptic’in kullanıldığı D1 deney grubu öğrencilerinin, kavramsal anlama testindeki her bir soruya verdikleri yanıtlar ve bu yanıtların belirlenen kategorilere göre dağılımlarının frekans ve yüzdeleri verilmektedir.

Tablo 2. D1 Deney grubunun ön test verilerinin kategorilere göre dağılımı ve kategorilere ilişkin öğrenci açıklamaları

Anlama Düzeyi	Soru		
	Her birinin kütlesi 2 kg olan iki toptan biri Ay, diğeri Dünya yüzeyinde bulunmaktadır. Bu iki topun ağırlıklarını karşılaştırarak nedenleriyle açıklayınız.	f	%
TA	Dünya'nın yerçekimi Ay'ın yerçekiminden daha fazla olduğu için Dünya'da cisimler daha ağırdır.	4	13.79
KA	Ay'daki ağırlık Dünya'daki ağırlığın 1/6'sıdır.	10	34.48
KYA	Dünya'da 30 kg gelen Ay'da 5 kg gelir. Nedeni Ay'ın yerçekiminin Dünyanın yerçekiminden az olmasıdır.	5	17.24
YA	Ay'da yerçekimi olmadığından ağırlıkları arasında fark vardır.	9	31.03
Anlama Düzeyi	Dünya'daki ağırlığı 10 N olan bir topun, yerçekiminin olmadığı bir ortamda ağırlığı ne olur? Açıklayınız.	f	%
KA	Yerçekimsiz ortamda ağırlık olmaz.	6	20.69
KYA	Yerçekimsiz ortamda ağırlık yoktur. Kütle vardır ancak biz fark edemeyiz.	2	6.90
YA	Yerçekimsiz ortamda cisimler havada olduğu için ağırlık ölçülemez.	4	13.79
Anlama Düzeyi	Jüpiter, Ay, Dünya ve Uzay'da bulunan eşit kütleli topların ağırlıklarını kıyaslayarak nedenlerini açıklayınız.	f	%
KA	Her gezegenin kendine ait bir kütle çekimi olduğundan insanın farklı gezegende ağırlığı farklı olur.	17	58.62
YA	Dünya'da yerçekimi vardır. Fakat Jüpiter, Ay ve Uzay'da yerçekimi yoktur.	6	20.69
Anlama Düzeyi	Merkür'de yerçekimi Dünya'dakinden daha azdır. Buna göre eşit kütleli iki topun Dünya'daki ve Merkür'deki ağırlıklarını karşılaştırarak, nedenlerini açıklayınız.	f	%
TA	Merkür'de yerçekimi daha az olduğundan topun ağırlığı Dünya'daki ağırlığından daha az olur.	3	10.34
KA	Merkür'deki ağırlığı 100N'dan küçük her şey olabilir.	13	44.83
KYA	Bana göre Merkür'deki ağırlığı 100N'dan az olabilir. Hatta sıfır olabilir.	2	6.90
YA	0 kg olabilir.	2	6.90
Anlama Düzeyi	Yandaki resimde eşit kütleli topların ölçülen özelliklerinin Jüpiter ve Mars'ta farklı olmasının nedeni nedir? Açıklayınız.	f	%
TA	Jüpiter'de yerçekiminin daha fazla, Mars'ta yerçekiminin az olması nedeniyle ağırlıkları farklıdır.	11	37.93
KA	Yerçekiminin gezegenlere göre değişmesi.	6	20.69
KYA	Jüpiter'de yerçekimi daha fazladır. Mars'ta ise yerçekimi ve basınç daha azdır.	3	10.34
YA	Jüpiter'deki ağırlığı daha azdır.	2	6.90
Anlama Düzeyi	Dünya'da aynı ortamda bulunan iki eşit kütleli cismin ağırlıklarını karşılaştırarak, nedenlerini açıklayınız.	f	%
TA	İki cisme de aynı yerçekimi uygulandığından ağırlıkları aynı olur.	5	17.24
KA	Her iki cismin kütleleri aynı olduğuna göre ağırlıkları da aynıdır.	9	31.03
YA	Dünya'nın her yerinde yerçekimi aynıdır.	7	24.14
Anlama Düzeyi	Dünya'da kütlesi 10kg olan bir topun yerçekimi olmayan bir ortamda kütlesi ne olur? Açıklayınız.	f	%
TA	Kütle cismin değişmeyen madde miktarıdır. Bu nedenle hiçbir yerde değişmez.	7	24.14
KA	Kütlesi değişmez.	3	10.34
KYA	Kütlesi değişmez. Ancak biz fark edemeyiz.	1	3.45
YA	Kütlesi azalır.	11	37.93

D1 deney grubunun ön test sonuçlarına bakıldığında yerçekimi, kütle ve ağırlıkla ilgili kavram yanlışlarını belirlemek amacıyla oluşturulan testin 1. sorusuna öğrencilerin %48.27'si bilimsel açıklamalar içeren, %48.27'si de kavram yanlışları içeren cevaplar

vermiştir. %3.45'i ise soruyu boş bırakmıştır. Tam ve kısmi anlama gösteren öğrencilerin sayıları kısmi yanlış anlama ve yanlış anlama gösteren öğrencilerin sayılarıyla aynı çıkmıştır. Bunun yanında öğrencilerin 1. soruyu açıklarken “Ay’da yerçekimi yoktur. Ay ile Dünya’nın ağırlıkları farklıdır.” ifadelerini sıklıkla kullandıkları ve ağırlıkla kütle kavramlarını birbirine karıştırdıkları görülmüştür. 2. soruda da tam ve kısmi anlama kategorilerindeki öğrenci sayılarının toplamı, kısmi yanlış anlama ve yanlış anlama kategorilerindeki öğrenci sayılarının toplamına eşittir. Öğrencilerin hemen hemen %60’ı soruyu yanıtlamamış ya da ilgisiz cevap vermiştir. Bu oranlar, öğrencilerin büyük kısmının ağırlık ve yerçekimi ilişkisi hakkında yeterli bilgilerinin olmadığını göstermektedir. Yanıt veren öğrencilerden kavram yanlışlığı olanların ise yerçekimi olmayan ortamda cisimlerin havada olması nedeniyle dinamometre ile ölçüm yapılamayacağını ifade ettikleri görülmüştür. Bunun yanında 1. soruda olduğu gibi bu soruda da öğrencilerin kütle ve ağırlık kavramlarını birbirine karıştırdıkları belirlenmiştir. 3. soruda öğrencilerin %58.62’si bilimsel gerçeklere uygun fakat eksik açıklamalar yapmıştır. %20.69’u kavram yanlışlığı içeren ifadeler kullanmıştır. Aynı oranda öğrenci soruyu yanıtlamamış ya da soruyla alakası olmayan tanımlamalar yapmıştır. 3. soruda öğrencilerin Dünya dışında diğer gezegenlerde yerçekiminin olmadığını, Jüpiter’in yerçekiminin Dünya’nın yerçekiminden az olduğunu, bütün ortamlarda yerçekiminin aynı olduğunu belirttikleri saptanmıştır. Kısacası bu soruda Jüpiter, Dünya, Ay ve Uzay’da yerçekimi olup olmadığı konusunda net ve doğru açıklama yapılamamıştır. 4. soruda, öğrencilerin %55.17’si bilimsel, %13.80’i kavram yanlışlarının olduğu açıklamalarda bulunmuştur. %31.03’ü soruyu yanıtsız bırakmış ya da ilgisiz açıklamalar yapmıştır. Kavram yanlışlığı tespit edilen öğrencilerin bir kısmı neden olarak yerçekimi fazla olan ortamda ağırlığın azaldığını ve Merkür’de yerçekimi olmadığını öne sürmüşlerdir. 5. soruda, öğrencilerin %60’a yakını bilimsel gerçeklerle uyuşan ifadeler kullanmış, %17.24’ü kavram yanlışlığı içeren açıklamalar yapmış, % 24.14’ü ise soruyu yanıtlamamış ya da ilgisiz yanıt vermiştir. Bunun yanında yerçekiminin gezegendeki atmosfer basıncından da etkilenebileceğini belirten öğrenci yanıtlarıyla karşılaşılmıştır. 6. soruda da öğrencilerin hemen hemen yarısı doğru tanımlamalarda bulunmuş, % 24.14’ü kavram yanlışlarıyla yanıtlar vermiştir. Kavram yanlışlığı tespit edilen öğrencilerin birçoğu dünyanın her yerinde yerçekiminin eşit olduğu açıklamasını yapmışlardır. 7. soruda öğrencilerin önemli bir kısmının yanlışlara sahip olduğu belirlenmiştir. Kütlelerin yerçekimi olmayan ortamda azalacağını belirtenler dikkat çekmiştir. Fakat soruyu doğru ifadeler kullanarak yanıtlayanların oranı da %34.48

olarak hesaplanmıştır. Boşluk doldurmalı 8. soruda ise her öğrencinin yaklaşık 2 kavramı uygun boşluğa yazdığı belirlenmiştir. Tüm verilere dayanarak deney grubunun soyut düşünme gerektiren ve yoruma dayalı sorularda başarısız olduğu söylenebilir.

Deney gruplarının kontrol grubuyla karşılaştırılması için kontrol grubunun ön test verileri Tablo 8’de (s. 55) verilen kategorilere göre incelenmiştir. Tablo 3’te kontrol grubundaki öğrencilerin her bir soruya verdikleri yanıtlara örnekler ve yanıtların belirlenen kategorilere göre dağılımları frekans ve yüzde olarak verilmektedir.

Tablo 3. Kontrol grubunun ön test verilerinin kategorilere göre dağılımları

Anlama Düzeyi	Soru		
	Her birinin kütlesi 2 kg olan iki toptan biri Ay, diğeri Dünya yüzeyinde bulunmaktadır. Bu iki topun ağırlıklarını karşılaştırarak nedenleriyle açıklayınız.	f	%
TA	Dünya'nın yerçekimi Ay'ın yerçekiminden fazladır. Bu nedenle, Ay'da ağırlığı daha azdır.	7	20.59
KA	Dünyanın yerçekimi Ay'ın yerçekiminden fazladır.	11	32.35
KYA	Dünya'nın yerçekimi Ay'ın yerçekiminden beş kat fazladır.	2	5.88
YA	Ay'da yerçekimi daha fazla olduğu için ağırlıkları farklıdır.	14	41.18
Anlama Düzeyi	Dünya'daki ağırlığı 10 N olan bir topun, yerçekiminin olmadığı bir ortamda ağırlığı ne olur? Açıklayınız.	f	%
TA	Yerçekimsiz ortamda ağırlık yoktur.	4	11.76
KA	Yerçekimsiz ortamda ağırlık yoktur.	5	14.71
YA	Yerçekimi olmayan yerlerde, insanlar ağır ağır yürümeye çalışırlar. Bu nedenle daha hafiftirler.	5	14.71
Anlama Düzeyi	Jüpiter, Ay, Dünya ve Uzay'da bulunan eşit kütleli topların ağırlıklarını kıyaslayarak nedenlerini açıklayınız.	f	%
TA	Şöyle sıralayabiliriz. Jüpiter>Dünya>Ay>Uzay. Jüpiter, Dünya ve Ay'dan büyüktür. Çekim kuvveti en büyük olan gezegendir. Top en ağır Jüpiter'dedir.	2	5.88
KA	Her gezegenin kendine ait bir kütle çekimi olduğundan insanın farklı gezegendeki ağırlığı farklı olur.	22	64.71
KYA	Yerçekimi olan yerlerde ağırlık aynıdır. Olmayan yerlerde ise ağırlık azdır.	2	5.88
YA	Dünya'da yerçekimi vardır. Diğerlerinde ise yerçekimi yoktur Bu nedenle ağırlıklar farklıdır.	4	11.76
Anlama Düzeyi	Merkür'de yerçekimi Dünya'dakinden daha azdır. Buna göre eşit kütleli iki topun Dünya'daki ve Merkür'deki ağırlıklarını karşılaştırarak, nedenlerini açıklayınız.	f	%
TA	Merkür'de taşın ağırlığı daha az olur. Çünkü Merkür'deki yerçekimi Dünya'dakinden daha azdır. Bu da cismin ağırlığını azaltır. .	14	41.18
KA	Merkür'deki ağırlığı daha az olur.	7	20.59
YA	Merkür'de yerçekimi Dünya'dakinden az olduğu için topun ağırlığı fazla olur.	11	32.35
Anlama Düzeyi	Yandaki resimde eşit kütleli topların ölçülen özelliklerinin Jüpiter ve Mars'ta farklı olmasının nedeni nedir? Açıklayınız.	f	%
TA	Mars'ın yerçekimi Jüpiter'e göre daha azdır. Yerçekimi kuvveti az olan bir gezegende ağırlık daha az olur.	11	32.35
KA	Eşit kütleli sahip iki topa iki gezegenin uyguladığı yerçekimi farklıdır.	15	44.12
KYA	Çünkü Mars'ta ve Jüpiter'de yerçekimi ve hava değişimi farklıdır.	2	5.88
YA	Mars'ta yerçekimi daha fazladır. Jüpiter'de ise daha azdır.	11	32.35
Anlama Düzeyi	Dünya'da aynı ortamda bulunan iki eşit kütleli cismin ağırlıklarını karşılaştırarak, nedenlerini açıklayınız.	f	%
TA	İki cisme de aynı yerçekimi uygulandığından ve kütleleri eşit olduğundan ağırlıkları eşittir.	6	17.65
KA	Kütleleri aynıysa ağırlıkları da aynı olur.	9	26.47
KYA	Dünya kendi zerindeki bütün cisimlere aynı çekim kuvvetini uygular. Bu nedenle özdeş ve aynı yerde bulunan cisimlerin ağırlıkları eşit olur.	2	5.88
YA	Farklıdır. Çünkü ağırlık her yerde aynı olmayabilir. .	11	32.35
Anlama Düzeyi	Dünya'da kütlesi 10kg olan bir topun yerçekimi olmayan bir ortamda kütlesi ne olur? Açıklayınız.	f	%
TA	Yerçekimi olmayan ortamda bulunan cisimlerin kütleleri vardır. Kütle yerçekimine bağlı değildir ve değişmez yani yine aynıdır.	7	20.59
KA	Kütlesi Dünya'dakiyle aynıdır.	5	14.71
KYA	Belirli bir kütleleri vardır.	1	2.94
YA	Kütlesi olmaz.	12	35.29

1. soruda, kontrol grubunda tam ve kısmi anlama gösteren öğrencilerin sayısı, kısmi yanlış anlama ve yanlış anlama gösteren öğrencilerin sayısına yakındır. Bu soruda öğrenciler özellikle Ay'daki yerçekiminin Dünya'nın yerçekimine eşit olduğunu, Ay'da yerçekimi olmadığını, kütleyle ağırlığın aynı kavramlar olduğunu belirtmişlerdir. Bu nedenle grubun yarısının Ay'ın yerçekimi ve ağırlık konusunda kavram yanlışlarının olduğu söylenebilir. 2. soruda öğrencilerin yaklaşık %60'ı soruyu boş bırakmış ya da soruyla ilgisiz ifadeler kullanmıştır. Cevap veren öğrenciler ise yerçekimi olmayan yerlerde kütle ve ağırlığın olmayacağını ifade etmişlerdir. Aynı soruda öğrencilerin % 26.47'sinin bilimsel gerçeklere uygun cevaplar verdiği, % 14.71'nin ise kavram yanlışlarına sahip olduğu belirlenmiştir. 3. soruda grubun büyük bir kısmı tam ya da kısmi anlama göstermiş, %17.64'ü ise kavram yanlışları içeren açıklamalarda bulunmuştur. Bu soruda belirlenen en önemli kavram yanlışları ise öğrencilerin Dünya hariç diğer gezegenlerde yerçekimi olmadığını, bu ortamlardaki yerçekimlerinin aynı olduğunu, gezegenlerin Dünya'ya olan uzaklıklarının yerçekimi kuvvetini etkileyeceğini belirtmeleridir. 4. soruda da grubun % 61.77'si gezegenlerde yerçekimi ve ağırlıkla ilgili uygun ifadeler kullanmış, %32.35'i ise kavram yanlışlığı içeren cevaplar vermiştir. Belirlenen kavram yanlışlığı ise Merkür'deki yerçekiminin az olması nedeniyle nesnelere ağırlıklarının bu gezegende fazla olacağı olmuştur. 5. soruda öğrencilerin %76.47'lik önemli bir kısmı sorudaki karşılaştırmaları ve nedenleri iyi bir şekilde açıklamış, %17.64'ü ise kavram yanlışlarını içeren cümleler kurmuştur. Bu cümlelerde özellikle Jüpiter ve Mars'ta hava değişimi farkının ağırlık değişimine neden olacağı belirtilmiştir. 6. soruda, bu grubun tam ve kısmi anlamadaki oranı % 44.12 olarak hesaplanmıştır. Tespit edilen kavram yanlışlı açıklamalar ise % 38.23'e yükselmiştir. 7. soruda öğrencilerin %35.30'u kabul edilebilir ve bilimsel gerçeklere uygun açıklama yaparken, % 38.23'ünde kavram yanlışlığı saptanmıştır. Kütlelerin yerçekimi olmayan ortamda azalacağını ya da hiç olmayacağı şeklinde kavram yanlışları içeren cevaplar gelmiştir. 8. soruda, her öğrenci yaklaşık olarak 5 boşluğa doğru kavramı yazmıştır. Genel olarak değerlendirildiğinde ise kontrol grubunun gezegenlerdeki yerçekimi ve ağırlık ilişkisini açıklamada diğer gruplara göre daha iyi olduğu söylenebilir.

Simülasyon kullanılan D2 deney grubundaki öğrencilerin de ön testlere vermiş oldukları yanıtlar diğer gruplardaki gibi analiz edilmiştir. Tablo 4 grubun Tablo 8'deki (s. 55) kategorilere göre dağılımını ve öğrencilerin yanıtlarından örnekleri yansıtmaktadır.

Tablo 4.D2 grubunun ön test verilerinin kategorilere göre dağılımları

Anlama Düzeyi	Soru		
	Her birinin kütlesi 2 kg olan iki toptan biri Ay, diğeri Dünya yüzeyinde bulunmaktadır. Bu iki topun ağırlıklarını karşılaştırarak nedenleriyle açıklayınız.	f	%
TA	Ay'daki yerçekimi Dünya'nın yerçekiminden daha az olduğundan Dünya'da cisimler daha ağırdır.	6	22.22
KA	Ağırlık yerçekimine göre değiştiğinden Ay'da ve Dünya'da cisimlerin ağırlıkları farklıdır.	7	25.93
KYA	Ay'da ve Dünya'da kuzeye gittikçe yerçekimi azalır. Bu nedenle burada ağırlıklar farklıdır.	3	11.11
YA	Ay'da yerçekimi olmadığından cismin ağırlığını ölçemeyiz. Dünyanın ağırlığı daha fazladır. Çünkü Ay Dünya'nın belli bir kısmını aydınlatır.	7	25.93
Anlama Düzeyi	Dünya'daki ağırlığı 10 N olan bir topun, yerçekiminin olmadığı bir ortamda ağırlığı ne olur? Açıklayınız.	f	%
TA	Ağırlık yerçekimine bağlı olarak değişir. Yerçekimi olmadığından ağırlık 0 N olur.	4	14.81
KA	Yerçekimsiz ortamda ağırlık olmaz.	5	18.52
YA	Ağırlık hiçbir zaman değişmez.	5	18.52
Anlama Düzeyi	Jüpiter, Ay, Dünya ve Uzay'da bulunan eşit kütleli topların ağırlıklarını kıyaslayarak nedenlerini açıklayınız.	f	%
KA	Bu yerlerdeki yerçekimi farklı olduğundan ağırlıkları da farklı olur.	14	51.85
KYA	Yerçekimi en fazla Dünya'da, sonra Ay'da, sonra Jüpiter'de sonra Uzay'da olur.	1	3.70
YA	Dünya'da yerçekimi vardır. Fakat Jüpiter, Ay ve Uzay'da yerçekimi yoktur.	5	18.52
Anlama Düzeyi	Merkür'de yerçekimi Dünya'dakinden daha azdır. Buna göre eşit kütleli iki topun Dünya'daki ve Merkür'deki ağırlıklarını karşılaştırarak, nedenlerini açıklayınız.	f	%
TA	Merkür'de yerçekimi daha az olduğundan topun ağırlığı Dünya'daki ağırlığından daha az olur.	1	3.70
KA	Merkür'deki ağırlığı daha az olur.	12	44.44
KYA	Dünya'daki bir cismin ağırlığı Merkür'dekinin ¼'ü kadardır.	2	7.41
YA	Merkür'de ağırlık Dünya'dakine göre daha fazla çıkar.	4	14.81
Anlama Düzeyi	Yandaki resimde eşit kütleli topların ölçülen özelliklerinin Jüpiter ve Mars'ta farklı olmasının nedeni nedir? Açıklayınız.	f	%
TA	Mars'ta yerçekimi daha az olduğu için Mars'ta daha hafiftir. Jüpiter'de ise yerçekimi daha fazla olduğu için ağırlığı daha fazladır..	5	18.52
KA	Yerçekiminin farklı olması.	8	29.63
YA	Mars'ta yerçekimi olmadığı için.	5	18.52
Anlama Düzeyi	Dünya'da aynı ortamda bulunan iki eşit kütleli cismin ağırlıklarını karşılaştırarak, nedenlerini açıklayınız.	f	%
TA	İki cisim de aynı ortamda olduğundan ikisine aynı yerçekimi uygulanır. Bu nedenle ağırlıkları aynı olur.	7	25.93
KA	Ağırlıkları aynıdır.	2	7.41
YA	Dünya'nın her yerinde yerçekimi aynıdır.	8	37.04
Anlama Düzeyi	Dünya'da kütlesi 10kg olan bir topun yerçekimi olmayan bir ortamda kütlesi ne olur? Açıklayınız.	f	%
TA	Kütle değişmeyen madde miktarıdır. Bu nedenle hiçbir yerde değişmez.	4	14.81
KA	Kütlesi aynıdır, değişmez.	10	37.04
YA	Yerçekimi olmayan yerde cismin kütlesi olmaz.	6	22.22

D2 grubunun 1. sorudaki yüzdeler incelendiğinde, öğrencilerin tam ve kısmi anlama kategorilerindeki sayılarının diğer kategorilerden yüksek olduğu görülmektedir. Bu soruda öğrenciler, Ay ve Dünya'da cismin ağırlığının değişmesini, Ay'da yerçekimi ve sürtünme kuvvetinin olmamasını, Ay'ın Dünya'nın sadece bir kısmını aydınlatmasını, Güneş'in

Dünya'yı ısıtmasını, ağırlığın değişmeyen madde miktarı olmasını neden olarak göstererek açıklamışlardır. 2. soruda ise ilgisiz yanıtlar ya da soruyu boş bırakma yüzdesi % 48.15'lik bir değerle dikkat çekmektedir. Diğer sorularda da gözlemlenen bu durum, öğrencilerin yerçekimi ve ağırlık ilişkisini tam olarak özümseyememelerinden ya da okulda bu kavramları görmedikleri için cevaplamamalarından kaynaklanabilir. Nitekim ağırlığın hiçbir yerde değişmemesi ve nesnelerin yerçekimsiz ortamda havada kalmaları nedeniyle ölçüm yapılamayacağı tespit edilen kavram yanlışlarıdır. 3. soruda öğrencilerin yarısından fazlası bilimsel gerçeklerle uyuşan açıklamalar yapmıştır. % 22.22'lik bir kesim ise soruda verilen farklı ortamlardaki yerçekimi değişimini kavram yanlışları içeren cümlelerle anlatmıştır. Bu yanlışlar arasında, ağırlığın farklı ortamlarda değişmemesi, Dünya'daki yerçekiminin diğer gezegenlerden büyük olması, gezegenlerin Güneş'e olan uzaklıklarına göre yerçekiminin değişmesi, Dünya dışında diğer gezegenlerde yer çekimi olmaması yer almaktadır. 4. ve 5. sorularda tam ve kısmi anlama kategorilerinin yüzdeleri hemen hemen aynıdır. 4. soruda yanlışlı açıklama yapan öğrenciler % 22.22'lik kesimi, 5. soruda % 18.52'lik kesimi kapsamaktadır. Bu sorularda en fazla göze çarpan kavram yanlışları ise Merkür'deki yerçekiminin Dünya'dakinden fazla olması, gezegenlerin Güneş'e olan uzaklıklarının yerçekimlerini değiştirmesidir. 6. soruda yanlış anlama yüzdesi diğer kategorilere göre yüksektir. Bu soruda Dünya'nın her yerinde yerçekiminin aynı olması ve ekvatorunda yerçekiminin fazla olması gibi kavram yanlışları belirlenmiştir. 7. soruda ise öğrencilerin yarısından fazlasının kavram yanlışlığı içermeyen tanımlamalar yaptıkları anlaşılmaktadır. Karşılaşılan kavram yanlışları ise kütlelerin yerçekimine bağlı olarak değişmesi ve ağırlıkla aynı anlama gelmesidir. 8. soruda her öğrencinin yaklaşık olarak üç boşluğa doğru kavramı yazdığı belirlenmiştir. D2 grubunun verileri genel olarak değerlendirildiğinde, grubun gezegenlerdeki yerçekimlerini ve yerçekimi farklılıklarını açıklamakta iyi oldukları söylenebilir.

2.3. Deney ve Kontrol Gruplarında Gerçekleştirilen Uygulamalar

Bu çalışmada D1 deney grubunda öncelikle öğrencilerin kavram yanlışlarını ortaya çıkarmak ve konuya dikkat çekmek için öğrencilere sorular sorulmuştur. Öğrencilerden gelen yanıtlar dinlenmiş fakat herhangi bir düzeltme yapılmamıştır. Konunun günlük hayattaki önemini daha iyi yansıtabilmek için öğrencilere "1986 yılında fırlatılıp MİR uzay istasyonunda çeşitli seferlerde aylar boyunca kalıp dünyaya dönen kozmonotların,

döndüklerinde uzunca bir süre yürüme ve denge sağlama güçlüğü çektikleri, ayrıca dünyaya döndükleri ilk aylarda ellerindeki birçok eşyayı sık sık yere düşürdükleri gözlenmiş. Tabii her şeyi havada bırakmaya alışınca bütün bunlar olabiliyor. Şimdilerde uzay araştırmacıları gezegenler arası uzun yolculuklar için en büyük sorunlardan biri olan yerçekimsizliğin olumsuz etkilerini azaltacak çözüm yolları arıyorlar.“ paragrafı okunmuştur. Öğrencilerin hikayeye ilgili yorumları dinlendikten sonra, derste kullanılacak Haptic'in özelliklerinden bahsedilmiş, simülasyon arayüzü tanıtılmıştır. Öğrencilere çalışma yaprakları dağıtılarak, kavram karikatüründeki “Nasreddin Hoca'nın” aklına takılan soruların neler olduğu sorulmuş ve öğrencilerin bu sorularla ilgili düşünceleri alınmıştır. Çalışma yaprakları, uygulamalar sırasında öğrencilerin Haptic kullanımı sırasında takip etmeleri gereken işlem basamaklarını göstermek, tek tek yapılan uygulamalarda diğer öğrencilerin ilgilerinin dağılmasını engellemek için kullanılmıştır. Okulda bilgisayar laboratuvarı olmaması nedeniyle öğrencilere teker teker uygulama yaptırılmıştır. Fakat öğrencilerin yaşadıkları etkileşimleri diğer öğrencilere göstermek için bilgisayar ekranı projektörle yansıtılmıştır. Çalışma yapraklarındaki yönergeler okunarak, öğrencilere Haptic'le uygulamalar yapılmıştır. Yapılan uygulamalar sırasında öğrencilere yaşadıkları deneyimleri arkadaşlarına ifade etmelerini sağlamak için “Yerçekimini kaldırınca neler hissettin?”, “Yerçekimini arttırdığında neler oldu?” gibi sorular sorulmuştur ve düşüncelerini çalışma yapraklarına yazmaları istenmiştir. Böylelikle diğer arkadaşlarının da etkileşimler hakkında fikir edinmeleri sağlanmıştır. Uygulamalar bittikten sonra çalışma yapraklarındaki sorulara yönelik olarak sınıf tartışmaları yapılmıştır. Kavram yanılgıları devam eden öğrencilere Haptic'le tekrar uygulama yaptırılmıştır.

D2 deney grubundaki uygulamalar da D1 deney grubundaki plana benzer bir şekilde yürütülmüştür. Bu grupta da öncelikle öğrencilerin kavram yanılgılarını ortaya çıkarmak ve konuya dikkat çekmek için sorular sorulmuş ve öğrencilerin yanıtları dinlenmiştir. Fakat herhangi bir düzeltme yapılmamıştır. Konunun günlük hayattaki önemini daha iyi yansıtabilmek için D1 grubuna okunan paragraf (s. 46) bu gruba da okunmuştur. Öğrencilerin paragrafla ilgili yorumları dinlendikten sonra, derste kullanılacak simülasyonun özelliklerinden bahsedilmiş ve arayüzü tanıtılmıştır. Öğrencilere çalışma yaprakları dağıtılarak, “kavram karikatüründeki” “Nasreddin Hoca'nın” aklına takılan soruların neler olduğu sorulmuş ve öğrencilerin bu sorularla ilgili düşünceleri alınmıştır. D2 deney grubunda da öğrencilere tek tek uygulama yaptırılmıştır ve öğrencilerin

yaşadıkları etkileşimleri diğer öğrencilere göstermek için bilgisayar ekranı projektörle yansıtılmıştır. Çalışma yapraklarındaki yönergeler okunarak, öğrencilere simülasyonla uygulamalar yapılmıştır. Yapılan uygulamalar sırasında öğrencilere sorular sorulmuştur ve arkadaşlarına düşüncelerini açıklamaları istenmiştir. Uygulamalar bittikten sonra çalışma yapraklarındaki sorulara yönelik olarak sınıf tartışmaları yapılmıştır. Kavram yanlışları devam eden öğrenciler için simülasyonla tekrar uygulama yaptırılmıştır.

Kontrol grubunda da diğer gruplarda olduğu gibi sorular sorularak derse giriş yapılmıştır. Ardından deney gruplarına okunan paragraf (s.46) okunmuş ve öğrencilerin düşünceleri alınmıştır. Derste öğrenilecek kavramlardan bahsedildikten sonra konu anlatımlarına geçilmiştir. Her kavramla ilgili açıklamalar yapıldıktan sonra öğrencilerin anlayıp anlamadıklarını tespit etmek amacıyla sorular sorulmuş ve öğrenci yanıtları alınmıştır. Anlamayan ya da hala kavram yanlışlığı olan öğrenci tespit edildiğinde tahtaya şekiller çizerek kavramlar anlatılmaya çalışılmıştır. Son olarak öğrencilerden derste öğrendiklerini özetlemeleri istenmiştir.

2.4. Veri Toplama Araçları

Bu kısımda çalışmada öğrencilerin kavram yanlışlarını tespit etmek amacıyla kullanılan kavramsal anlama testlerinin geliştirilmesi, kullanılan gözlem yöntemi, öğrencilerin uygulamalar sırasında bilgilerinde meydana gelen değişimleri ortaya çıkarma amacıyla geliştirilen çalışma yapraklarının oluşturulma süreci, yapılan mülakatlarda katılımcılara sorulan mülakat sorularının geliştirilmesi ve bu araçların geçerlik ve güvenilirliklerinin sağlanması hakkında bilgiler verilmektedir.

2.4.1. Kavramsal Anlama Testi

Case ve Fraser (1999) çalışmalarında, kavram yanlışlarını gidermek ya da kavramsal değişimi gerçekleştirmek için geliştirilecek etkinliklerin başarılı olabilmesi için kavram yanlışlarının ayrıntılı bir şekilde ortaya konulması gerektiğinden bahsetmektedirler. Kavram yanlışlarının tam olarak belirlenemediği durumlarda hazırlanan etkinliklerin istenilen başarıyı gerçekleştirme noktasında yeterince etkili olamayacağı belirtmektedirler.

Literatürde kavram yanlışlarının tespit edilebilmesi için farklı araçlar kullanılmaktadır. Kullanılan araçlar arasında mülakatlar öğrencilerin kavramlarla ilgili düşüncelerini ayrıntılı ve geniş olarak belirlemede en etkili yol olarak görülmektedir (White ve Gunstone, 1992). Açık uçlu sorulardan oluşan testler ise mülakatlardan sonra kavramsal anlamaları en iyi ortaya çıkaracak araç olarak tanımlanmaktadır (Hewson ve Hewson, 2003, URL-5).

Bu çalışmada kavramsal anlamaları belirlemek için kavramsal anlama testlerinden yararlanılmıştır. Kavramsal anlama testi geliştirilmeden önce yerçekimi, kütle ve ağırlık kavramıyla ilgili ulusal ve uluslararası literatürde yapılan çalışmalar ayrıntılı olarak incelenmiş ve kavram yanlışları belirlenmiştir. Ayrıca bir yıl önce araştırmacının farklı zeka alanlarına sahip öğrencilerin yerçekimi, kütle ve ağırlıkla ilgili bilgilerini araştırdığı çalışma sonuçlarından da yararlanılmıştır (Karal ve Reisoğlu, 2009b). Her bir soruda literatürde geçen kavram yanlışlarından çalışmada kullanılan materyallerle giderilebilecek olanların tespit edilmesine dikkat edilmiştir. Tablo 5'te kavramsal anlama testinde temel alınan kavram yanlışları ve bu yanlışların tespit edildiği kaynaklar sunulmaktadır.

Tablo 5. Kavram anlama testinde temel alınan kavram yanlışları ve yanlışların belirlendiği çalışmalar

Soru	Kavram Yanılgısı	Kaynak
1	Ay'da yerçekimi yoktur. Ağırlık ve kütle aynı kavramlardır	Freeley (2007), URL-10, Gönen (2008), Atasoy, 2008, Galili (1995)
2	Ağırlık ve yerçekimi arasındaki ilişkiyi bilememe. Ağırlığı tanımlayamama.	Freeley (2007), Keleş (2007), Gönen (2008)
3	Dünya dışında hiçbir yerde yerçekimi yoktur. Yerçekimi her yerde aynıdır değişmez.	Freeley (2007), Gönen (2008), Noce, Torosantucci ve Vicentini (1988)
4	Farklı gezegenlerde ağırlık değişmemektedir.	Freeley (2007)
5	Gezegenin boyutu yerçekimini etkilememektedir.	Freeley (2007)
6	Yerçekiminin dünyada nerelerde nasıl değiştiğini bilememe. Kütle ve ağırlık aynı kavramlardır.	Dostal (2005), Keleş (2007), Gönen (2008)
7	Bir cismin ağırlığı her yerde aynıdır fakat kütlesi ortama göre değişebilir.	URL-10, Gönen (2008)
8	Yerçekimi, kütle ve ağırlık kavramlarını yanlış kullanma	URL-10, Keleş (2007)

Çalışmada literatürde var olan sorulardan yararlanılmasının nedeni, bu çalışmanın amacının kavram yanlışlarının giderilmesinde Haptic'in etkisinin belirlenmesi ve

çalışmayı gerçekleştiren araştırmacının alanının Fen olmamasıdır. Kavram anlama testi soruları literatürdeki mevcut sorulardan derlenerek ve ilköğretim Fen ve Teknoloji ders müfredatındaki uyarılar dikkate alınarak 7 açık uçlu, 1 çoktan seçmeli ve 1 boşluk doldurulmalı sorudan oluşturulmuştur (Ek 7).

Açık uçlu sorular, bireylerin fikirlerini kelime ya da cümlelerle yazarak ifade etmesini sağlayabilmesi nedeniyle çalışmada kullanılmıştır (Çepni, 2005). Boşluk doldurulmalı soru ise öğrencilerin yerçekimi, kütle ve ağırlık kavramlarını karşılaştırmalarını sağlamak ve öğrencilerin bu kavramları kavramasını daha iyi ölçebilmek amacıyla kullanılmıştır (URL-12). Böylece bireylerden, araştırılan konu hakkında ayrıntılı bilgi elde edinmenin mümkün olabileceği düşünülmüştür (Yıldırım ve Şimşek, 2005). Geliştirilen test öncelikle 30 kişilik bir gruba uygulanmıştır. Pilot çalışma soruların;

- Her bir öğrencide benzer çağrışımlar yapıp yapmadığını,
- Öğrenciler tarafından aynı şekilde anlaşılıp anlaşılmadığını,
- Öğrencilerin düzeylerine uygun olup olmadığını,

belirlemek amacıyla yapılmıştır. Pilot çalışmada, öğrencilerden her bir soruda kendilerinden ne istenildiğini ve sorunun cevabını ilgili sorunun altındaki boşluğa yazmaları istenmiştir. Bu doğrultuda elde edilen verilerden 1. soruyu 11, 2. soruyu 13, 3. soruyu 9, 5. ve 6. soruları 0, 7. soruyu 5, 8. soruyu 8 öğrencinin tam olarak açıklayamadıkları belirlenmiştir. 9. soruda ise öğrencilerin boşluklara hangi kavramları yazacakları konusunda tam bir çerçeve çizilmediğinden sorunlar yaşanmıştır. Elde edilen bu bulgular doğrultusunda kavramsal anlama test soruları tekrar ele alınmıştır. Öğrencilerin soruları daha iyi anlayabilmesi amacıyla sorular daha açık bir şekilde ifade edilmeye çalışılmıştır.

Kavramsal anlama testinde yer alan 4. soru (Ek 7) çoktan seçmeli bir soru olduğundan madde analizi yapılmıştır. Madde analizi ile her bir maddenin ayırt edicilik indeksi ve madde güçlüğü hesaplanmaktadır (Kalaycı vd., 2005). Bir testteki maddelerin ayırt edicilik gücü ne kadar yüksekse test o kadar geçerli kabul edilmekte ve ayırt edicilik gücü -1 ile $+1$ arasında değişmektedir (Kalaycı vd., 2005). Ayırt edicilik gücü $0,4$ 'ün üzerinde olan maddeler 'çok iyi'; $0,4 - 0,3$ arasında olan maddeler 'iyi'; $0,3 - 0,2$ arasında olan maddeler 'zorunlu hallerde kullanılabilir' veya 'düzeltilebilir' maddelerdir. Ayırt edicilik gücü $0,2$ 'den küçük olan maddeler ise kullanılmamalıdır (Kalaycı vd., 2005). Kavramsal anlama testinde yer alan 4. sorunun madde ayırt edicilik indeksini hesaplamak için öncelikle üst ve alt grup için testteki başarı durumlarına göre

8'er öğrenci alınmıştır. Soruyu üst gruptan 8, alt gruptan 7 öğrenci doğru olarak yanıtladığından ayırt edicilik gücü 0.125, madde güçlük indeksi ise 0.93 olarak bulunmuştur. Bu nedenle 4. soru testte eklenmemiştir.

Pilot çalışma sonuçlarına göre düzenlenen testin, asıl uygulamanın yapılacağı okuldaki öğrencilerin seviyelerine uygunluğunu tespit etmek amacıyla, çalışma grubunun Fen Bilgisi öğretmenlerinin görüşleri de alınmıştır. Son olarak uzman görüşlerine göre düzenlenen test 7 açık uçlu, 1 boşluk doldurmalı sorudan oluşacak şekilde düzenlenmiştir ve çalışma grubuna uygulanacak duruma getirilmiştir (Ek 8). Kavramsal anlama testi deney ve kontrol gruplarına ön test, son test ve izleme testi olarak uygulanmıştır. Test elden dağıtılarak uygulanmış ve öğrencilere yanıtlamaları için 40 dakika süre verilmiştir.

Kavramsal anlama testi 7 açık uçlu, 1 boşluk doldurmalı sorudan oluştuğu için testin güvenilirlik katsayısı hesabı yapılmamış, kapsam geçerliği sağlanmaya çalışılmıştır. Kapsam geçerliğini sağlamak için KTÜ, Fatih Eğitim Fakültesinde görevli 2 öğretim elemanı ve ilköğretimde çalışan iki fen ve teknoloji öğretmeni tarafından sorular incelenmiş ve görüşleri alınmıştır. Tablo 6'da kavram anlama testi geliştirilirken göz önünde bulundurulmuş kavramlar ve soruların oluşturulmasında yararlanılan kaynaklar verilmektedir.

Tablo 6. Kavram anlama testindeki soruların oluşturulmasında yararlanılan kaynaklar

Soru	Kavram	Kaynak
1	Yerçekimi, Ağırlık	Freeley (2007), Gönen (2008), Galili (1995)
2	Yerçekimi, Ağırlık	Freeley (2007)
3	Yerçekimi, Ağırlık	Freeley (2007)
4	Yerçekimi, Ağırlık	Freeley (2007)
5	Yerçekimi, Ağırlık	Freeley (2007)
6	Yerçekimi, Ağırlık	Dostal (2005)
7	Kütle	Gönen (2008)
8	Yerçekimi, Kütle, Ağırlık	Gönen (2008)

2.4.2. Gözlem

Araştırmalarda bireylerin yaptıkları ve söyledikleri arasında herhangi bir farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla gözlemlerden yararlanılmaktadır (Yıldırım ve Şimşek, 2006). Gözlem, bir ya da birden fazla kişinin gerçek hayat içinde olup bitenleri bir plan dâhilinde izlemesi ve kaydetmesi olarak ifade edilmektedir (Erden, 1998). Kişi veya

kişiler, araştırılan konu hakkında sözlü olarak bilgi vermiyorlarsa ve durumu açıklamakta güçlük çekiyorlarsa böyle durumlarda gözlem yapmak önemli olmaktadır.

Gözlem, davranışları doğrudan gözleyebilme, bireyleri bütün yönleriyle ve derinlemesine inceleyebilme olanağı sağlamaktadır (Keleş, 2007). Araştırmacı, çalışılan konuyla ilgili bireylerle uzun süreli olarak birlikte olduğu için deneklerle arasında biçimsel olmayan bir ilişki ortaya çıkmaktadır (Yıldırım ve Şimşek, 2006). Böylelikle araştırmacının daha gerçekçi sonuçlara ulaşması mümkün olmaktadır ve verilerin güvenilirliğini arttırmaktadır (Çepni, 2007).

Araştırmacının aktifliğine göre gözlemler katılımcı ve katılımcı olmayan gözlem olmak üzere ikiye ayrılmaktadır (Yin, 1994; Bogdan ve Biklen, 1998). Araştırmacının aktif olarak sürecin içinde yer aldığı gözleme katılımcı gözlem, araştırmacının gözlenen durumdan ayrı hareket ettiği gözlemler ise katılımcı olmayan gözlem olarak adlandırılmaktadır (Çepni, 2007). Katılımcı gözlemlerde araştırmacı araştırdığı grubun bir üyesi gibi davranır. Gözlediği kişilerin dünya görüşünü ve olaylara bakış açısını paylaşmaya çalışır (Nachmias ve Nachmias, 1981). Katılımcı olmayan gözlemler sırasında gözlem yapan kişi uygulamaları sadece izlemekle yetinerek kendisini olayların dışında tutmaya çalışır. Sınıfın arkasında durarak sessizce gözlemlerini yapar. Herhangi bir soru ile karşılaşması durumunda öğrencileri öğretmene yönlendirir ve gözlediği grupla göz temasından bile kaçınır (Cohen ve Manion, 1998).

Bu çalışmada araştırmacının kimliğinin, araştırma konu ve süresinin açıkça belli olması nedeniyle katılımcı olmayan gözlemlerden yararlanılmıştır (Çepni, 2007). Çalışmada uygulamalar sırasında kamera sabit bir noktaya yerleştirilerek video kayıtları alınmış, görüntüler tekrar tekrar izlenmiş ve süreçler ayrıntılı bir biçimde analiz edilmiştir. Gözlemlerde araştırmacının özellikle ilgisini çeken ya da kaydetmeyi planladığı davranışlar olmayabileceği düşünülerek çalışmada gözlem formları yerine gözlem sırasında alınan notlardan yararlanılmıştır. (Hovardaoğlu, 2000).

2.4.3. Çalışma Yaprakı

Çalışma yaprakları, öğrencilerin ne yapması gerektiğinin belirtildiği işlem basamaklarını içeren, bilgilerini kendi zihinlerinde kendilerinin kurmalarına yardım eden ve aynı anda bütün sınıfın verilen etkinliğe katılımını sağlayan önemli öğretim araçları olarak tanımlanmaktadır (Sands ve Özçelik, 1997; Kurt, 2002). Öğrencilerin öğrenme sürecine aktif olarak katılımını sağlayan çalışma yapraklarının, öğrencilerin sistematik bir

şekilde takip edilebilmesinde önemli faydalar sağladıkları belirtilmektedir (Atasoy, Akdeniz ve Başkan, 2007). Çalışma yapraklarının zaman kaybını ortadan kaldırdığı ve öğrencilere sorumluluk vererek az kabiliyetli ve motivasyonu düşük öğrenciler üzerinde etkili olduğu ifade edilmektedir (Dowdeswell, 1981). Çalışma yapraklarının öğrencilerin kavramları daha etkili bir şekilde zihinlerinde yapılandırmalarına yardım ettiğine yönelik sonuçlara da rastlanmaktadır (Hand ve Treagust, 1991; Demircioğlu, Akdeniz ve Demircioğlu, 2004).

Literatürde çalışma yapraklarının farklı yapısal özelliklere sahip olarak geliştirildiği görülmektedir (Hand ve Treagust, 1991; Demircioğlu vd., 2004; Gürses, 2006). Nitelikli çalışma yapraklarının geliştirilmesinde Kurt (2002) planlama, uygulama ve değerlendirme aşamalarını içeren bir model önermiştir. Bu aşamaları daha da geliştiren Demircioğlu ve Atasoy (2006) çalışma yapraklarının geliştirilmesinde ilk olarak konu ve amacın belirlenmesi, daha sonra çalışma yapraklarının düzenlenmesi ve son olarak gerekli değerlendirmelerin yapılarak eksikliklerin giderilmesi üzerinde durmaktadırlar.

Bu çalışmada D1 (Ek 1) ve D2 (Ek 2) deney grupları için yapılandırmacı öğrenme kuramına uygun iki farklı çalışma yaprağı geliştirilmiştir. Bunlar deney grubu öğrencilerinin gözlemlediklerini yorumlayarak genel kurallara ulaşılmasını sağlamak, Haptic ve simülasyonun kavram yanılgılarını gidermedeki etkisini daha iyi incelemek amacıyla kullanılmıştır. Çalışma yapraklarının geliştirilme sürecinde çalışma yapraklarının dayandığı öğrenme kuramlarının teorik temelleri dikkate alınmıştır.

Çalışma yaprakları, literatürdeki farklı çalışmalar ve <http://www.explorelearning.com> sitesinde yer alan çalışma yaprağı örnekleri göz önünde bulundurularak geliştirilmiştir ve uzmanlara gösterilmiştir. Uzmanların belirttikleri öneriler çerçevesinde çalışma yapraklarında gerekli değişiklikler yapıldıktan sonra 30 kişilik bir grupla pilot çalışma yapılmıştır. Pilot çalışmada öğrencilerin verilen yönergeleri belirlenen amaçlara uygun olarak anlayıp anlamadıkları tespit edilmeye çalışılmıştır. Ayrıca öğrencilerin çalışma yaprağındaki etkinlikleri ve değerlendirme sorularını ne kadar bir süre içerisinde yapabildikleri belirlenmeye çalışılmıştır. Pilot çalışma sonucunda, öğrencilerin bazı cümlelerdeki ifadeleri anlamadıkları belirlenmiştir. Bu nedenle cümleler öğrencilerin anlayabileceği şekilde açık olarak ifade edilmiştir.

Uzman görüşleri ve pilot çalışma sonucunda, çalışma yaprakları üç bölüm içerecek şekilde düzenlenmiştir. Birinci bölümde öğrencilerin ilgi ve dikkatlerini çekmek amacıyla bir karikatür kullanılmıştır. Kullanılan karikatürle öğrencilerin ön bilgilerinin daha etkili

bir şekilde ortaya çıkarılabilmesi ve daha etkili tartışma ortamlarının oluşturulması düşünülmüştür (Atasoy, 2008). Ayrıca yapılandırmacı öğrenme kuramı altında uygulanabilen araçlardan biri olması da kavram karikatürlerinden yararlanılmasında etkili olmuştur. İkinci bölümde, öğrencilerin bireysel yapacakları etkinliklere yer verilmiş ve bu etkinliklere dayalı sorular sorulmuştur. Etkinlikler, öğrencilerin simülasyon ve Haptic'le etkileşime geçerek yanılgılarını irdelemeleri ve zihinlerinde sorgulamalarına yardımcı olmak için hazırlanmıştır. Üçüncü bölümde ise öğrencilerin ikinci bölümde edindikleri bilgi ve deneyimlerden yola çıkarak yeni karşılaştıkları farklı durumları açıklamaları istenmiştir.

Çalışma yapraklarının uygulanmasında ise tüm öğrencilerin yazılımı, ortamda gerçekleşen etkileşimleri, değişimleri ve geri dönütleri rahatlıkla görebilmeleri için görüntüler projektörle tahtaya yansıtılmıştır. Her öğrenciye bir çalışma yaprağı verilmiştir. Öğrencilerin çalışma yapraklarında giriş, etkinlik ve değerlendirme aşamalarını takip ederek etkinlikleri gerçekleştirmeleri sağlanmıştır. Ayrıca, öğrencilerin bireysel olarak kendi çalışma yapraklarına düşüncelerini yazmaları istenmiştir. Uygulamalar toplam 2 ders saatinde tamamlanmıştır. Etkinliklerin yapılması ve ilgili soruların yanıtlanması için öğrencilere 70 dakikalık bir süre tanınmıştır.

2.4.4. Mülakatlar

Bireylerin araştırılan konu hakkındaki duygu, düşünce ve inançlarını ortaya çıkarmak amacıyla yapılan sözlü iletişim olarak tanımlanan mülakat metoduyla bireylerin neyi, ne sebeple düşündükleri belirlenebilmektedir (Merriam, 1988). Bu metot etkili bir şekilde yürütüldüğünde araştırmacıya konu hakkında çok önemli ve geniş bilgiler sağlayabilmektedir (Çepni, 2007).

Bu çalışmada, araştırma konusuna ilişkin ek bilgi almak, araştırmacının gözlediği olaylara ilişkin olası yanlış algılarını düzeltme ya da oluşturduğu yargıların doğruluğunu teyit etmek amacıyla mülakatlardan yararlanılmıştır. Araştırmacıya esneklik sağlaması nedeniyle, önceden hazırlanmış soruların mülakat sırasında değiştirilme ya da daha ayrıntılı açıklanmasına olanak sağlayan yarı yapılandırılmış mülakata başvurulmuştur (Drever, 1997; Çepni, 2005). Yarı yapılandırılmış mülakatlar, mülakata katılan bireylerin eksik cevaplandığı sorulara dönme ya da açık olmayan cevapları daha derinlemesine tartışma olanağı sunması nedeniyle tercih edilmiştir.

Çalışmada D1 (Ek 3), D2 (Ek 4), kontrol (Ek 5) ve öğrencilerin Fen ve Teknoloji öğretmenleri (Ek 6) için mülakat soruları geliştirilmiştir. Mülakatlar, yürütülmeden önce, katılımcılara yöneltilecek sorular önceden hazırlanmıştır. Bütün gruplara uygulanan son test sonuçlarına göre, D1, D2 deney ve kontrol gruplarından başarılı, orta ve başarısız olarak belirlenen 3'er öğrenciyle mülakatlar yapılmıştır. Tablo 7'de mülakatların yürütüldüğü öğrencilerin demografik özellikleri hakkında bilgiler verilmektedir.

Tablo 7. Mülakatların Yürütüldüğü Öğrencilerin Demografik Özellikleri

Katılımcı	Uygulama Yaptığı Grup	Cinsiyet	Son Test Puanı - Ön Test Puanı
H1	D1	Erkek	54.5
H2	D1	Kız	27.5
H3	D1	Erkek	9
S1	D2	Kız	50
S2	D2	Kız	24.5
S3	D2	Erkek	8.5
K1	Kontrol	Kız	53
K2	Kontrol	Kız	24.5
K3	Kontrol	Erkek	9.5

Araştırmacının öğretmen ve öğrencilerle yaptığı bireysel mülakatlar yaklaşık 45 dakikalık bir zaman dilimi içerisinde gerçekleştirilmiştir. Öğretmenlerle boş ders saatlerinde gerçekleştirilen mülakatlar; öğle aralarında yapılabilmektedir. Mülakatlar, okullarda boş bulunan fen laboratuvarlarında, öğretmen odalarında ya da sınıflarda gerçekleştirilmiştir. Çalışmada mülakatlarla öğrencilerin yapılan uygulamalar hakkındaki olumlu ve olumsuz düşünceleri tespit edilmeye çalışılmıştır. Böylelikle mülakatla elde edilecek yanılgıları gözlemlerle düzenlenmeye, gözlemlerle elde edilen verilere bakış açısı ve derinlik kazandırmaya çalışılmıştır.

2.4. Verilerin Analizi

Bu kısımda, çalışmada kullanılan kavramsal anlama testlerinden, mülakatlardan, gözlemlerden ve çalışma yapılarından elde edilen verilerin ne tür analizlere tabi tutulduğundan bahsedilmektedir.

2.4.1. Kavramsal Anlama Test Sonuçlarının Analizi

Öğrencilerin yerçekimi, kütle ve ağırlık kavramlarına ilişkin anlama seviyelerini incelemek amacıyla sorulan açık uçlu soruların analizinde Tablo 8’de görülen ölçütler göz önünde bulundurulmuştur. Buna göre öğrencilerin anlama seviyeleri “Tam Anlama, Kısmi Anlama, Kısmi Yanlış Anlama, Yanlış Anlama, Anlamama ve Yanıtsız” şeklinde altı ayrı seviyede değerlendirilmiştir (Keleş, 2007).

Çalışmayı yürüten araştırmacının alanı fen olmadığından, ön test, son test ve izleme test sonuçları, 2 farklı öğretmen tarafından ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Kavramsal anlama testi öğretmenler tarafından değerlendirilmeden önce ulusal ve uluslar arası yapılan yayınlarda yerçekimi, kütle ve ağırlıkla ilgili kavram yanlışlarından oluşan bir liste hazırlanmış ve değerlendirme sırasında öğretmenlerin göz önünde bulundurması amacıyla öğretmenlere verilmiştir. Değerlendirmeler sırasında öğretmenler öğrencilerin her bir soruya vermiş oldukları cevapları inceleyerek yukarıda belirtilen altı kategoriden hangisine uygun olduğunu belirlemişlerdir. Analizde deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin cevapları altı kategori temel alınarak üç ayrı tablo oluşturulmuştur. Tablolarda her bir soruya ilişkin kategorilerde kaç öğrencinin yer aldığına yönelik frekanslar belirtilmiştir. Öğrencilerde hâkim olan kavram yanlışları her bir sınıf için belirlenmiş ve gruplardaki öğrencilerde bu yanlışların tekrarlanma sıklıkları tablolar halinde gösterilmiştir. Ayrıca öğrencinin vermiş olduğu yanıtı bağlı olarak puan verilmiştir. Bu çalışmada puanlama yapılırken Özsevgeç’in (2007) çalışmasında dikkate aldığı puanlama sistemi göz önünde bulundurularak bir puanlama sistemi oluşturulmuştur. Her bir soruda, kategorilere göre verilen puanlar Tablo 9’da verilmektedir.

Tablo 8. Öğrencilerin kavramsal öğrenmelerini değerlendirmek amacıyla kullanılan kategoriler

Anlama Düzeyleri	Kısaltmalar	Açıklamalar
Tam Anlama	TA	Bilimsel olarak “Tam ve Doğru” kabul edilebilecek açıklamalar
Kısmi Anlama	KA	Bilimsel olarak “Doğru” kabul edilebilecek eksik açıklamalar
Kısmi Yanlış Anlama	KYA	Bilimsel olarak doğru kabul edilebilecek bilgilerle, yanlış bilgileri bir arada bulunduran açıklamalar
Yanlış Anlama	YA	Bilimsel olarak “Yanlış” ifadeler içeren açıklamalar
Anlamama	A	<ul style="list-style-type: none"> İlgisiz ya da anlaşılamayan açıklamalar Soruyu aynen tekrar etme
Yanıtız	Y	Boş bırakma

Tablo 9. Kavramsal anlama testindeki sorulara kategorilere göre verilen puanlar

Soru	Anlama Düzeyi	Puan	Soru	Anlama Düzeyi	Puan
1-5	TA	10	6-7	TA	15
	KA	Bir açıklama 6 İki açıklama 8		KA	Bir açıklama 10 İki açıklama 13
	KYA	Bir yanılığ 5 İki yanılığ 3		KYA	Bir yanılığ 8 İki yanılığ 5
	YA	0		YA	0
	A	0		A	0
	Y	0		Y	0

Öğrencilerin ön test, son test ve izleme testlerinden almış oldukları puanların gruplara ve cinsiyete göre değişip değişmediğini belirlemek amacıyla verilere istatistiksel analizler uygulanmıştır. Analizler için SPSS 16.0 paket programı kullanılmıştır. Çalışmada grupların ön test-son test puanları arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi kullanılmıştır. Gruplardaki öğrencilerin son test puanlarının cinsiyete göre dağılımlarında farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla son test puanlarına ayrıca Mann Whitney U-Testi uygulanmıştır. Grupların son test ve izleme testleri arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla verilere Wilcoxon işaretli sıralar testi uygulanmıştır. Kontrol ve deney gruplarının son test puanları arasında anlamlı farklılıklar olup olmadığını, cinsiyetin son test puanları üzerine etkisini belirlemek amacıyla ise grupların son test verileri ANCOVA’ya tabi tutulmuştur.

2.4.2. Mülakat Verilerinin Analizi

Mülakat verileri elektronik olarak araştırmacı tarafından transkript edilmiştir. Transkript haline getirilen veriler hakkında araştırmacı görüşlerini çift parantez içerisine yazarak, temaların oluşturulması sırasında n yargılarından uzak durmaya çalışmıştır. Araştırmacı görüşlerini çift parantez içerisine yazarak oluşturulacak temalara kendi yorumlarını eklememeye çalışmıştır. Ayrıca araştırmacının her bir katılımcıyla ilgili görüşleri, görüşme ve analiz süreçleri hakkındaki düşünceleri not edilmiştir. Böylelikle verilerin yorumlanması sırasından bu bilgilerden yararlanılmaya çalışılmıştır. Tüm bu çalışmalar sonrasında elde edilen ham veriler tekrar tekrar okunarak katılımcının belirtmek istediği görüşlerin ana teması belirlemeye yönelik ifadeler kullanılarak kodlamalara gidilmiştir. Kodlamalardan yapılan çıkarımlar sonucu katılımcının belirtmek istediği görüş bir iki kelimeyle özetlenecek şekle indirgenmiş ve temalar oluşturulmuştur (Miles ve Huberman, 1994). Oluşturulan temalar araştırma sorularına göre tabloladıştırılmıştır. Tabloların altında araştırmacı kendi gözlemlerinden ve bilgilerinden yararlanarak temaları yorumlamış ve doğrudan alıntılarla desteklemeye çalışmıştır (Miles ve Huberman, 1994).

ğretmenle yapılan mlaketlerden her bir araştırma sorusuna yönelik oluşturulan temalar, doğrudan alıntılarla desteklenerek açıklanmaya çalışılmıştır. Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerle yapılan mlaketlerden elde edilen verilerden araştırma sorularına yönelik olarak temalar oluşturulmuştur. Her bir araştırma sorusuna yönelik olarak katılımcıların verilerinden elde edilen temalar tablolarda sunulmuştur. Bu şekilde iki deney grubu ğrencilerinin fikirlerinin karşılaştırılması sağlanmaya çalışılmıştır. Tabloların altında, Haptic ve simülasyonla uygulama yapan öğrencilerin verilerinden oluşturulan temalara yönelik yorumlar yapılmıştır. Yapılan yorumları desteklemek için doğrudan alıntılara yer verilmiştir.

Çalışmanın inanılrlılığını sağlamak üzere farklı veri toplama araçlarından yararlanılarak yöntem üçgenlemesine yer verilmiştir. Ayrıca alışma süreci, elde edilen ham veriler çalışmaya katılan fen ve teknoloji öğretmeniyle birlikte tartışılmıştır. Çalışmanın güvenirliliğini sağlamak için de yöntem üçgenlemesine gidilmiş, araştırma sorularının açık ve anlaşılır olması amacıyla uzman görüşlerinden yararlanılmıştır. Bunun yanında izlenen yol okuyucuya açık bir şekilde aktarılmaya çalışılmıştır. Araştırmanın aktarılabilirliğini sağlamak ve deney gruplarını kendi aralarında daha iyi karşılaştırmak amacıyla gruplardan başarılı, orta ve başarısız olmak üzere 3'er ğrenci seçilmiştir.

Okuyucu mümkün olduğunca araştırma süreci detaylı olarak açıklanmaya çalışılmıştır. Doğrulanabilirlik kriterinin sağlanabilmesi için, işlenmemiş veriler, bulgular, yorum ve öneriler kayıt altına alınarak tekrar tekrar denetlenmiştir, izlenen yol okuyucuya açık olarak anlatılmış ve mülakat soruları okuyucuya sunulmuştur. Araştırmacının gözlemleri ve literatür bilgisi sadece verilerin yorumlanması aşamasında kullanılmıştır (Miles ve Huberman, 1994).

2.4.3. Gözlem Verilerinin Analizi

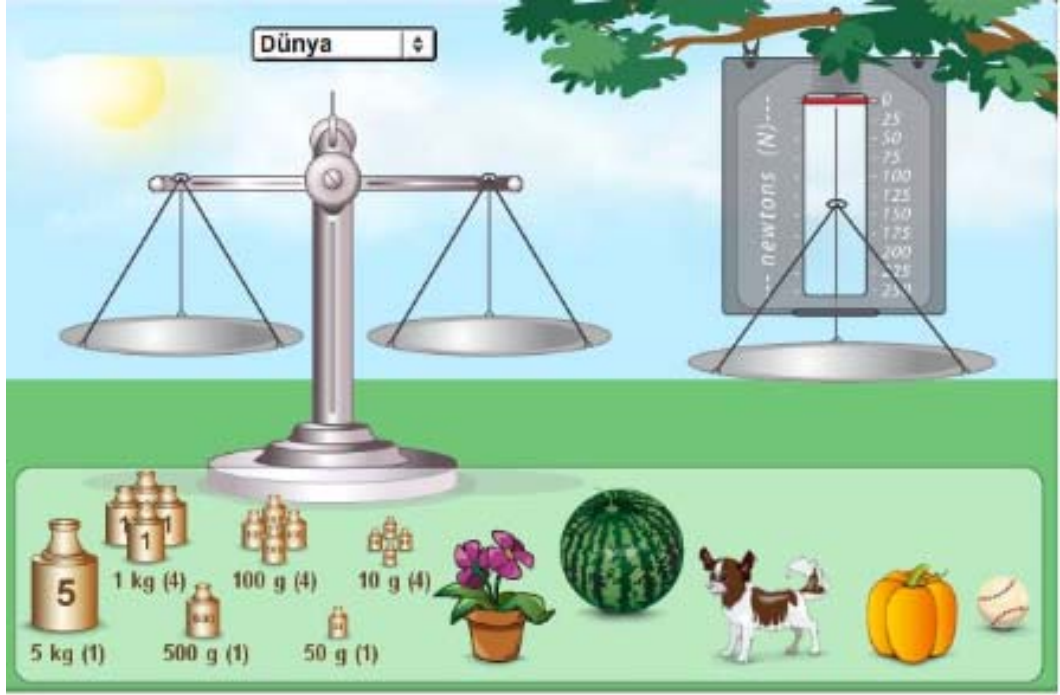
Gözlemler süresince öğrencilerin sınıf tartışmalarındaki ifadeleri, birbirleri ve öğretmenle olan diyalogları ve iletişimleri, çalışma yaprağına yönelik tutumları, etkinliklere katılımları, öğrenme ortamındaki davranışları gibi konular dikkate alınmıştır. Fakat özellikle D1 ve D2 deney gruplarında öğretmenin bilgisayar kullanımı konusunda yeterli bilgiye sahip olmaması nedeniyle uygulamalarda araştırmacının yer almıştır. Bu nedenle deney gruplarının gözlemlerinde sadece video kayıtlarından yararlanılmıştır. Bu durum da gözlem verilerinin sınırlı olmasına neden olmuştur.

2.4.4. Çalışma Yapraklarından Elde Edilen Verilerin Analizi

Çalışma yapraklarında deney gruplarındaki öğrencilerin uygulamalardan sonra yaptıkları tanımlamalar ya da yorumlar incelenmiş ve iki gruptaki öğrencilerin verileri karşılaştırılmıştır. Öğrencilerin çalışma yaprağının değerlendirme kısmındaki her bir soruya verdikleri yanıtlar Tablo 8’de (s. 56) verilen bilgilere göre gruplandırılmıştır. Her bir soruya ait bilgi eksiklikleri ve kavram yanılgıları belirlenmiştir.

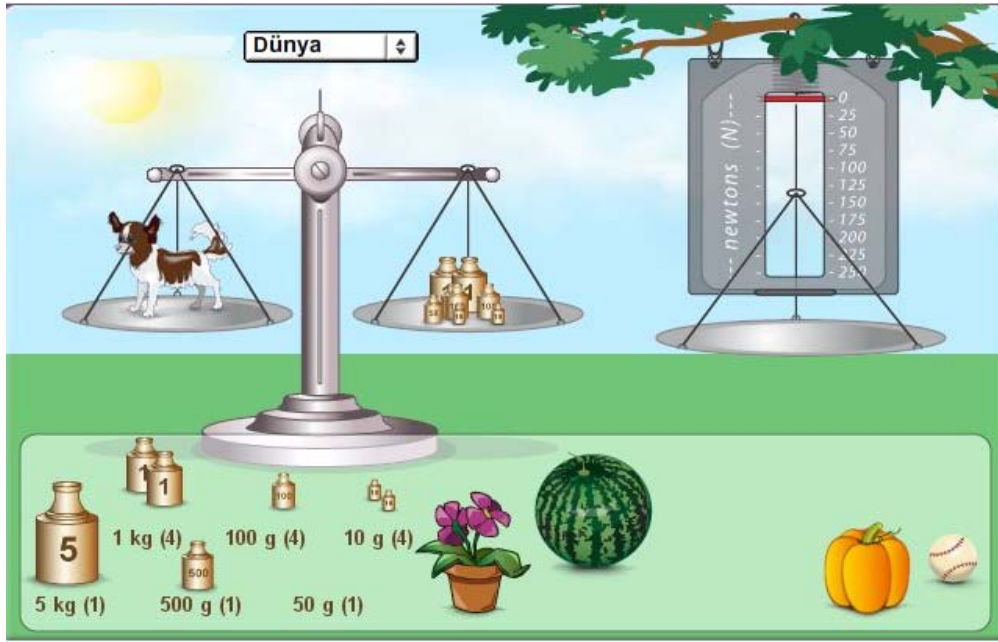
2.5. Çalışmada Kullanılan Simülasyon Arayüzü

Bu çalışmada D2 deney grubunda yapılan uygulamalarda Şekil 4’te arayüzü gösterilen simülasyon kullanılmıştır. Arayüzde; eşit kollu terazi, yaylı terazi, farklı kütleler, beş farklı nesne ve Dünya, Ay, Mars, Jüpiter ortamlarına geçişi sağlayan açılır liste bulunmaktadır. Arayüz kullanıcı ile etkileşimli olup, ortamda yapılan ölçüm sonuçları görsel olarak kullanıcıya sunulmaktadır. Kullanıcılara, farklı gezegenlerde ya da Ay’da cisimlerin kütle ve ağırlıklarını ölçülebilme fırsatı verilmektedir.



Şekil 4. Çalışmada kullanılan simülasyon arayüzü

Kullanıcı, arayüzdeki çiçek, kabak, karpuz köpek ya da topu eşit kollu terazinin sağ ya da sol kefesine yerleştirdikten sonra, kütleleri diğer kefeye deneme yanılma yoluyla yerleştirerek terazi kefeslerinin dengelenmesini sağlamaktadır (Şekil 5). Kefeler dengelendiğinde kütlelerin sayısal değerlerini toplayarak nesnenin kütlelerini hesaplayabilmektedir. Ayrıca farklı ortamlarda benzer ölçümleri tekrar ederek kütlelerin ortama göre değişmediğini anlayabilmektedir (Şekil 6).



Şekil 5. Simülasyondaki eşit kollu teraziye kullanarak kütle ölçülmesi

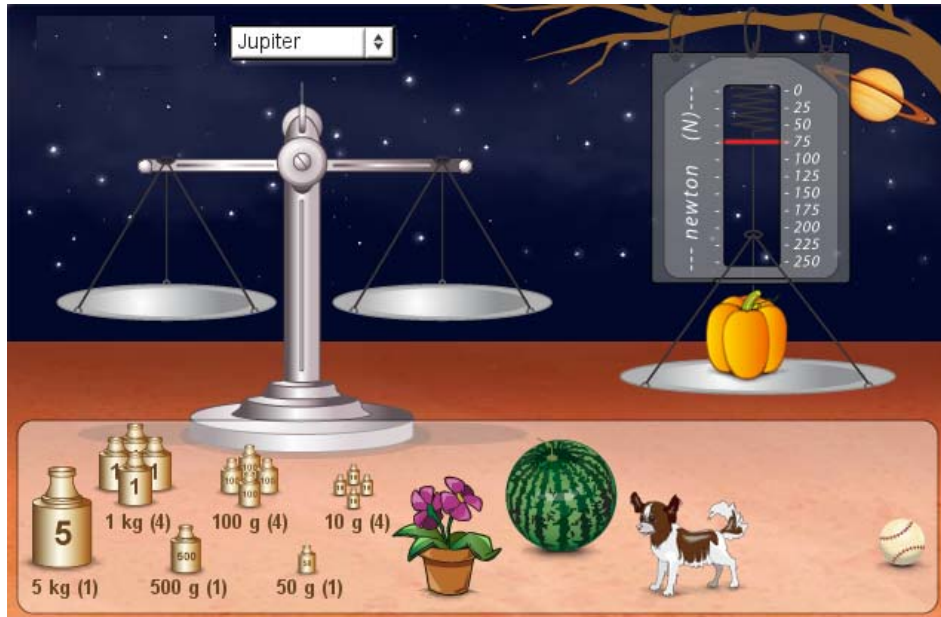


Şekil 6. Farklı ortamda kütle ölçümü

Kullanıcı, nesnelere yaylı terazinin kefesine yerleştirerek ağırlıklarını ölçebilmekte, farklı ortamlara geçiş yaparak ağırlığın değiştiğini gözlemleyebilmektedir (Şekil 7, Şekil 8).



Şekil 7. Simülasyondaki yaylı teraziye kullanarak ağırlığın ölçülmesi



Şekil 8. Farklı ortamda ağırlık ölçümü

2.6. Çalışmada Kullanılan Haptic Cihazı ve Simülasyon Arayüzü

Bu çalışmada kullanılan Haptic simülasyon özelliği gösteren bir yazılım ve kullanıcının sanal ortamdaki olayları hissedebilmesini sağlayan cihazdan oluşmaktadır. Simülasyon arayüzü yerçekimi, kütle ve ağırlık kavramlarına yönelik olarak hazırlanmıştır. Simülasyon arayüzü, günlük hayattan örnekler ele alınarak değil basit nesnelere göz önünde

bulundurularak tasarlanmıştır. Fakat öğrencilerin hedeflenen kavramları öğrenebilmeleri için yeterli etkileşimlere ve görsellere sahiptir.

Kullanılan Haptic'deki en önemli parça 3-boyutlu (x, y, z) gerçek ortamda kullanıcıya nesnelere hareket ettirebilme özelliğine sahip Haptic koludur (Karal ve Reisoğlu, 2009a). Haptic koluyla yapılan hareketler, fare ve klavyenin bilgisayarla iletişimine benzer şekilde bilgisayarlara aktarılmaktadır (Williams ve Michelitsch, 2003). Kol kalem şeklinde bir yapıya sahip olup 3-boyutlu ortamda kullanıcının verdiği kuvvet yönüne bağlı olarak kolaylıkla hareket ettirilebilmektedir (Şekil 9). Kullanıcı, kol yardımıyla sanal ortamdaki nesnelere konumlarını değiştirebilmekte ve ortamdaki değişimleri kol yardımıyla hissedebilmektedir (Şekil 10).

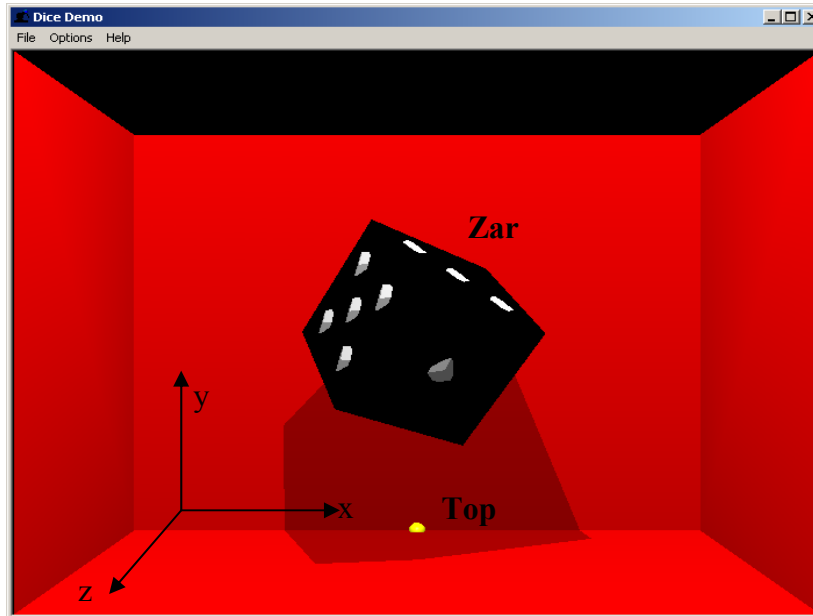


Şekil 9. Haptic cihazı



Şekil 10. Haptic ve Haptic kolu kullanılarak yapılan bir uygulama

Hapticin simülasyon arayüzünde, üç boyutlu ortamda bir zar ve top bulunmaktadır (Şekil 11). Haptic koluyla boşlukta yapılan tüm hareketler yazılım arayüzünde sarı renkli toplara simüle edilmiştir. Top, kolun yaptığı tüm hareketleri bilgisayar ekranında yine 3-boyutlu sanal ortamda eşzamanlı olarak yapabilmektedir. Kol ile simülasyondaki top modelinin konumu kullanıcının kola verdiği yöne göre değişmektedir.



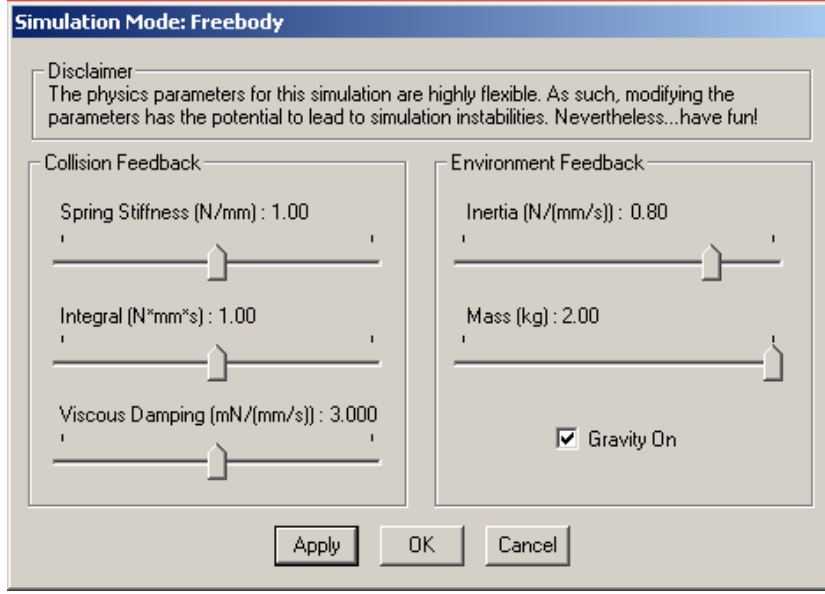
Şekil 11. Haptic'in simülasyon arayüzü

Haptic yazılımı gerçek ortamı simüle ederek, kullanıcı ile etkileşim sağlamaktadır. Kullanıcı Haptic kolunun hareketini aynen taklit eden top yardımıyla sanal ortamdaki zara çarpma, itme gibi etkiler uygulayabilmektedir. Bu etkiler eş zamanlı olarak Haptic kolu yardımıyla kullanıcıya gerçek dünyada aynen hissettirilmektedir ve bilgisayar ekranında görsel olarak da görüntülenmektedir (Şekil 12).



Şekil 12. Haptic tarafından öğrenci koluna kuvvet uygulanırken

Kullanıcı yazılım arayüzündeki Options menüsüne tıklayarak ekrana getirilen iletişim penceresi ile zar modelinin kütesini, ağırlığını, ortamdaki yerçekimi ivmesini değiştirebilmektedir (Şekil 13, Şekil 14). Kullanıcı ekrandaki zarı hareket ettirmek istediğinde, değişen kütle ve yerçekimine bağlı olarak kullanıcıya kuvvet uygulanmaktadır.



Şekil 13. Nesnelere ait özelliklerin değiştirilmesini sağlayan etkileşim penceresi



Şekil 14. Öğrenci etkileşim penceresini kullanırken

Yukarıda verilen bilgiler ışığında uygulamalar yapılırken öğrencilerden öncelikle yerçekiminin olmadığı ortamda zarı hareket ettirmeleri istenmiştir. Öğrencilerin, zarı hareket ettirirken neler hissettiklerini öğrenmek amacıyla “Neler oldu? Neler hissettin?” şeklinde sorular sorulmuştur. Bir sonraki uygulamada ortama yerçekimi uygulanmıştır ve öğrencilere “Şimdi neler hissettin? Önceki uygulamada hissettiklerinle bu uygulamada hissettiklerinin arasında fark var mı? Oluşan farkın nedeni sence ne olabilir?” soruları

solunmuştur. Öğrencilerden “Oluşan fark yerçekiminden kaynaklanmaktadır.” cevabı alındıktan sonra hissettiklerine göre yerçekimini tanımlamaları istenmiştir.

Haptic’i kullanarak kütlenin değişmediğini öğrencilere gösterebilmek için ortamdaki yerçekimi değiştirilerek öğrencilere zarin şeklinde bir değişme olup olmadığı sorulmuştur. Öğrencilerden “Değişmedi.” yanıtı geldiğinde, bu sonuçtan ne anlamaları gerektiği sorulmuştur. Öğrencilerden kütlenin tanımıyla birlikte kütlenin farklı ortamlarda değişmediği yanıtı geldiğinde diğer uygulamaya geçilmiştir.

Ağırlık kavramıyla ilgili uygulamadan önce öğrencilerden ağırlığı tanımlamaları istenmiştir. Bu uygulamada öncelikle yerçekimi olan ortamda cismin kütlesi değiştirilmiş ve öğrencilere ne hissettikleri sorulmuştur. İkinci olarak kütle biraz daha arttırılmıştır ve öğrencilere tekrar neler hissettikleri sorulmuştur. Üçüncü olarak kütle ve yerçekimi değiştirilmiş ve öğrencilere neler hissettikleri sorulmuştur. Son olarak yerçekimi ve kütle tekrar arttırılmış ve öğrencilere hissettiklerine bağlı kalarak ağırlığı nasıl tanımlayabilecekleri sorulmuştur. Öğrencilerden “Ağırlık kütle ve yerçekimine bağlı olarak değişir.” cevabı alındığında, yerçekimi ve ağırlık arasındaki farkı açıklamaları istenmiştir.

Haptic’le yapılan uygulamaların amaçlarından biri de öğrencilerin, farklı gezegenlerdeki yerçekimi değişimlerini Haptic’le uygulama yaparak öğrenmeleri sağlanmaya çalışmaktır. Uygulamadan önce öğrencilere, ortamdaki yerçekiminin değişeceği fakat arka planda değişme olmayacağı söylenmiştir. Daha sonra yerçekiminin Jüpiter’de daha fazla olduğunu hissetmelerini sağlamak için ortamdaki yerçekimi arttırılmıştır. Öğrencilere bu değişimden sonra ne hissettikleri sorulmuştur. Dünya’daki yerçekiminin Jüpiter’den az olduğunu hissetmelerini sağlamak için ortamdaki yerçekimi azaltılmıştır ve tekrar öğrencilere ne hissettikleri sorulmuştur. Son olarak yapılan açıklamalara bağlı kalarak Dünya ve Jüpiter’in yerçekimini kıyaslayarak oluşan farkın nedenlerinin neler olabileceğini açıklamaları istenmiştir.

Dünya ve Jüpiter’deki yerçekimi farkını öğrencilerin çoğunun anladığı kanısına varıldıktan sonra ortamın yerçekimi Mars’ın yerçekimine göre ayarlanmıştır. Öğrencilere önceki uygulamada olduğu gibi öncelikle Mars’taki yerçekimi hissettirilmiştir. Daha sonra ortamın yerçekimi, Jüpiter ve Dünyanın yerçekimine göre ayarlanarak, öğrencilere zarin hareket ettirmek istediklerinde neler hissettikleri sorulmuştur. Son olarak üç gezegendeki yerçekimini kıyaslamaları istenmiştir. Benzer adımlar, Dünya ve Ay’daki yerçekimini kıyaslama amaçlı yapılan uygulamada da takip edilmiştir.

3. BULGULAR

Bu bölümde, Haptic'in simülasyon, düz anlatım ve soru cevap yöntemlerine göre kavram yanlışlarını gidermedeki etkililiğini ortaya çıkarmak için yapılan son test ve izleme testlerinden elde edilen bulgulara yer verilmiştir. Uygulamalar sırasında öğrencilere dağıtılan çalışma yapraklarından ve yapılan gözlemlerden elde edilen bulgulardan bahsedilmiştir. Son olarak, öğretmen ve öğrencilerin görüşlerini almak amacıyla yapılan mülakatların analizi sonucunda oluşturulan temalar sunulmuştur.

3.1. Uygulamalardan Sonra Kavramsal Anlama Test Sonuçlarındaki Değişimler

Yapılan uygulamalardan sonra öğrencilerin kavram yanlışlarındaki değişimleri belirlemek amacıyla her gruba kavramsal anlama testi son test olarak uygulanmıştır. Elde edilen verilerle, ön test verileri arasında akademik başarı açısından anlamlı bir farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla son test verilerine de her bir grup göz önünde bulundurularak İstatistiksel analizler uygulanmıştır. Tablo 10 deney ve kontrol gruplarının son test ve ön test verilerine uygulanan Wilcoxon İşaretli Sıralar Test sonuçlarını vermektedir.

Tablo 10. Gruplardaki öğrencilerin uygulama öncesi ve sonrası başarı puanlarının Wilcoxon işaretli sıralar testi sonuçları

D1	Son Test- Ön Test	n	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	z	p
	Negatif Sıra	1	6.00	6.00	4.575	.000
Pozitif Sıra	28	15.32	429.00			
Eşit	0					
Kontrol	Son Test- Ön Test	n	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	z	p
	Negatif Sıra	4	13.50	54.00	4.163	.000
Pozitif Sıra	30	18.03	541.00			
Eşit	0					
D2	Son Test- Ön Test	n	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	z	p
	Negatif Sıra	5	4.40	22.00	4.012	.000
Pozitif Sıra	22	16.18	356.000			
Eşit	0					

Haptic'le uygulama yapılan D1 grubunun son test ve ön test puanlarına uygulanan analizlerde $z=4.575$, $p<0.05$, kontrol grubu puanlarının analizlerinde $z=4.163$, $p<0.05$ ve simülasyonla uygulama yapılan D2 grubunun puanlarının analizlerinde $z=4.012$, $p<0.05$ bulunmuştur. Fark puanlarının sıra ortalaması ve toplamları dikkate alındığında, gözlenen farkın bütün gruplarda pozitif sıralar yani son test lehine olduğu görülmektedir. Başka bir deyişle gruplar ön teste göre ilerleme göstermişlerdir.

Gruplardaki öğrencilerin son test puanlarının cinsiyete göre dağılımlarında farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla son test puanlarına ayrıca Mann Whitney U-Testi uygulanmıştır. Tablo 11 analiz sonuçlarını yansıtmaktadır.

Tablo 11. Gruplardaki öğrencilerin cinsiyete göre başarı puanlarının Mann Whitney U-testi sonuçları

D1	Cinsiyet	n	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	p
	Kız	14	14.46	202.50	97.50	.743
Erkek	15	15.50	232.50			
Kontrol	Cinsiyet	n	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	p
	Kız	23	20.22	465.00	64.00	.021
Erkek	11	11.82	130.00			
D2	Cinsiyet	n	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	p
	Kız	12	17.08	205.00	53.00	.071
Erkek	15	11.53	173.00			

Tablo 11'e göre Haptic'le uygulama yapan D1 deney grubunun son test verilerinin analizi sonucunda $U=97.50$ ve $p=0.743$ bulunmuştur. Elde edilen bulgular, Haptic'le yapılan uygulamanın cinsiyete göre başarıyı etkilemediğinin bir göstergesidir. Oluşan sonucun, Haptic'in görsel, dokunsal ve etkileşim özelliklerinin her iki cinsiyete hitap etmesiyle ortaya çıkmış olabileceği düşünülmektedir.

Kontrol grubunun son test verilerinin sonucunda ise $U=64.00$, $p<.05$ olarak bulunmuştur. Bu değerler kontrol grubunda kız ve erkek öğrencilerin son testte başarıları arasında fark olduğunu açığa çıkarmaktadır. Kız ve erkek öğrencilerin sıra toplamları arasındaki farkın da yüksek olmasına bağlı olarak kız öğrencilerin düz anlatım, soru cevap yöntemlerinin kullanıldığı derslerde daha başarılı olduğu söylenebilir.

D2 grubunun analizlerinde ise $U=53.00$, $p>.071$ elde edilmiştir. D2 deney grubu öğrencilerinin başarıları da cinsiyete göre değişmemektedir. Buna göre simülasyonun görsel ve etkileşim özelliklerinin her iki cinsiyete hitap edebildiği düşünülebilir.

Kavram yanlışlarını tespit etmek ya da var olan yanlışların giderilip giderilmediğini belirlemek amacıyla kullanılan kavramsal anlama testlerinden elde edilen verilerin Tablo 8’de (s. 56) verilen kategoriler dikkate alınarak incelenmesi ve analiz edilmesi gerekmektedir. Aksi takdirde yapılan uygulamaların kavram yanlışlarını giderme konusunda etkililikleri hakkında sonuçlar oluşturmak ya da yorumlamalar yapmak doğru olmayacaktır. Bu nedenle son test verilerine kavram yanlışlarını belirlemeye yönelik analizler uygulanmıştır. Tablo 12, D1 deney grubundaki öğrencilerin ön ve son test verilerinin Tablo 8’de (s. 56) verilen kategorilere göre frekans ve yüzde dağılımını göstermektedir.

Tablo 12. D1 grubunun ön test ve son test verilerinin kategorilere göre dağılımları

Soru	TA <i>f</i>		KA <i>f</i>		TA+KA <i>f</i>		KYA <i>f</i>		YA <i>f</i>		KYA+YA <i>f</i>		A <i>f</i>		B <i>f</i>		A+B <i>f</i>	
	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S
1	4	15	10	4	14	19	5	3	9	6	14	9	0	1	1	0	1	1
2	0	14	6	4	6	18	2	0	4	5	6	5	2	4	15	2	17	6
3	0	2	17	22	17	24	0	2	6	1	6	3	5	2	1	0	6	2
4	3	17	13	7	16	24	2	3	2	2	4	5	3	0	6	0	9	0
5	11	15	6	4	17	19	3	4	2	1	5	5	5	4	2	1	7	5
6	5	10	9	5	14	15	0	4	7	3	7	7	4	6	4	1	8	7
7	7	13	3	4	10	17	1	2	11	1	12	3	5	5	2	4	7	9

Ö: Ön Test

S:Son Test

Tablo 12’deki veriler incelendiğinde, deney grubundaki öğrencilerin bütün soruların tam ve kısmi anlama kategorilerinde sayılarının arttığı görülmektedir. Bu bakımdan Haptic’in öğrencilerin farklı ortamlarda cisimlerin ağırlıklarının değişmesinin yerçekiminden kaynaklandığını, cisimlerin kütlelerinin yerçekimine bağlı olarak değişmediğini öğrenmelerinde etkili olduğu söylenebilir. Haptic’in daha az ya da çok yerçekimi olan ortamlarda öğrencilerin ellerine kuvvet uygulamasının olumlu etkisinden bahsedilebilir. Değişen yerçekimine bağlı olarak öğrencilerin ellerine farklı oranlarda kuvvet uygulanmasına rağmen ekrandaki zarın madde miktarında bir değişme olmamasının da öğrencilerin kütlelerin değişmeyen madde miktarı olduğunu anlamalarına yardımcı olduğu düşünülebilir. Öğrencilerin 5. ve 6. sorulardaki artışları diğer sorulara nazaran daha az olmuştur. Bu durum, Haptic’in ekvator ve kutuplardaki yerçekimi farkını görsel olarak

yansıtılmamasının bir sonucu olabilir. Öğrencilerin ön testteki kavram yanlışlarının frekansları dikkate alındığında, son testte 1., 2., 3. ve 7. sorularda kavram yanlışlarının azaldığı belirlenmiştir. 5. ve 6. sorularda ise sayının değişmediği anlaşılmıştır. Söz konusu durum ön testte kavram yanlışlığı olmasına rağmen bu soruları yanıtlayamayan ve uygulamalar sırasında da var olan kavram yanlışlıklarını düzeltemeyen öğrencilerin son testte kavram yanlışlarının ortaya çıkmasının sonucudur. 4. sorunun ön test ve son test frekanslarına bakıldığında ise soruyu boş bırakan ya da ilgisiz cevap veren öğrencinin olmadığı belirlenmiştir. Yalnız, kavram yanlışlığı olan öğrenci sayısı 4'ten 5'e yükselmiştir. Bu olumsuzluk, ön testte kavram yanlışlığı olup da soruyu boş bırakan öğrencilerden birinin yanlışlığını uygulama sonrasına kadar taşımasından kaynaklandığı belirlenmiştir. 8. soruda ise her öğrenci yaklaşık olarak 8 boşluktan 7'sine uygun kavramları yazmıştır. Öğrenciler son testte de soruları yanıtsız bırakmış ya da ilgisiz cevaplar vermişlerdir. Bu öğrencilerin sayılarının ön teste nazaran az olmasına rağmen istenilmeyen bir sonuçtur. Fakat mevcut sorunun, çalışma sonuçlarının derslerde sürekli notla pekiştireç verilen öğrencilere not olarak geri dönmemesinden kaynaklandığı ve bu nedenle öğrencilerin testleri cevaplamadaki ciddiyetlerinde azalma görülmesine neden olduğu düşünülmektedir.

Haptic'in cinsiyete göre son testlerdeki ilerleme ve gerilemelerdeki etkisini tespit etmek amacıyla bütün sorular için oluşturulan kategorilerin son test frekanslarından ön test frekansları çıkarılmıştır. Böylelikle kız ve erkek öğrencilerdeki gerileme ve ilerlemelerin de daha iyi görülebileceği düşünülmüştür. Buradaki negatif ifadeler mevcut durumun ön teste göre azaldığını yansıtmaktadır. Tablo 13 yapılan analiz sonuçlarını göstermektedir.

Tablo 13. D1 grubunun cinsiyete göre son testteki gelişimi

Soru	TA		KA		TA+KA		KYA		YA		KYA+Y A		A		B		A+B	
	K	E	K	E	K	E	K	E	K	E	K	E	K	E	K	E	K	E
1	7	4	-4	-2	3	2	-1	-1	-1	-2	-2	-3	0	1	-1	0	-1	1
2	5	9	1	-3	6	6	-1	-1	0	1	-1	0	0	2	-5	-8	-5	-6
3	0	2	4	1	4	3	2	0	-4	-1	-2	-1	-1	-2	-1	0	-2	-2
4	6	8	-1	-5	5	3	0	1	-1	1	-1	2	0	-3	-4	-2	-4	-5
5	4	0	-3	1	1	1	2	-1	1	-2	3	-3	-3	2	-1	0	-4	2
6	3	2	-1	-3	2	-1	2	2	-1	-3	1	-1	0	2	-3	0	-3	2
7	4	4	-2	1	2	5	2	-1	-5	-5	-3	-6	0	0	1	1	1	1

Kız ve erkek öğrencilerin son test frekanslarından ön test frekansları çıkarıldığında, kız öğrencilerin sayılarının 1., 3., 4. ve 6. sorularda tam ve kısmi anlama kategorilerinin toplamında erkek öğrencilerden az olduğu görülmektedir. Erkek öğrenciler ise sadece 7.

soruda tam ve kısmi anlama kategorilerinde kız öğrencilere göre daha fazla ilerleme göstermiştir. Kavram yanlışlarının giderilmesine bakıldığında ise 1., 5. ve 6. sorularda erkek öğrencilerde kız öğrencilere nazaran daha fazla kavram yanlışlarının giderildiği görülmüştür. 2., 3. ve 4. sorularda, kız öğrencilerde kavram yanlışlarının daha çok giderildiği tespit edilmiştir. Kız öğrencilerin 5. soruda, erkek öğrencilerin ise 6. soruda kavram yanlışlarında artış görülmesinin ise ön testte kavram yanlışlığı olup da soruyu boş bırakan öğrencilerin yanlışlarını uygulama sonrasına kadar taşımalarından kaynaklanmıştır. Bu da bazı öğrencilerin testteki soruları ciddiye almamasının bir sonucu olarak gösterilebilir. 8. soruda, her erkek öğrenci 4 boşluğa, her kız öğrenci de 3 boşluğa uygun kavramı yazmıştır. Soruları boş bırakma ya da ilgisiz cevaplama, erkek öğrencilerin frekanslarının kız öğrencilere nazaran daha çok olduğu tespit edilmiştir. Kız ve erkek öğrencilerden elde edilen veriler ve öğrenci sayıları genel olarak değerlendirildiğinde erkek öğrencilerin kızlara göre daha bilimsel cevap verdikleri belirlenmiştir. Fakat aralarındaki fark çok büyük değildir. Farkın çok fazla olmaması Haptic'in görsel, dokunsal ve etkileşim özelliklerinin her iki cinsiyete hitap etmesinin bir sonucu olduğu düşünülebilir.

Kontrol grubundaki öğrencilerin ön test-son test puanları arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını tespit etmek için benzer analizler bu grubun verilerine de uygulanmıştır. Tablo 14 analiz sonuçlarını göstermektedir.

Tablo 14. Kontrol grubunun ön test ve son test verilerinin kategorilere göre dağılımları

Soru	TA <i>f</i>		KA <i>f</i>		TA+KA <i>f</i>		KYA <i>f</i>		YA <i>f</i>		KYA+YA <i>f</i>		A <i>f</i>		B <i>f</i>		A+B <i>f</i>	
	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S
1	7	8	11	15	18	23	2	4	14	6	16	10	0	1	0	0	0	1
2	4	16	5	4	9	20	0	0	5	5	5	5	5	4	15	5	20	9
3	2	3	22	24	24	27	2	1	4	5	6	6	3	1	1	0	4	1
4	14	24	7	3	21	27	0	0	11	4	11	4	2	0	0	3	2	3
5	11	13	15	13	26	26	2	1	4	5	6	6	0	1	2	1	2	2
6	6	10	9	14	15	24	2	1	11	7	13	8	5	2	1	0	6	2
7	7	21	5	2	12	23	1	0	12	9	13	9	2	2	7	0	9	2

Kontrol grubunda tüm sorularda bilimsel gerçeklere uygun açıklamalar yapan öğrenci sayısında artma görülmüştür. 1., 4., 6. ve 7. sorularda kavram yanlışları içeren açıklamaların azaldığı tespit edilmiştir. 8. soruda ön testte her öğrenci 5 boşluğa uygun kavramları yazarken, son testte bu sayı 7'ye yükselmiştir. Bu nedenle düz anlatım yönteminin de kavram yanlışlarını gidermede etkili olduğu söylenebilir.

Düz anlatım yönteminin cinsiyete göre kavram yanılgılarını gidermedeki etkililiğini belirlemek amacıyla deney grubundaki kız ve erkek öğrencilerin son test ve ön test puanları karşılaştırılmıştır. Son testlerdeki ilerleme ve gerilemeleri tespit edebilmek amacıyla bütün sorular için oluşturulan kategorilerin son test frekanslarından ön test frekansları çıkarılmıştır. Tablo 15 kız ve erkek öğrencilerin ön teste göre durumlarını göstermektedir. Tablodaki pozitif ifadeler mevcut durum hakkındaki artışları, negatif ifadeler azalışları, 0 ise değişimin olmadığını ifade etmektedir.

Tablo 15. Kontrol grubunun cinsiyete göre son testteki gelişimi

Soru	TA		KA		TA+KA		KYA		YA		KYA+YA		A		B		A+B	
	K	E	K	E	K	E	K	E	K	E	K	E	K	E	K	E	K	E
1	0	1	4	0	4	1	1	1	-5	-3	-4	-2	0	1	0	0	0	1
2	11	1	-1	0	10	1	0	0	-2	2	-2	2	-1	0	-7	-3	-8	-3
3	0	1	3	-1	3	0	-1	0	1	0	0	0	-2	0	-1	0	-3	0
4	7	3	-2	-2	5	1	0	0	-3	-4	-3	-4	-2	0	0	3	-2	3
5	3	-1	-1	-1	2	-2	-1	0	-1	2	-2	2	1	0	-1	0	0	0
6	2	2	5	0	7	2	-1	0	-3	-1	-4	-1	-3	0	0	-1	-3	-1
7	11	3	-1	-2	10	1	-1	0	-3	0	-4	0	0	0	-6	-1	-6	-1

Tablo incelendiğinde kız öğrencilerin ön teste göre bütün sorularda tam ve kısmi anlama frekanslarındaki artışları dikkat çekmektedir. Erkeklerde ise bazı sorularda gerilemeler görülmüştür. Kısmi yanlış anlama ve yanlış anlama kategorileri incelendiğinde ise kız öğrencilerin ön test verilerine göre, 3. ve 4. sorular dışındaki bütün sorulardaki kavram yanılgılarında erkek öğrencilere göre daha fazla düzelmeler meydana gelmiştir. Erkek öğrencilerin ise ön teste göre kavram yanılgılarında artma olmuştur. Bu olumsuz durum ön testte soruları genellikle boş bırakan öğrencilerin yanılgılarını devam ettirmelerinden kaynaklandığı belirlenmiştir. 8. soru dikkate alındığında ise her erkek öğrencinin 4, her kız öğrencinin de 3 boşluğa uygun kavramları yerleştirdikleri belirlenmiştir. Bütün veriler incelendiğinde ise düz anlatım ve soru cevap yöntemlerinin kız öğrencilerin kavram yanılgılarını değiştirmede çok daha fazla etkili olduğu söylenebilir.

D2 deney grubunda simülasyonun kavram yanılgılarını değiştirmedeki etkililiğini belirlemek için ön test ve son test verileri karşılaştırılmıştır. Tablo 16 ön test ve son test verilerinin kategorilere dağılımı gösterilmektedir.

Tablo 16. D2 deney grubunun ön test ve son test verilerinin kategorilere göre dağılımları

Soru	TA <i>f</i>		KA <i>f</i>		TA+KA <i>f</i>		KYA <i>f</i>		YA <i>f</i>		KYA+YA <i>f</i>		A <i>f</i>		B <i>f</i>		A+B <i>f</i>	
	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S
1	6	7	7	17	13	24	3	0	7	2	10	2	1	1	3	0	4	1
2	4	2	5	11	9	13	0	4	5	5	5	9	2	1	11	4	13	5
3	0	1	14	19	14	20	1	0	5	2	6	2	4	1	3	4	7	5
4	1	10	12	10	13	20	2	2	4	5	6	7	1	0	7	0	8	0
5	5	10	8	16	13	26	0	0	5	1	5	1	2	0	7	0	9	0
6	7	7	2	3	9	10	0	0	10	10	10	10	3	3	5	4	8	7
7	4	10	10	6	14	16	0	1	6	6	6	7	2	2	5	2	7	4

Tablo 16 incelendiğinde, soruların tam ve kısmi anlama kategorilerinin toplamının son testte arttığı görülmektedir. Bu durumda, simülasyonda farklı gezegenlere geçişler yapılarak ortamdaki nesnelere kütlelerinin ve ağırlıklarının ölçülebilmesinin yerçekimi, kütle ve ağırlık kavramlarını somutlaştırdığı ifade edilebilir. Öğrencilerin ağırlığın farklı gezegenlerde değiştiğini, kütle ise değişmeyen madde miktarı olduğunu öğrenmelerini sağladığı düşünülebilir. Tabloda, kısmi yanlış anlama ve yanlış anlama kategorilerinin toplamına bakıldığında 2., 4. ve 7. sorularda son testte artışlar belirmektedir. Oluşan olumsuzluk, 2., 4. ve 7. sorularda ön testte anlamama ya da boş kategorilerinde olan öğrencilerin, son testte kısmi yanlış anlama ve yanlış anlama kategorilerine kaymasının bir sonucudur. Bu durum, ön testte sorulara ilgisiz cevap veren ya da boş bırakan öğrencilerin son testte de yanlışlarını devam ettirdiğini göstermektedir. Ayrıca çalışma sonuçlarının derslerde sürekli notla pekiştireç verilen öğrencilere not olarak geri dönmemesinin, öğrencilerin testleri cevaplamadaki ciddiyetlerinde azalma görülmesine neden olmuştur.

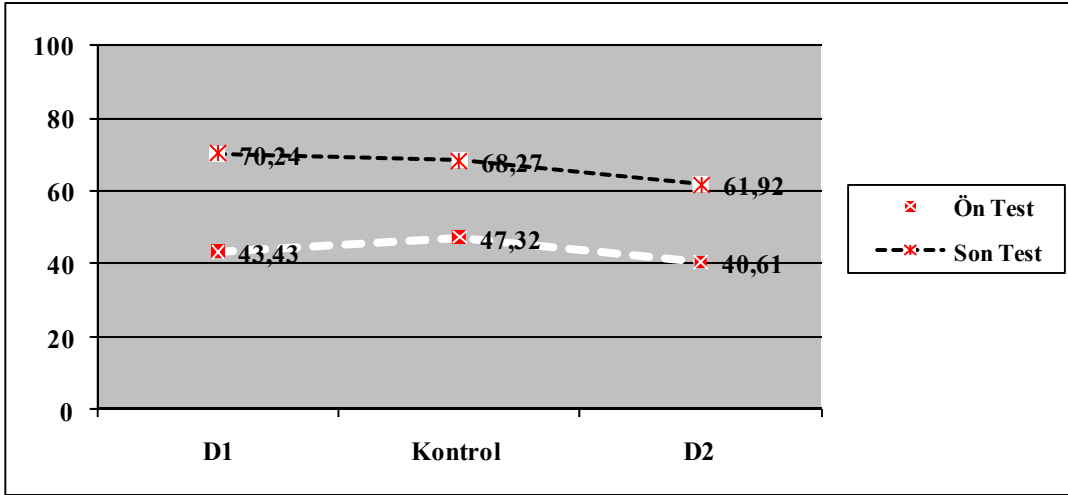
D2 grubundaki kız ve erkek öğrencilerin kavram yanlışlarını belirlemek için öğrencilerin son test ve ön test puanları karşılaştırılmıştır. Son testlerdeki ilerleme ve gerilemeleri tespit edebilmek amacıyla bütün sorular için oluşturulan kategorilerin son test frekanslarından ön test frekansları çıkarılmıştır. Böylelikle kız ve erkek öğrencilerdeki gerileme ve ilerlemelerin de daha iyi görülebileceği düşünülmüştür. Tablo 17 yapılan analiz sonuçlarını göstermektedir. Tablodaki pozitif ifadeler mevcut durum hakkındaki artışları, negatif ifadeler azalışları, 0 ise değişimin olmadığını ifade etmektedir.

Tablo 17. D2 grubunun cinsiyete göre son testteki gelişimi

Soru	TA		KA		TA+K A		KYA		YA		KYA+Y A		A		B		A+B	
	K	E	K	E	K	E	K	E	K	E	K	E	K	E	K	E	K	E
1	1	0	5	5	6	5	-3	0	-3	-2	-6	-2	1	-1	-1	-2	0	-3
2	0	-2	5	1	5	-1	2	2	-1	1	1	3	0	-1	-6	-1	-6	-2
3	1	0	2	3	3	3	0	-1	-3	0	-3	-1	-1	-2	1	0	0	-2
4	7	2	-4	2	3	4	-1	1	0	1	-1	2	-1	0	-1	-5	-2	-5
5	2	3	4	4	6	7	0	0	-2	-2	-2	-2	0	-2	-4	-3	-4	-5
6	2	-2	0	1	2	-1	0	0	0	0	0	0	-1	1	-1	0	-2	1
7	4	2	-2	-2	2	0	0	1	0	0	0	1	0	0	-2	-1	-2	-1

Tablo 17’de tam ve kısmi anlama kategorilerinin toplamına bakıldığında kız öğrencilerin 1., 2., 6. ve 7. sorularda erkeklere göre daha fazla ilerleme gösterdikleri anlaşılmaktadır. Erkeklerin ise 4. ve 5. sorularda kız öğrencilere göre daha fazla ilerledikleri görülmektedir. Fakat erkek öğrencilerin 2. ve 6. sorularda tam anlama kategorilerinde azalmalar görülmüştür ve öğrenciler anlamama ve kısmi yanlış anlama kategorilerine kaydığı belirlenmiştir. Oluşan olumsuz durum simülasyon arayüzünde yerçekimsiz ortamın görsel olarak verilememesinden kaynaklanabilir. Kavram yanlışlarının belirlendiği kısmi yanlış anlama ve yanlış anlama kategorilerinin toplamında ise kız öğrencilerin erkeklere göre kavram yanlışlarında daha çok düzelmeler olduğu ortaya çıkmıştır. Erkeklerde bu kategorilerde negatif bir durum söz konusudur. Son testte erkeklerde kavram yanlışlığı tespit edilenlerin sayısı artmıştır. Oluşan olumsuzluk yukarıda da belirtildiği gibi, ön testte sorulara ilgisiz cevap veren ya da boş bırakan öğrencilerin son testte de yanlışlarını devam ettirmesinin sonucudur. 8. soruda her kız ve erkek öğrenci yaklaşık 3 boşluğa uygun kavramı yazmışlardır. Bu soruda öğrencilerin öğrendiklerini farklı durumlara genelleyemedikleri ortaya çıkmıştır. Genel olarak değerlendirildiğinde ise simülasyonun kız öğrencilerde daha fazla kavram yanlışlığı gidermede etkili olduğu söylenebilir.

Her bir grubun son test puanlarının ön test puanlarından anlamlı bir şekilde farklılık gösterdiği belirlendikten sonra, öğrencilerin buldukları gruplara göre son testteki başarılarında anlamlı bir farklılık olup olmadığı da araştırılmıştır. Bu doğrultuda öncelikle grupların ön test ve son test ortalamaları karşılaştırılmıştır. Şekil 15 grupların ön test ve son testlerinin ortalamalarını göstermektedir.



Şekil 15. Grupların ön ve son test ortalamaları

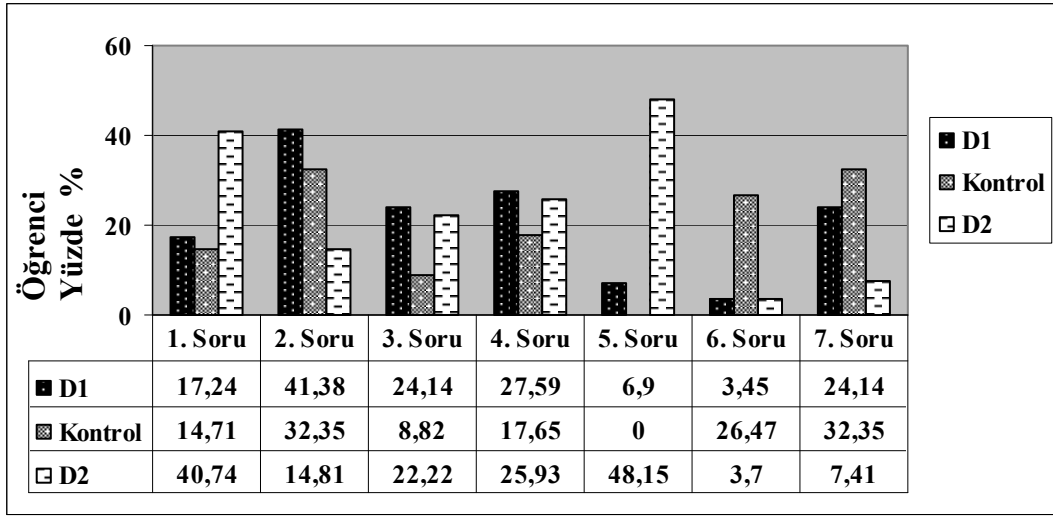
Ön ve son test ortalamalarına bakıldığında kontrol ve D2 gruplarındaki başarı artışı aynı düzeyde olurken D1 grubundaki ilerleme daha fazla olmuştur. Fakat grupların ortalamalarından kesin bir sonuç çıkarmak mümkün değildir. Bu nedenle grupların son testlerine istatistik testler uygulanmıştır. Tablo 18 grupların son test puanlarına uygulanan ANCOVA test sonuçlarını yansıtmaktadır.

Tablo 18. Grupların son test puanlarının ANCOVA sonuçları

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	Anlamlılık Düzeyi (p)
Grup	613.63	2	306.81	.954	.389
Ön Test	27427.73	1	27427.73	85.241	.000
Hata	27672.02	86	321.768		
Toplam	460232.25	90			

ANCOVA sonuçları, farklı gruplardaki öğrencilerin ön test puanlarına göre düzeltilmiş son test puanlarının ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık bulunmadığını göstermektedir. Başka bir deyişle, $F = .954$ ve $p > .05$ olması son test puanlarının, deney ve kontrol gruplarına göre değişmediğini göstermektedir. Bu bulgu kullanılan üç yöntemin öğrencilerin başarılarını arttırmada aynı etkiye sahip olduğunu göstermektedir.

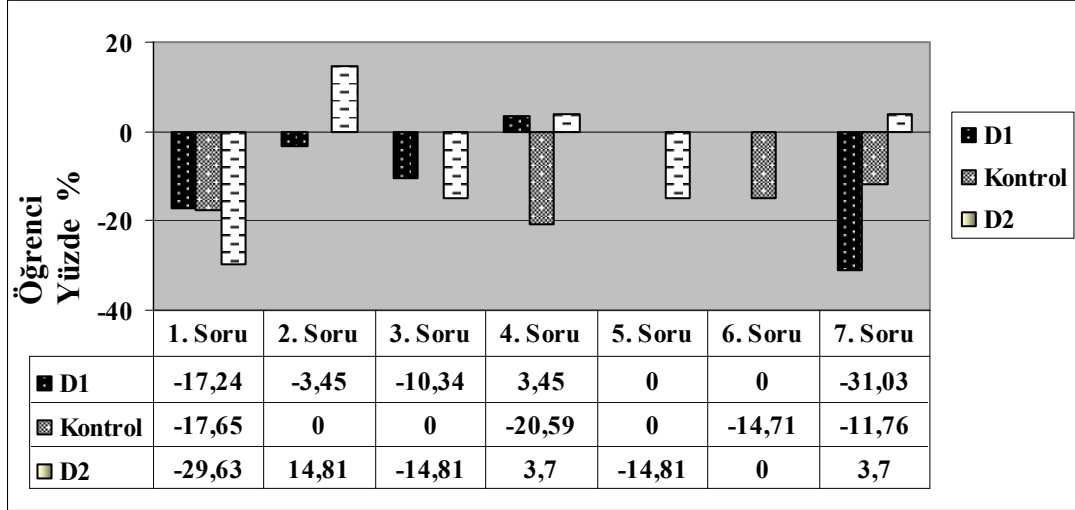
Farklı yöntemlerin kavram yanlışlarını gidermedeki etkiliğini belirlemek için grupların son test verilerinin kategorilere dağılımları incelenmiştir. Grupların son testteki ilerlemeleri son test yüzdelerinden ön test yüzdelerini çıkararak belirlenmeye çalışılmıştır. Şekil 16, Şekil 17 ve Şekil 18 yapılan analiz sonuçlarını göstermektedir.



Şekil 16. Deney ve kontrol gruplarının son testte tam ve kısmi anlama yüzdelerindeki değişim

Şekil 16 incelendiğinde, 1. ve 5. sorularda simülasyonun Haptic, düz anlatım ve soru cevap yöntemlerine nazaran yüksek değerlerle öğrencilerin daha bilimsel açıklamalar yapmasını sağladığı görülmektedir. Bu durum, 1. ve 5. sorularda sunulan farklı gezegenlerdeki ağırlık değişiminin simülasyonla birebir görselleştirilmesinden kaynaklanabilir. 2., 3. ve 4. sorularda ise Haptic öğrencilerden bilimsel gerçeklere uygun daha fazla açıklama gelmesini sağlamıştır. Fakat 3. ve 4. sorularda Haptic’le uygulama yapılan D1 grubunun değerleri, simülasyonla uygulama yapan D2 grubuna yakındır. Bu nedenle Haptic ve simülasyonun farklı gezegenlerdeki yerçekimine bağlı ağırlık değişiminin öğrenilmesinde etkili olduğu söylenebilir. 2. soruda ise Haptic’in diğer yöntemlerin uygulandığı gruplara nazaran daha başarılı olduğu görülmektedir. Bu doğrultuda Haptic’in yerçekimi olan ve olmayan ortamlardaki ağırlık değişimini öğrencilere hissettirebilmesinin diğer gruplar arasında ön plana çıkmayı sağladığı düşünülebilir. 6. ve 7. sorularda ise kontrol grubunun Haptic ve simülasyonun uygulandığı gruplardan daha fazla ilerleme gösterdiği anlaşılmaktadır. Haptic ve simülasyonda Dünya’da farklı ya da aynı yerlerde bulunan nesnelerin ağırlıklarındaki değişimlerin görselleştirilememesinin bu sonucun oluşmasında etkili olduğu düşünülmektedir. 7. soruda kontrol ve Haptic’in uygulandığı D1 grubunun değerleri birbirine yakın olmakla birlikte D2 grubu bu soruda fazla ilerleme gösterememiştir. 8. soruda D1 ve kontrol gruplarında her öğrenci 7 boşluğa uygun kavramı yazarken, D2 grubunda 5 kavramın uygun yerlere yazıldığı belirlenmiştir. Bütün sorulardan elde edilen veriler değerlendirildiğinde ise simülasyonun uygulandığı D2 deney grubundan daha fazla bilimsel gerçeklere uygun

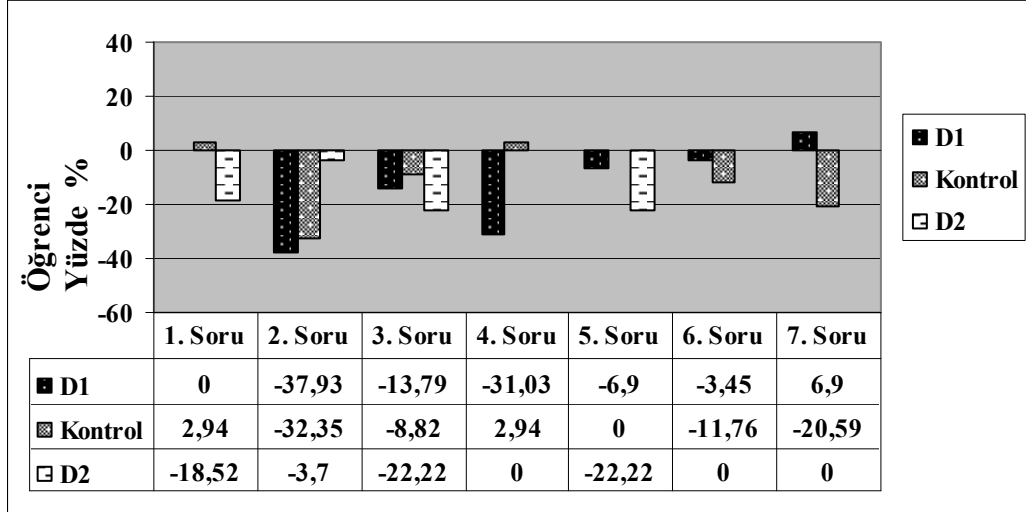
açıklamalar geldiği ortaya çıkmaktadır. D2 grubunu ise Haptic'in uygulandığı D1 deney grubunun takip ettiği belirlenmiştir.



Şekil 17. Deney ve kontrol gruplarının son testte kısmi yanlış anlama ve yanlış anlama yüzdelerindeki değişim

Şekil 17 incelendiğinde 1. 3. ve 5. sorulardaki negatif ifadeler azalmaları gösterdiğinden simülasyonun Jüpiter, Ay ve Dünya'daki ağırlık değişimini görselleştirmesi öğrencilerin kavram yanlışlarını gidermede etkili olmuştur. 2. soruda D2 grubunda kavram yanlışları giderilemezken hatta artarken Haptic'in yerçekimli ve yerçekimsiz ortamı öğrencilerin hissetmesine yardımcı olması kavram yanlışlarını gidermede etkili olmuştur. Kontrol grubunda bu soruda bir değişme görülemedi. Bu nedenle yerçekiminin öğrencilere hissettirilebilmesinin önemi açık olarak ortaya çıkmaktadır. 4. soruda kontrol grubunda diğer gruplara nazaran önemli bir oranda yanlış giderilmiştir. Haptic'in kullanıldığı D1 deney grubunda ön testte soruyu yanıtlamayanların var olan yanlışlarını sürdürdükleri 4. soruda ortaya çıkmıştır. 6. soruda, Haptic ve simülasyonun Dünya'da aynı ya da farklı ortamlardaki cisimlerin ağırlıklarını tam olarak görselleştirememesi ya da hissettirilememesi öğrencilerin kavram yanlışlarının giderilememesinde etkili olmuştur. Bu nedenle düz anlatım yöntemi bu soruda daha etkili hale gelmiştir. 7. soruda, Haptic'le yerçekimsiz ortamda kütle değişmediğinin somutlaştırılması öğrencilerde kavram yanlışlarının giderilmesinde etkili olduğu anlaşılmaktadır. Sorulardaki problem durumları dikkate alındığında görselliğin ön plan çıktığı sorularda simülasyonun hissetmenin ön plana çıktığı 2. ve 7. sorularda Haptic'in etkileri açık olarak görülmektedir. Grupların bütün sorulardaki durumu göz önünde

bulundurulduğunda Haptic, düz anlatım ve soru cevap yöntemlerinin, yanlışların giderilmesinde daha etkili oldukları ortaya çıkmıştır.



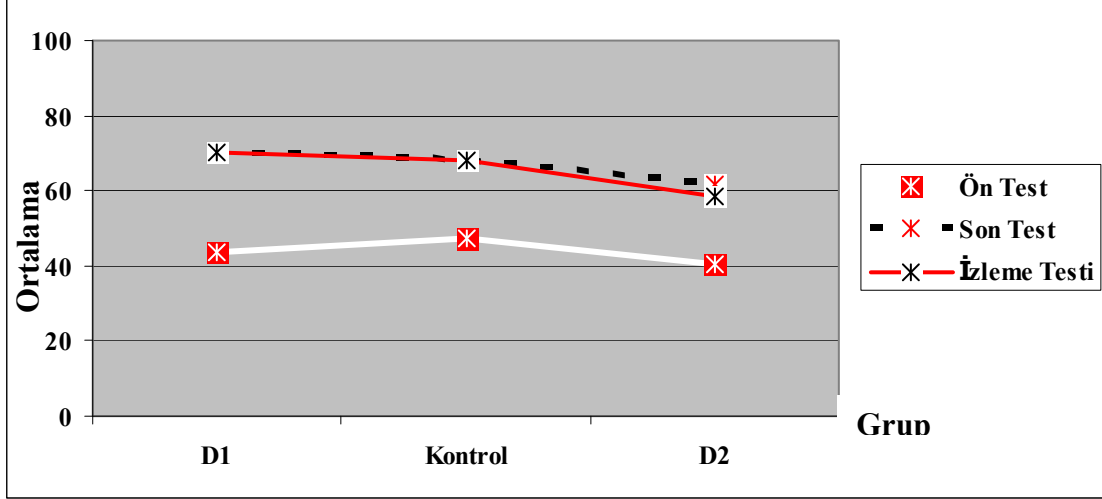
Şekil 18. Deney ve kontrol gruplarının son testte anlamama ve boş yüzdelerindeki değişim

Gruplara göre soruların boş bırakılma ya da ilgisiz cevaplanma yüzdelerinde ise son testte ciddi azalmalar görülmüştür. Söz konusu azalma en fazla D1 deney grubunda olurken diğer gruplarda daha az olmuştur. Bu durum, Haptic'le yürütülen uygulamalardan sonra öğrencilerin doğru kavramları öğrendiklerini ve kavramlar ile ilgili verdikleri kararları destekleyici açıklamalar yapabildiklerini göstermektedir. Yalnız, kontrol grubunun 1. ve 4., D1 deney grubunun 7. sorularda ön testte göre değerleri artmıştır. Fakat bu durum grupların belirtilen sorularda diğer gruplardan daha başarılı olmasını etkilememiştir. Şekil 16, Şekil 17 ve Şekil 18 genel olarak değerlendirildiğinde ise kavram yanlışlarının giderilmesi ve kavramların öğrenilmesinde Haptic ve simülasyonun, düz anlatım ve soru cevap yöntemlerinden daha etkili olduğu belirlenmiştir.

3.2. Üç Ay Sonra Tekrar Uygulanan Kavramsal Anlama Testine Göre Öğrencilerin Yerçekimi, Kütle ve Ağırlık Kavramlarına Yönelik Bilgileri ve Kavram Yanlışlarındaki Durum

Öğrencilerde ön testlerde yerçekimi, kütle ve ağırlık kavramlarına ilişkin tespit edilen bilgilerindeki değişimleri ve kavram yanlışlarında geri dönüş olup olmadığını belirlemek, amacıyla, uygulamalardan üç ay sonra ön test ve son testte uygulanan kavramsal anlama testi öğrencilere izleme testi olarak uygulanmıştır. İzleme testlerinden

elde edilen veriler, uzmanlar tarafından değerlendirilerek puanlandırılmıştır. Şekil 19 'da bütün grupların ön test, son test ve izleme testi ortalamaları sunulmaktadır.



Şekil 19. Grupların ön test, son test ve izleme test ortalamaları

Şekil 19'da görüldüğü gibi grupların son test ve izleme test ortalamalarında çok fazla bir değişme bulunmamaktadır. Fakat grafiğe bakarak kesin bir sonuç çıkarmanın mümkün olamayacağı düşünülerek grupların izleme test puanları ve son test puanlarına Wilcoxon işaretli sıralar testi uygulanmıştır. Tablo 19, analiz sonuçlarını yansıtmaktadır.

Tablo 19. Deney ve kontrol gruplarının son test ve izleme test puanlarının Wilcoxon işaretli sıralar test sonuçları

D1	Son Test-İzleme	n	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	z	p	
	Negatif Sıra	16	15.75	217.00	.319	.750	
	Pozitif Sıra	12	13.56	189.00			
	Eşit	1					
Kontrol	Son test-İzleme	n	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	z	p	
	Negatif Sıra	19	19.90	298.50	.017	.986	
	Pozitif Sıra	15	15.61	296.50			
	Eşit	0					
D2	Ölçüm	N	X	S	sd	t	p
	Son Test	27	61.92	22.58	26	.919	.366
	İzleme	27	58.72	25.13			

Öğrencilerin Haptic'le kavram yanlışlarını giderme uygulamalarına yönelik son test ve izleme testi analiz sonuçlarında $z=0.319$, $p>.05$ bulunmuştur. Öğrencilerin son test puanlarının ortalaması 70.24'ten, izleme testinde 69.98'e düşmüştür. Fark puanlarının sıra ortalaması ve toplamları dikkate alındığında gözlenen bu farkın negatif sıralar yönünde olduğu ortaya çıkmaktadır. Fakat $p>.05$ olması deney grubunda üç ay sonra yapılan izleme testlerinde öğrencilerin başarılarında değişme olmadığını göstermektedir.

Kontrol grubu son test ve izleme test sonuçlarının anlamlı farklılık gösterip göstermediğine ilişkin Wilcoxon işaretli sıralar testi sonucunda $z=.017$, $p>.05$ bulunmuştur. Analiz sonuçları son test ve izleme testi puanları arasında anlamlı farklılık olmadığını göstermektedir. Fark puanlarının sıra ortalaması ve toplamları dikkate alındığında gözlenen bu farkın negatif sıralar yönünde olduğu ortaya çıkmaktadır. Bu durum K1 kontrol grubundaki öğrencilerin son testteki soruları unutmalarından kaynaklanmıştır.

D2 deney grubu verilerine uygulanan t-testi sonucunda ise $t_{(26)}=.919$ ve $p>.05$ olarak belirlenmiştir. Grubun son testte 61.92 olan ortalaması izleme testinde 58.72'ye düşmüştür. Fakat öğrencilerin son test ve izleme test puanları arasında anlamlı bir fark bulunmamaktadır.

Uygulanan yöntemlerin cinsiyete göre bilgilerin kalıcılığına etkisini belirlemek için öğrencilerin izleme test puanlarına ANCOVA uygulanmıştır. Analiz sonuçları Tablo 20’de verilmektedir.

Tablo 20. Grupların izleme test puanlarının ANCOVA sonuçları

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	Anlamlılık Düzeyi (p)
Grup	641.942	2	320.971	1.053	.353
Ön Test	2470.218	1	2470.218	8.107	.006
Cinsiyet	35.473	1	35.473	.116	.734
Son Test	5120.756	1	5120.756	16.805	.000
Hata	25595.607	84			
Toplam	446.189	90			

ANCOVA sonuçlarında $F=0.116$, $p=0.734$ bulunmuştur. Bu bulgu öğrencilerin cinsiyetlerine göre izleme test puanlarında anlamlı bir farklılık bulunmadığını göstermektedir. Başka bir deyişle öğrencilerin izleme test puanları cinsiyete bağlı değildir. ANCOVA analizi sonucunda grupların izleme test puanları arasında anlamlı fark olup olmadığı da araştırılmıştır. $F=1.053$ ve $p=0.353$ olması grupların izleme test puanları arasında anlamlı fark olmadığını göstermektedir.

Öğrencilerin yanılgılarında da geri dönüşler olup olmadığını belirlemek amacıyla öğrencilerin ön test ve izleme test sonuçları karşılaştırılmıştır. D1 deney grubunun ön test ve izleme test verileri Tablo 21’de gösterilmektedir.

Tablo 21. D1 deney grubunun ön test ve izleme test verilerinin kategorilere göre dağılımları

Soru	TA <i>f</i>		KA <i>f</i>		TA+KA <i>f</i>		KYA <i>f</i>		YA <i>f</i>		KYA+YA <i>f</i>		A <i>f</i>		B <i>f</i>		A+B <i>f</i>	
	Ö	İ	Ö	İ	Ö	İ	Ö	İ	Ö	İ	Ö	İ	Ö	İ	Ö	İ	Ö	İ
1	4	13	10	6	14	19	5	3	9	3	14	6	0	4	1	0	1	4
2	0	8	6	11	6	19	2	5	4	5	6	10	2	0	15	0	17	0
3	0	4	17	17	17	21	0	6	6	1	6	7	5	0	1	1	6	1
4	3	17	13	5	16	22	2	2	2	2	4	4	3	1	6	2	9	3
5	11	17	6	5	17	22	3	1	2	3	5	4	5	2	2	1	7	3
6	5	9	9	8	14	17	0	1	7	6	7	7	4	2	4	3	8	5
7	7	14	3	3	10	17	1	0	11	10	12	10	5	0	2	2	7	2

Ö: Ön Test

İ: İzleme

Tablo 21 incelendiğinde, deney grubunun tam ve kısmi anlama kategorilerinin toplamında sayılarının arttığı görülmektedir. 8. soruda son testte olduğu gibi öğrencilerin her biri yaklaşık 8 boşluktan 7'sine uygun kavramı yazmışlardır. Bu nedenle, Haptic'in farklı ortamlarda yerçekiminin değiştiğini, ağırlık ve yerçekimi arasında ilişki olduğunu, kütle değişmeyen madde miktarı olduğunu öğretmede etkili olduğu söylenebilir. Burada yerçekimi az ya da çok olan ortamlarda öğrenci ellerine farklı kuvvetler uygulanması, yerçekimine bağlı olarak cisimlerin ağırlıklarının hissedilmesi ve bütün bu değişimler esnasında Haptic'in simülasyon ara yüzündeki zarın kütlede bir değişim olmaması öğrenilenlerin kalıcılığını sağlamıştır diyebiliriz. Tabloda kavram yanlışları olan öğrencilerin izleme testindeki sayılarına bakıldığında 2. ve 3. sorularda artışlar görülmektedir. Bu durumun, kavram yanlışlığı olup da ön testte soruyu cevapsız bırakan öğrencilerin kavram yanlışlarını uygulama sonrasında da sürdürmelerinden kaynaklandığı belirlenmiştir.

Öğrencilerin cinsiyete göre izleme testindeki durumları ön test verileri ve izleme testleri karşılaştırılarak incelenmiştir. İzleme testindeki ilerleme ve gerilemeleri tespit edebilmek amacıyla bütün sorular için oluşturulan kategorilerin izleme test frekanslarından ön test frekansları çıkarılmıştır. Böylelikle kız ve erkek öğrencilerdeki gerileme ve ilerlemelerin de daha iyi görülebileceği düşünülmüştür. Tablo 22 yapılan analiz sonuçlarını göstermektedir. Buradaki pozitif ifadeler mevcut durumdaki artışları, negatif durumlar ise azalışları göstermektedir.

Tablo 22. D1 deney grubunun cinsiyete göre izleme testindeki gelişimi

Soru	TA		KA		TA+K A		KYA		YA		KYA+Y A		A		B		A+B	
	K	E	K	E	K	E	K	E	K	E	K	E	K	E	K	E	K	E
1	6	3	-3	-1	3	2	-2	0	-4	-2	-6	-2	4	0	-1	0	3	0
2	2	6	8	-3	10	3	0	3	-2	3	-2	6	-1	-1	-7	-8	-8	-9
3	0	4	3	-3	3	1	2	4	-4	-1	-2	3	-1	-4	0	0	-1	-4
4	8	6	-5	-3	3	3	-1	1	0	0	-1	1	1	-3	-3	-1	-2	-4
5	4	2	-2	1	2	3	-1	-1	3	-2	2	-3	-3	0	-1	0	-4	0
6	1	3	-1	0	0	3	1	0	1	-2	2	-2	0	-2	-2	1	-2	-1
7	3	6	0	-2	3	4	0	-1	-2	1	-2	0	-2	-3	1	-1	-1	-4

Tabloda tam ve kısmi anlama kategorilerinin toplam sayılarına bakıldığında 1., 2. ve 3. sorularda kız öğrencilerin sayısının erkek öğrencilerden fazla olduğu görülmektedir. Erkek öğrencilerin kız öğrencilerden daha fazla yanılığa sahip oldukları anlaşılmaktadır. Bu nedenle kız öğrencilerin kavramları daha iyi hatırladıkları söylenebilir.

Kontrol grubunda yapılan uygulamaların öğrencilerin kavram yanılgılarını uzun süreli olarak gidermesi ve bilgilerin kalıcılığını sağlamasındaki etkililiğini belirlemek amacıyla öğrencilerin izleme test puanlarına benzer analizler yapılmıştır. Tablo 23 ön test ve izleme test verilerinin kategorilerdeki frekanslarını göstermektedir.

Tablo 23. Kontrol grubunun ön test ve izleme test verilerinin kategorilere göre dağılımları

Soru	TA f		KA f		TA+KA f		KYA f		YA f		KYA+YA f		A f		B f		A+B f	
	Ö	İ	Ö	İ	Ö	İ	Ö	İ	Ö	İ	Ö	İ	Ö	İ	Ö	İ	Ö	İ
1	7	13	11	7	18	20	2	2	14	8	16	10	0	2	0	2	0	4
2	4	13	5	10	9	23	0	4	5	6	5	10	5	0	15	1	20	1
3	2	8	22	13	24	21	2	3	4	5	6	8	3	2	1	3	4	5
4	14	17	7	7	21	24	0	0	11	7	11	7	2	2	0	1	2	3
5	11	14	15	12	26	26	2	1	4	4	6	5	0	1	2	2	2	3
6	6	13	9	10	15	23	2	1	11	4	13	5	5	3	1	3	6	6
7	7	20	5	0	12	20	1	1	12	11	13	12	2	0	7	2	9	2

Kontrol grubunun izleme test sonuçları ön teste göre incelendiğinde, öğrencilerin tam ve kısmi anlama kategorilerindeki sayıları artmıştır. 2. ve 3. sorular hariç, kavram yanılgısı belirlenen öğrencilerin sayılarında azalma görülmüştür. 2. ve 3. sorularda ise öğrencilerin sayılarındaki artış, ön testte soruları boş bırakan ya da ilgisiz cevaplayan öğrencilerin var olan yanılgılarını konu anlatımlarından sonra da sürdürmelerinden kaynaklandığı belirlenmiştir. 8. soruda öğrenciler 8 boşluktan 7'sine uygun kavramları yazmışlardır. Kontrol grubunun cinsiyet ve ön teste göre izleme testindeki kategorilerdeki frekanslarının değişimi Tablo 24'te gösterilmektedir.

Tablo 24. Kontrol grubunun cinsiyete göre izleme testindeki gelişimi

Soru	TA		KA		TA+KA		KYA		YA		KYA+YA		A		B		A+B	
	K	E	K	E	K	E	K	E	K	E	K	E	K	E	K	E	K	E
1	5	1	-3	-1	2	0	0	0	-4	-2	-4	-2	1	1	1	1	2	2
2	7	2	2	3	9	5	4	0	1	0	5	0	-3	-2	-11	-3	-14	-5
3	4	2	-4	-5	0	-3	1	0	1	0	2	0	-2	1	0	2	-2	3
4	1	2	2	-2	3	0	0	0	-2	-2	-2	-2	-1	2	0	0	-1	2
5	4	-1	-3	0	1	-1	-2	1	2	-2	0	-1	0	1	-1	1	-1	2
6	5	2	2	-1	7	1	-1	0	-5	-2	-6	-2	-1	-1	0	2	-1	1
7	8	5	-2	-3	6	2	0	0	-2	1	-2	1	0	-2	-4	-1	-4	-3

Tablo 24 incelendiğinde bütün sorularda kız öğrencilerin erkek öğrencilere göre daha fazla tam ve kısmi anlama gösterdiği anlaşılmaktadır. Ön teste belirlenen kavram yanlışları daha fazla kız öğrenci tarafından bilimsel gerçeklere dönüştürülmüştür. Bu nedenle düz anlatımın kavram öğrenme ve yanlışları gidermede kız öğrenciler için daha başarılı olduğu söylenebilir.

Simülasyonun öğrenilen kavramların ya da bilimsel gerçeklere dönüştürülen kavram yanlışlarının kalıcılığını sağlamaya etkisi de incelenmiştir. Tablo 25 D2 deney grubunun son test ve izleme test puanlarına yapılan analiz sonuçlarını göstermektedir.

Tablo 25. D2 deney grubunun ön test ve izleme test verilerinin kategorilere göre dağılımları

Soru	TA		KA		TA+KA		KYA		YA		KYA+YA		A		B		A+B	
	Ö	İ	Ö	İ	Ö	İ	Ö	İ	Ö	İ	Ö	İ	Ö	İ	Ö	İ	Ö	İ
1	6	10	7	12	13	22	3	0	7	3	10	3	1	1	3	1	4	2
2	4	8	5	10	9	18	0	0	5	9	5	9	2	0	11	0	13	0
3	0	4	14	6	14	10	1	7	5	7	6	14	4	2	3	1	7	3
4	1	7	12	14	13	21	2	0	4	5	6	5	1	0	7	1	8	1
5	5	3	8	20	13	23	0	0	5	2	5	2	2	0	7	2	9	2
6	7	6	2	6	9	12	0	1	10	3	10	4	3	6	5	5	8	11
7	4	11	10	9	14	20	0	0	6	5	6	5	2	0	5	2	7	2

D2 grubunun 3. soru dışında tüm sorularda, tam ve kısmi anlama sayıları artmıştır. Ön testte tespit edilen kavram yanlışlarının izleme testinde geri dönüp dönmediğini incelediğimizde 2. ve 3. sorularda öğrencilerin kavram yanlışlarının geri döndüğü belirlenmiştir. 2. soruda, ön teste soruları boş bırakan ya da ilgisiz cevaplayan öğrencilerin var olan yanlışlarını konu anlatımlarından sonra da sürdürmelerinden kaynaklandığı belirlenmiştir. 3. soruda ise öğrencilerde kavram yanlışları ortaya çıkmıştır. Bu durumun öğrencilerin gezegenlerdeki yerçekimlerini karıştırmalarından ve izleme testinde K2

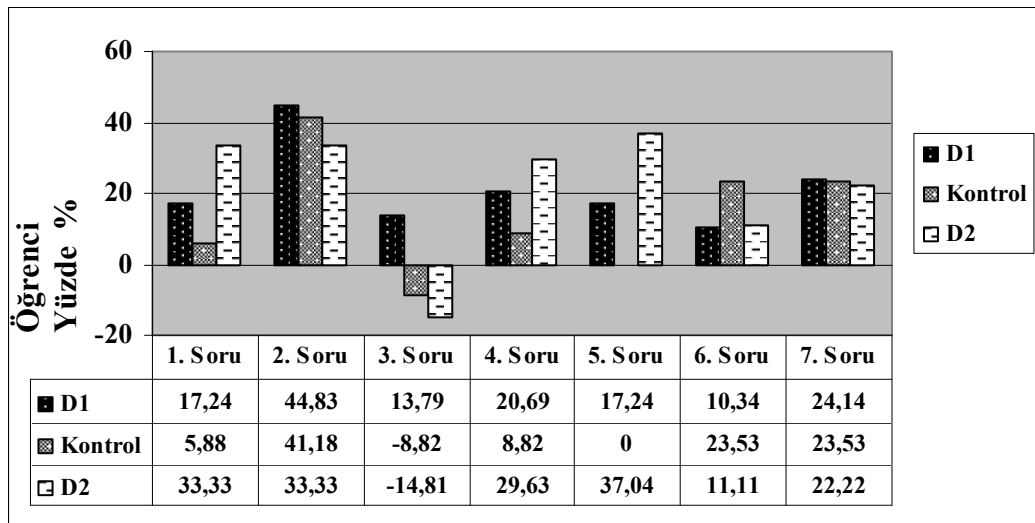
kontrol grubundaki bazı öğrencilerin teste önem vermeden cevap yazmalarından kaynaklandığı düşünülmektedir. 8. soruda ise her öğrencinin 6 boşluğa uygun kavramları yazdıkları belirlenmiştir. Kız ve erkek öğrencilerin ön teste göre izleme testindeki dağılımları ise Tablo 26’da gösterilmektedir.

Tablo 26. D2 deney grubunun cinsiyete göre izleme testindeki gelişimi

Soru	TA		KA		TA+KA		KYA		YA		KYA+YA		A		B		A+B	
	K	E	K	E	K	E	K	E	K	E	K	E	K	E	K	E	K	E
1	3	1	2	3	5	4	-3	0	-2	-2	-5	-2	1	-1	-1	-1	0	-2
2	3	1	3	2	6	3	0	0	1	3	1	3	-1	-1	-6	-5	-7	-6
3	3	1	-6	-2	-3	-1	5	1	-1	3	4	4	-1	-1	0	-2	-1	-3
4	4	2	-2	4	2	6	-1	-1	1	0	0	-1	-1	0	-1	-4	-2	-4
5	-1	-1	6	6	5	5	0	0	-1	-2	-1	-2	0	-2	-4	-1	-4	-3
6	0	-1	3	1	3	0	0	1	-1	-6	-1	-5	-1	4	-1	1	-2	5
7	5	2	-2	1	3	3	0	0	0	-1	0	-1	-1	-1	-2	-1	-3	-2

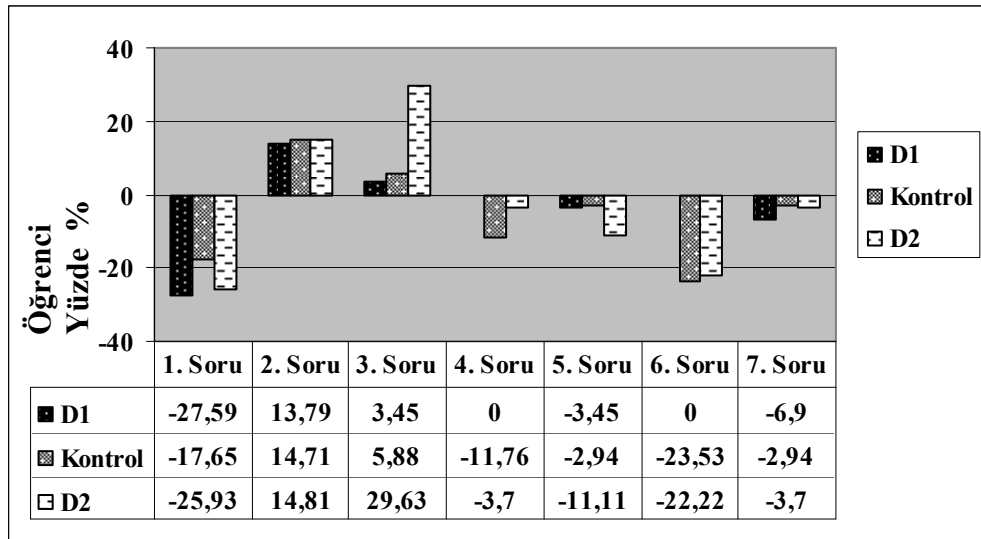
Tablo’daki tam ve kısmi anlama kategorileri, kısmi yanlış anlama ve yanlış anlama kategorileri incelendiğinde kız ve erkek öğrencilerin kavramları özümsemeleri, uzun süreli olarak doğru kullanmaları açısından fark bulunmamaktadır.

Deney ve kontrol gruplarında kullanılan farklı yöntemlerin öğrenilen kavramların kalıcılığına etkisini belirlemek amacıyla öğrencilerin ön test ve izleme test verileri kıyaslanmıştır. Öğrencilerdeki ilerleme ya da gerilemeleri daha objektif görebilme amacıyla izleme test yüzdelerinden ön test yüzdeleri çıkartılarak karşılaştırmalar yapılmıştır. Şekil 20, Şekil 21 ve Şekil 22 analiz sonuçlarını göstermektedir.



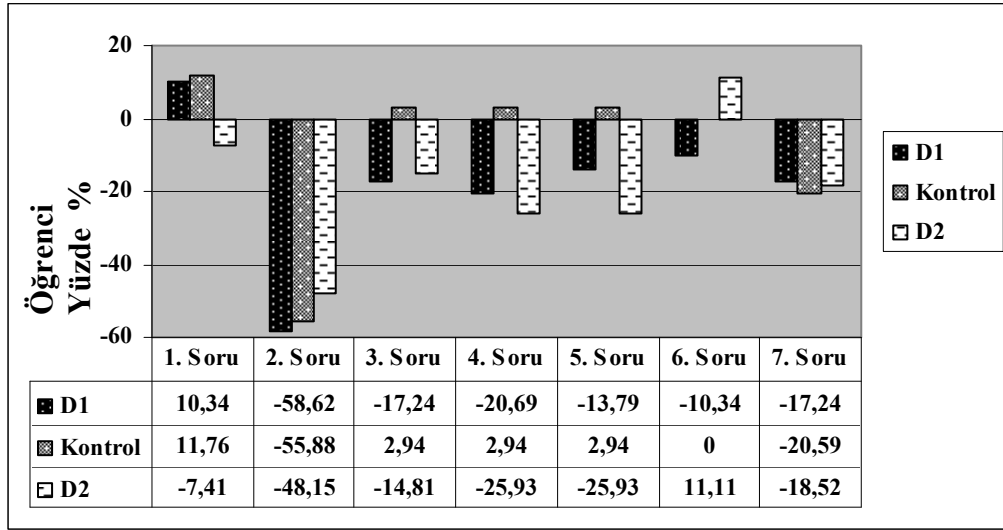
Şekil 20. Deney ve kontrol gruplarının izleme testinde tam ve kısmi anlama yüzdelerindeki değişim

Şekil 20 incelendiğinde, 1., 4. ve 5. sorularda simülasyon uygulanan D2 grubunun izleme testinde daha fazla bilimsel gerçeklere uygun açıklamalar yaptıkları görülmektedir. Simülasyonda farklı gezegenlerdeki ağırlık değişiminin modellenmesinin pozitif etkisi bu sorularda kendini göstermiştir. 2., 3. ve 7. sorularda ise Haptic uygulanan D1 grubunun bilimsel açıklamalarının diğer gruplara nazaran daha fazla olduğu belirlenmiştir. Haptic'in olayları hissettirme ve somut olarak görme özelliklerinin bu sonucun oluşmasında etkili olduğu düşünülmektedir. 6. soruda da kontrol grubunun açıklamalarının daha fazla olduğu görülmektedir. Söz konusu durumun Dünya'da aynı ve farklı ortamda bulunan cisimlerin ağırlıklarının Haptic ve simülasyonda yeterli geri bildirim verilememesinin bir sonucu olduğu düşünülmektedir.



Şekil 21. Deney ve kontrol gruplarının izleme testinde kısmi yanlış anlama ve yanlış anlama yüzdelerindeki değişim

Şekil 20 incelendiğinde, 2. ve 3. sorularda grupların kısmi ve kısmi yanlış anlama sayılarında artış olmuştur. D1 ve kontrol gruplarının ön testte soruları boş bırakan öğrencileri var olan yanlışları son ve izleme testinde devam etmiştir. D2 grubunda ise Jüpiter ve Ay'daki yerçekimini karıştıran öğrencilerin sayılarında artma olmuştur. 1.soruda son testte simülasyonun etkisinin daha fazla olduğu belirlenirken izleme testinde Haptic'in kavram yanlışlarını değiştirmede daha etkili olduğu belirlenmiştir. Fakat bu değer simülasyon uygulanan grubun oranına yakındır. 4. ve 6. sorularda kontrol grubundaki kavram yanlışlarının daha az olduğu belirlenmiştir. 5. soruda ise simülasyon kullanılan D2 grubunda daha fazla kavram yanlışlarının giderildiği anlaşılmaktadır.



Şekil 22. Deney ve kontrol gruplarının izleme testinde anlamama ve boş yüzdelilerindeki değişim

Şekil 21'e göre 1., 3., 4. ve 5. sorularda kontrol grubundaki öğrencilerin soruları ilgisiz cevaplama ya da boş bırakma oranlarının arttığı görülmektedir. Benzer durum 1. soruda D1, 6. soruda D2 grubunda ortaya çıkmaktadır. Diğer durumlarda ise ön teste göre izleme testinde soruları cevaplama ya da boş bırakma yüzdesi azalmıştır. Bütün sorulardaki veriler göz önünde bulundurulduğunda deney gruplarında öğrencilerin soruları ilgisiz yanıtlama ve cevaplama durumlarında ciddi azalmalar tespit edilmiştir. Bu durum, öğrencilerin Haptic ve simülasyonla yürütülen uygulamalardan sonra doğru kavramları öğrendiklerini, kavramlar ile ilgili verdikleri kararları destekleyici açıklamalar yapabildiklerini göstermektedir. İzleme testlerinden elde edilen verilere göre oluşturulan Şekil 20, Şekil 21 ve Şekil 22 değerlendirildiğinde simülasyon ve Haptic'in kavram yanılgılarını gidermede düz anlatım ve soru cevap yöntemlerinden daha etkili oldukları ortaya çıkmaktadır.

3.3. Çalışma Yapraklarından Elde Edilen Bulgular

D1 ve D2 deney gruplarının Haptic ve simülasyonu kullanırken düşüncelerindeki değişimleri ortaya çıkarmak için çalışma yaprakları kullanılmıştır. Bunun yanında, Haptic ve simülasyon kullanılırken oluşan sonuçları yorumlama ve günlük hayatla ilişkilendirme konusunda çalışma yapraklarından yararlanılmıştır. Ayrıca öğrencilerin tecrübe ettikleri olayları kâğıda dökerek hatalarını daha rahat bir şekilde görmeleri sağlanmaya çalışılmıştır.

Bu kısımda çalışma yapraklarında yer alan etkinlikler kavramsal anlama testinde yer alan sorularla ilişkilendirilerek incelenmiştir. Böylelikle öğrencilerin ön testlerde belirlenen kavram yanlışlarında uygulamalar sırasında nasıl bir değişme meydana geldiği belirlenmeye çalışılmıştır. Ayrıca D1 ve D2 deney gruplarında kullanılan teknolojilerin, kavram yanlışlarının değiştirilmesi ve giderilmesindeki etkisi daha belirgin bir şekilde tespit edilmeye çalışılmıştır.

D1 deney grubunda kullanılan çalışma yaprağında 1., 2. ve 3. etkinlikler öğrencilerin kendi deneyimlerinden yararlanarak yerçekimini tanımlamalarını, yerçekimli ve yerçekimsiz ortamları ayırt etmelerini sağlamak amacıyla geliştirilmiştir. Bu etkinliklerde öğrencilere, öncelikle yerçekimsiz ortamda Haptic'in simülasyon ara yüzünde yer alan zarı hareket ettirmeleri istenmiştir. Çalışma yaprağının 1. etkinliğinde öğrencilerin hepsi Haptic'in simülasyon ara yüzünde yer alan zarı kolaylıkla hareket ettirebilmelerini ve kollarına Haptic tarafından bir kuvvet uygulanmamasını, ortamda yerçekiminin olmamasıyla açıklamışlardır. Bu doğrultuda, Haptic'in öğrencilerin kollarına kuvvet uygulamaması ve zarın ortamda rahatlıkla hareket ettirilebilmesi öğrencilerin ortamda yerçekimi olmadığını anlamalarına katkıda bulunmuştur diyebiliriz. 2. etkinlik, öğrencilerin gerçek hayatta yerçekimsiz ortamlara örnek vermelerini sağlamak amacıyla gerçekleştirilmiştir. Öğrencilerin bu etkinlikte de ön testlerde olduğu gibi kavram yanlışlarının olduğu belirlenmiştir. Ekrandaki zarın yerçekimsiz ortamlarda rahatlıkla hareket ettirilebileceği şeklinde doğru tanımlamalarda bulunan öğrenciler olsa da Ay, Mars ve Jüpiter'de yerçekimi olmadığını belirten öğrencilere de sıklıkla rastlanmıştır. 3. etkinlik için Haptic'le yapılan uygulamalarda öğrencilerin yerçekimli ve yerçekimsiz ortamda zarı hareket ettirmeleri sağlanmıştır. Öğrencilerin yaşadıkları deneyimlere bağlı olarak yerçekimini tanımlamaları istenmiştir. Bu etkinlikte, öğrenciler yerçekimini, "Cismi dengede tutan bir kuvvet.", "Cisimleri kendine doğru çeken kuvvet", "Ağırlıkla ilişkilidir.", "Yerçekimi olan yerlerde kuvvet hissedilir, olmayan yerlerde kuvvet hissedilmez.", "Yerçekimi olan yerlerde zar yere düşer, olmayan yerlerde havada kalır.", "Yerçekimi, insanların hareketlerini sınırlandırır.", "Yerçekimi olan yerlerde zarı hareket ettirmek için güç harcadım." cümleleriyle açıklamaya çalışmışlardır. Yapılan bu açıklamalardan, Haptic'in yerçekimini tanımlamak için öğrencilere somut deneyimler sunduğu söylenebilir. Bu açıdan Haptic'in öğrencilerin kollarına kuvvet uygulaması ve ekrandaki zarın ortamdaki hareketinin görselleştirilmesinin bu durumda önemli olduğu bir gerçektir.

Çalışma yapraklarında öğrencilerin kütlelerin değişmeyen madde miktarı, yerçekimi ve ağırlığa bağlı olmayan bir nicelik olduğunu anlamalarını sağlamak amacıyla 4. etkinlik gerçekleştirilmiştir. Bu etkinlikte Haptic'in simülasyon ara yüzünde yerçekimi kademeli şekilde arttırılmış ve öğrencilerden zarın boyutunda bir değişme olup olmadığını gözlemlemeleri istenmiştir. Daha sonra öğrencilerden hissettiklerine ve gözlemlediklerine bağlı olarak kütle tanımlamaları istenmiştir. Öğrenciler, “Yerçekimi arttıkça kütle değişmiyor”, “Zarın kütlesi artmıyor, yerçekimi arttığında zara daha çok kuvvet uygulanıyor”, “Kütle değişmez, ortamdaki çekim dışında hiçbir şey değişmiyor”, “Ortamdaki yerçekimi arttırıldığında ağırlık değişiyor, kütle değişmiyor.”, “Kütle hangi ortamda olursa olsun değişmiyor”, “Yerçekimi arttırıldığında ve azaltıldığında kütle değişmedi.” şeklinde doğru tanımlamalar yapmışlardır. Fakat üç öğrenciden, “Yerçekimi arttığında kütle de artar.” gibi yanlış açıklamalar da gelmiştir. Elde edilen bu veriler doğrultusunda, Haptic'le yapılan görsel ve dokunsal uygulamanın etkili olduğu söylenebilir. Bu durumda, öğrencilerin yerçekimi arttırıldığında kollarına farklı kuvvet uygulanmasının yanında ekrandaki zarın boyutunda bir değişme meydana gelmemesinin etkisi bulunmaktadır.

D1 deney grubunda kullanılan çalışma yapraklarının 5. etkinliğinde öğrencilerin yerçekimi-ağırlık ilişkisini özümsemeleri amaçlanmıştır. Bu etkinlikte öğrencilere yerçekiminin değiştirileceği fakat ortamın görüntüsünün değiştirilmeyeceği belirtilmiştir. Daha sonra ortamın yerçekimi Jüpiter'in yerçekimine göre ayarlanmıştır ve öğrencilere neler hissettikleri sorulmuştur. Ortamın yerçekimi Dünya'nın yerçekimine göre ayarlandıktan sonra da tekrar öğrencilere ne hissettikleri sorulmuştur. Son olarak hissettiklerine ve gözlemlediklerine bağlı olarak bu iki farklı ortamda zarın ağırlığı hakkında öğrencilerden yorumda bulunmaları istenmiştir. Öğrencilerden “Jüpiter'de ağırlığı daha fazladır.”, “Ağırlık yerçekimi ve kütleyle bağlı olarak değişim gösterir. Jüpiter'de ağırlık Dünya'dan daha fazladır.”, “Dünya'da daha az yerçekimi olduğundan zar daha hafiftir.” açıklamaları gelmiştir. Yapılan bu açıklamalara bağlı olarak Haptic'in ortamdaki farklı yerçekimlerine göre öğrencilerin kollarına farklı kuvvetler uygulaması, yerçekimi-ağırlık ilişkisinin anlaşılmasına yardımcı olmuştur diyebiliriz.

Çalışma yapraklarında öğrencilerin yaptıkları uygulamalardan edindikleri deneyimlerden yararlanarak verilen değerlendirme sorularını açıklamaları istenmiştir. Bu değerlendirme sorularından ilkinde (D1 deney grubunda uygulanan çalışma yaprağının 6. sorusu), öğrencilerden ekvator ve kutuplarda yerçekiminin nasıl olacağını açıklamaları

istenmiştir. Uygulamalar sırasında öğrencilere gezegenlerin boyutlarına bağlı olarak yerçekiminin değiştiği, boyutu fazla olan gezegenin yerçekiminin fazla olacağı, Dünya’da yerin merkezine yaklaştıkça yerçekiminin artacağı belirtilmiştir. Bu doğrultuda bu soruda öğrencilerden verilen bilgilerden ve yerçekimi tanımından yararlanarak ekvator ve kutuplardaki yerçekimini kıyaslamaları amaçlanmıştır. Öğrenciler de bu soruya, “Kutuplar yerin merkezine daha yakın olmaları nedeniyle yerçekimi burada daha azdır.”, “Yerçekimi yerin merkezine uzaklığa bağlı olarak değişir.” yanıtlarını vermişlerdir. Elde edilen bu açıklamalardan öğrencilerin yerçekiminin ekvator ve kutuplarda değiştiğini açıklamada yeterli oldukları söylenebilir. Fakat uygulamalar sırasında öğrencilere yapılan açıklamalar olmadan öğrencilerin bu soruyu yalnızca Haptic’le yaptıkları uygulamalardan yararlanarak yanıtlamayacakları düşünülmektedir. Bu nedenle Haptic’in ara yüzüne bu özelliklerin kazandırılmasının faydalı olacağı önerilmektedir.

Çalışma yaprağındaki 2. değerlendirme sorusu, (D1 deney grubunda uygulanan çalışma yaprağının 7. sorusu), öğrencilerin kütle, ağırlık ve yerçekimi kavramlarını kıyaslamalarını, birbirleriyle ilişkilerini ortaya çıkarmalarını sağlamak amacıyla sorulmuştur. Öğrenciler bu soruda “ Ağırlık bir kuvvettir, kütle değildir.”, “Kütle cismin madde miktarıdır.”, “Ağırlık farklı ortamlarda değişir, kütle değişmez.”, “Kütle her ortamda değişmez.”, “Yerçekimi gezegenlerin boyutlarına göre değişir.”, “Ağırlık yerçekimine bağlı olarak değişir.”, “Yerçekimi gezegenlerin boyutlarına göre değişir.”, Kütle ve ağırlık farklıdır.” açıklamalarını yapmışlardır. Bu verilerden öğrencilerin kütle, ağırlık ve yerçekimini öğrendiklerini söyleyebiliriz.

Çalışmada D2 deney grubunda da D1 deney grubuna benzer olarak çalışma yaprakları kullanılmıştır. D2 deney grubunda kullanılan çalışma yaprağının ilk etkinliğinde öğrencilerin kütleyle ilgili bilgileri ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. Bu etkinlikte öğrencilerden, “Kütle her yerde aynıdır.”, “Kütle maddenin değişmeyen miktarıdır.” gibi doğru tanımlamalar gelse de bazı öğrencilerden kavram yanılgılı açıklamalar da gelmiştir. D2 deney grubuyla gerçekleştirilen ikinci etkinlikte ise birinci etkinlikte kavram yanılgıları tespit edilen öğrencilerin kavram yanılgılarını gidermek amacıyla simülasyondan yararlanarak uygulamalar gerçekleştirilmiştir. Bu uygulamalarda öğrencilerde simülasyon ekranında yer alan kabak, karpuz ve köpek nesnelere Dünya’da, Ay’da, Mars’ta ve Jüpiter’deki kütlelerini, simülasyon ara yüzündeki eşit kollu teraziyi kullanarak ölçmeleri istenmiştir. 3. etkinlikte, 2. etkinlikte yapmış oldukları uygulamalara bağlı kalarak öğrencilerden kütleyle ilgili bir çıkarımda bulunmaları istenmiştir. Bunun sonucunda

öğrencilerden, “Kütle madde miktarıdır, değişmez” açıklamaları gelmiştir. Ayrıca 1. etkinlikte kavram yanılgısı olan öğrencilerin kavram yanılgılarının giderildiği tespit edilmiştir. Bu bakımdan simülasyonda öğrencilere nesnelerin kütlelerini farklı ortamlarda ölçtürmenin etkili olduğunu söyleyebiliriz.

D2 deney grubunda kullanılan çalışma yaprağının 4. etkinliğinde öğrencilere ağırlık hakkında bilgi verilmiş ve simülasyon ortamındaki kabağın ağırlığını ölçmeleri istenmiştir. Burada öğrencilere ağırlık hakkında bilgi verilmiştir çünkü öğrencilerin sadece görsel öğelerle ağırlığı tanımlamada sorunlar yaşayacağı düşünülmüştür. Bu açıdan öğrencilere bazı kavramlara yönelik bilgileri hissettirmenin önemi ortaya çıkmaktadır. 5. etkinlikte öğrencilere ağırlığın farklı ortamlarda değiştiğini öğretmek amacıyla öğrencilerden, simülasyon ara yüzünde yer alan kabak, köpek ve karpuz nesnelerinin ağırlıklarını farklı ortamlarda ölçmeleri istenmiştir. 6. etkinlikte 5. etkinlikte yapılan uygulamaların sonuçlarına bağlı olarak çıkarımlarda bulunmaları istenmiştir. Öğrenciler de bu etkinlikte, “Yerçekimi değiştiği için ağırlık da değişti”, “Ağırlık farklı ortamlarda değişir.”, “Gezegenlerin büyüklüğüne bağlı olarak ağırlık da değişti.” açıklamaları gelmiştir. Bu doğrultuda öğrencilerin simülasyon ara yüzündeki etkileşimlerden yararlanarak ağırlığın farklı ortamlarda değiştiğini öğrendiğini söyleyebiliriz. 7. etkinlik, öğrencilerin yerçekiminin farklı ortamlarda değiştiğini öğrenmelerini sağlamak için gerçekleştirilmiştir. 8. etkinlikte ise 7. etkinlikten elde edilen sonuçlara göre bir sıralama yapılması istenmektedir. Bu etkinliklerde öğrencilerin bir kısmı yorum yapmamışlardır. Fakat yorum yapan öğrenciler doğru yanıtlar vermişlerdir.

D2 deney grubunda kullanılan çalışma yapraklarında da öğrencilerin öğrendiklerini günlük hayatla bağdaştırmalarını sağlamak amacıyla değerlendirme sorularına yer verilmiştir. Çalışma yaprağının ilk değerlendirme sorusunda öğrencilerden elde edindikleri deneyimlere bağlı olarak kütle, ağırlık ve yerçekimini tanımlamaları istenmiştir. Öğrenciler “Kütle değişmeyen madde miktarıdır.”, “Yerçekimi ağırlık ve kütleyle bağlı olarak değişir.”, “Ağırlık yerçekimine göre değişen kuvvet” şeklinde açıklamalarda bulunmuşlardır. Fakat D2 deney grubu öğrencilerinin bir kısmı bu soruyu yanıtlamamışlardır. Elde edilen bu verilerden D1 deney grubunun kütle, ağırlık ve yerçekimi kavramları hakkında daha detaylı bilgiler verebildikleri söylenebilir.

D2 deney grubunun 2. değerlendirme sorusunda (çalışma yaprağının 10. etkinliği) ise Dünya'nın şeklinin geoit olmasının yerçekimi kuvvetini etkileyip etkilemeyeceği sınıanmaktadır. Bu doğrultuda öğrencilerin yanıtları “Yerin merkezine olan uzaklığa bağlı

olarak yerçekimi de değişir” şeklinde olmuştur. Fakat diğer sorularda olduğu gibi bu soruda da öğrencilerin bir kısmı soruyu yanıtlayamamış ya da eksik açıklama yapmışlardır. Elde edilen veriler, D1 deney grubundan elde edilen verilerle kıyaslandığında ise D1 deney grubunun daha bilimsel açıklamalarda bulunduğu ortaya çıkmıştır.

D1 ve D2 deney gruplarındaki öğrencilerin yapılan uygulamalardan sonra yerçekimi, kütle ve ağırlıkla ilgili açıklamalarında değişmeler belirlenmiştir. Öğrencilerin yaptıkları açıklamalarda kullandıkları Haptic ya da simülasyon ara yüzünden örnekler vermesinden kullanılan teknolojilerin kavram yanılgılarının değiştirilmesi ve giderilmesinde etkili olduğunu ortaya koymuştur. Tablo 27’de Haptic ve simülasyon grubundaki öğrencilerin yerçekimi, kütle ve ağırlık kavramlarına yönelik açıklamalarına örnekler verilmektedir.

Tablo 27. Öğrencilerin çalışma yapraklarında yerçekimi, kütle ve ağırlıkla ilgili yaptıkları açıklamalar

Kavram	Grup	Açıklama
Yerçekimi	D1	“Yerçekimi olan yerlerde zarı hapticle hareket ettirmek zor oluyor. “ “Yerçekimi olan ortamda top fazla zıplamıyor.” “Yerçekimi olan yerlerde kuvvet hissettim olmayan yerlerde ise hissetmedim.”
	D2	“Yerçekimi=ağırlık/kütle”
Kütle	D1	“Yerçekimiyle kütle değişmemektedir. Çünkü zarın kütlesi değişmiyor.”
	D2	“Maddelerin kütleleri hiçbir yerde değişmedi.”
Ağırlık	D1	“Dünya ve Jüpiter’de ağırlık çok farklı. Çünkü Jüpiter’de zarı kaldırmak için çok zorlandım.”
	D2	“Yerçekimi değişince ağırlık da değiştii.” “Yerçekimi ağırlığı etkilemektedir.”

Çalışma yapraklarında yapılan uygulamaların günlük hayatla ilişkilendirilmesi, özetlenmesi ve farklı durumlara uyarlanması bağlamında değerlendirme sorularına yer verilmiştir. Her iki grubun çalışma yaprağının değerlendirme kısmındaki açıklamaları bu nedenle Tablo 8’de (s. 56) verilen kategorilere göre analiz edilmiştir. Elde edilen veriler ise Tablo 28’de verilmektedir.

Tablo 28. Çalışma yapraklarındaki soruların kategorilere göre dağılımı

Soru	TA+KA %		KYA+YA %		A+B %	
	D1	D2	D1	D2	D1	D2
1	68.96	58.62	13.79	13.79	17.24	20.68
2	65.51	55.17	20.68	6.89	13.79	31.03

Tablo incelendiğinde çalışma yapraklarındaki değerlendirme sorularında deney grubundaki öğrencilerin D2 deney grubundaki öğrencilerden daha fazla açıklayıcı bilgiler sundukları görülmektedir. Öğrenciler uygulamalardan sonra yerçekimi, kütle ve ağırlık kavramlarını ön teste göre daha iyi bir şekilde açıklamışlardır. Dünya'nın şekline bağlı olarak yerçekiminin ekvator ve kutuplarda değişebildiğini yorumlayabilmişlerdir. Kavram yanılgıları içeren cümleler ise Haptic grubunda daha fazla ortaya çıkmıştır. Fakat D2 grubunda soruyu boş bırakan ya da ilgisiz cevap veren öğrencilerin sayısı fazla olmuştur. Bütün bu durumları göz önünde bulundurularak bir değerlendirme yapmak gerekirse, hapticin uygulandığı D1 grubunun D2 deney grubundan daha başarılı olduğu söylenebilir.

3.4. Gözlemlerden Elde Edilen Bulgular

Bu kısımda çalışmada uygulamalar gerçekleştirilirken araştırmacının aldığı notlardan ve video kayıtlarından yararlanılarak elde edilen bulgular yorumlanarak sunulmaktadır.

3.4.1. Haptic Uygulamaları Sırasında Yapılan Gözlemlerden Elde Edilen Bulgular

D1 deney grubunda öğrencilerin konuya dikkatini çekmek ve kavram yanılgılarını belirlemek amacıyla sorulan sorulara öğrenciler tarafından yanlış tanımlamalar yapılmıştır. Çalışmada bazı öğrenciler öğretmenin sorduğu sorulara cevap verirken, diğer bir kısım öğrenci ise kendi aralarında sessizce soruları tartışmaya başlamışlardır. Yapılan ön testler sonucunda da D1 deney grubundaki öğrencilerin yerçekimi, kütle ve ağırlık kavramlarıyla ilgili farklı yanılgılara sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu doğrultuda gözlemlerden elde edilen verilerin ön testlerden elde edilen verilerle paralellik gösterdiği söylenebilir.

Uygulamada, Haptic ve Haptic'in simülasyon arayüzü tanıtılırken öğrenciler öğretmeni dikkatle dinlemiştir. Bu durum Haptic ve Haptic'in simülasyon arayüzünün

öğrenciler tarafından ilk defa görülmesinden kaynaklanabilir. Çalışma yaprakları dağıtıldığında ise öğrencilerin hepsi kâğıttaki soruları okumaya başlamışlardır ve öğretmenin kavram karikatürüyle ilgili sorduğu soruları cevaplamak için katılım göstermişlerdir (Şekil 23).



Şekil 23. D1 deney grubundaki öğrenci çalışma yaprağındaki sorulara yönelik görüş belirtirken

Uygulamalar sırasında ise öğrenciler öncelikle yapılan uygulamaları izlemişler daha sonra çalışma kâğıdına gözlem ve düşüncelerini yazmışlardır. Öğrenciler çalışma yapraklarını doldururken özellikle Haptic'in simülasyon arayüzünde görmüş oldukları ve Haptic cihazıyla hissettikleri durumları kullanarak açıklamalarda bulunmuşlardır. Bu doğrultuda Haptic'in yerçekimi, kütle ve ağırlık kavramlarını öğrencilerin anlayabileceği şekilde somutlaştırdığı söylenebilir. Öğrenciler çalışma yapraklarını doldururken öğretmen de öğrencilerin çalışma yaprağıyla ilgili sorularını yanıtlamıştır. Soruları kendi gördükleri ve hissettiklerine göre yazmaları istense de, öğrenciler arkadaşlarıyla tartışarak çalışma yapraklarını doldurmuştur. Fakat Haptic'te öğrencilere tek tek uygulama yaptırmak, etkileşimler ve simülasyon arayüzü projektörle gösterilmesine rağmen öğrencilerin sıkılmasına neden olmuştur. Bütün öğrencilerin Haptic'le uygulama yapmak istemesi ve cihazın bir tane olması sınıfta gürültülere sebebiyet vermiştir. Bu nedenle uygulamalarda öğrencilerin bir tane Haptic cihazının kullanılmasının çalışma sonuçlarını pozitif etkileyeceği söylenilebilir.

3.4.2. Kontrol Grubu Uygulamaları Sırasında Yapılan Gözlemlerden Elde Edilen Bulgular

Çalışmada dikkat çekme amaçlı yöneltilen sorulara belirli öğrencilerin katılımı sağlanmıştır. Bu durum uygulamada kullanılan düz anlatım ve soru cevap yöntemlerinin öğrencilerin ilgilerini çekmek için yeterli olmadıklarının bir göstergesidir. Soruları yanıtlayan öğrenciler ise kavram yanlışları içeren tanımlamalar yapmışlardır. Nitekim ön testlerden elde edilen bulgularda da kontrol grubunun kavram yanlışlarına sahip olduğu belirlenmiştir. Uygulamalar sırasında öğrencilerin büyük bir kısmı derse dikkatle dinlese de belirli sayıda öğrencinin derse ilgi göstermediği görülmüştür (Şekil 24).



Şekil 24. Kontrol grubundaki öğrencilere konu anlatımı yapılırken

Çalışmada soruları cevaplayan ya da cevaplamak isteyen öğrencilerin kitaplara bakarak ve arkadaşlarıyla tartışarak soruları cevaplamaya çalıştıkları tespit edilmiştir. Sınıf tartışmaları sırasında öğrenciler birbirlerine kavram yanlışlarını söylemiş ve düzeltmelerde bulunmuşlardır. Öğrencilerin olayları beyinlerinde tam canlandıramamaları nedeniyle olaylar tahtaya çizilerek anlatılmaya çalışılmıştır. Bu durum da düz anlatım yönteminin ne kadar etkili kullanılırsa kullanılsın soyut kavramaları öğrencilere anlatmak için yetersiz olduğunu ve öğretmenin bu nedenle farklı yöntemlerle ve materyallerle düz anlatım yöntemini desteklemesi gerektiğini göstermektedir.

Uygulamanın ikinci saatinde ise öğrencilerin ilgisi dağılmış ve derste birbirleriyle konuşmaya başlamışlardır. Derste tam bir hâkimiyet sağlanamamış öğrenciler farklı şeylerle ilgilenmişlerdir. Öğretmen sürekli öğrencilere “*konuşmuyoruz*” demek zorunda kalmış ve derse belli öğrenciler katılmıştır. Konu anlatımı kısa sürmesine rağmen,

öğrencilerin konuyu anlamaması nedeniyle sürekli tekrarlar yapılmış ve tahtada çizimler yapılarak açıklanmaya çalışılmıştır. Dersin sonuna doğru öğrencilere tekrarlar yaptırılmıştır ve bazı öğrencilerin kavramları anlamadıkları belirlenmiştir. Bu nedenle öğretmen tekrar tahtaya çizimler yaparak konuyu anlatmaya çalışmıştır. Anlamayan öğrencilerin kavramları tanımlayan arkadaşlarını dinlemeleri istenmiştir. Ayrıca öğrencilere kavramlar, günlük hayattan örnekler verilerek açıklanmaya çalışılmıştır. Elde edilen bu veriler göz önünde bulundurulduğunda öğretmenin yerçekimi, kütle ve ağırlık kavramlarını öğrencilere anlatmak için birçok kez tekrarlar yapması gerektiği anlaşılmaktadır. Bunun yanında bulgular D1 deney grubu gözlem verileriyle kıyaslandığında da kontrol grubunda, öğretmenin uygulamalar sırasında D1 deney grubuna göre öğrencilerin kavramları anlaması için çok fazla tekrarlar yapmak zorunda kaldığı tespit edilmiştir.

3.4.3. Simülasyon Uygulamaları Sırasında Yapılan Gözlemlerinden Elde Edilen Bulgular

Derse başlamadan önce simülasyon arayüzünün tahtaya yansıtılması öğrencilerin dikkatini çekmiştir. Konuya geçmeden sorulan sorulara cevap vermeye çalışmışlardır (Şekil 25). Bu sırada öğrenciler yanılığlı açıklamalarda bulunmuşlar ve arayüzdeki görsellere bağlı olarak konuyla ilgili sorular sormuşlardır. Simülasyon arayüzü öğrencilere tanıtıldıktan sonra öğrencilerin konuya olan ilgisi daha da artmıştır ve birçok öğrenci görüşlerini belirtmeye başlamıştır. Çalışma yaprakları dağıtıldığında sınıfta gürültü artmıştır. Bazı öğrencilerin kavram karikatürü dikkatlerini çektiğinden çalışma yaprağını incelemeye başlamışlardır. Simülasyonla uygulamaya bütün öğrenciler istek göstermişlerdir. Öğrenciler tek tek uygulama yaparken bazı öğrenciler çalışma yaprağındaki soruları kendi aralarında tartışarak cevaplamaya çalışmışlardır. Fakat bazıları da dersten koparak yanındaki arkadaşıyla konuşmaya başlamıştır.



Şekil 25. D2 deney grubundaki öğrenci öğretmenin sorduğu soruyu yanıtlarken

3.5. Mülakatlardan Elde Edilen Bulgular

Bu kısımda, çalışmada yerçekimi, kütle ve ağırlık kavramalarını öğrencilerin öğrenmesini sağlama amacıyla yapılan üç farklı uygulamanın birbirlerine göre etkiliklerini, sınırlılıklarını, üstünlüklerini belirlemek amacıyla gerçekleştirilen mülakatlardan elde edilen bulgular sunulmaktadır.

3.5.1. Öğretmenin Kullanılan Üç Yöntemle İlgili Görüşleri

Kullanılan üç yöntemin etkililiğini belirleme, kullanım yararlarını, sınırlılıklarını, birbirlerine göre eksiklik ya da üstünlüklerini daha iyi bir şekilde ortaya çıkarabilmek için öğrencilerin Fen ve Teknoloji öğretmeniyle mülakat yapılmıştır. Mülakata başlamadan önce hazırlanan yedi soru öğretmene yöneltilmiştir. Görüşmelere ve ortaya çıkan fikirlere bağlı olarak araştırmacı gerek duyduğunda farklı sorulardan da faydalanılmıştır.

Mülakatta öğretmene öncelikle “Kullandığınız üç yöntemi öğrencilerin sınıftaki aktifliklerini dikkate alarak karşılaştırır mısınız?” araştırma sorusu yöneltilmiştir. Öğretmen Haptic’in öğrencilerin daha önce görmediği bir cihaz olması nedeniyle dikkatlerini çektiği ve dersi daha ilgili bir şekilde dinlediklerinden bahsetmiştir. Ayrıca uygulamanın son saate denk gelmiş olmasına rağmen öğrencilerin derse normalden daha fazla ilgi gösterdiklerine de değinmiştir. Öğrencilerin maddi durumlarının iyi ve birçoğunun akademisyen çocuğu olması nedeniyle simülasyonun öğrencilerin ilgisini ve dikkatini çok fazla çekmediğini belirtmiştir. Öğretmenin bu araştırma sorusuna yönelik görüşleri doğrudan alıntılarla aşağıda verilmektedir.

“D1 deney grubu çok dağınık bir sınıf olmasına rağmen çok da verimsiz bir saatte olmasına rağmen Haptic yöntemini kullandığımızda çok dikkatli ders dinlediler. Yani katılımı da daha güzeldi. Hem de dikkatlerini çekti. İlgilerini çok çekti daha doğrusu. Kontrol grubundaki klasik ders anlatma zaten klasikti. Ki çok da verimli bir saatte anlatmamıza rağmen haptic kadar ilgi çekmedi. Simülasyon ise çocuklar zaten bilgisayara çok alışkınlar. Yani o tarz etkileşimleri daha önce yaşadıkları çok fazla ilgilerini çekmedi ve katılım fazla olmadı.”

Öğretmene mülakat sırasında ikinci olarak “Derslerde öğrencilerin ilgilerini çekmede hangi yöntem daha etkili oldu? Sizce oluşan sonucun arkasındaki etmenler neler olabilir?” sorusu yöneltilmiştir. Öğretmen burada da öğrencilerin cihazı hiç görmemesi ve Haptic’in hissetme olanağı sunmasının öğrencilerin çok fazla dikkatlerini çektiğini belirtmiştir. Simülasyonun ise Haptic kadar dikkat ve ilgi çekici özelliklerinin olmasına rağmen öğrencilerin bu tarz yazılımlara alışkın olduklarını, evlerinde bu yazılımlarla ders çalıştıklarını ifade etmiştir. Başka bir deyişle simülasyonun bilgisayarı kullanma olanağı olmayan öğrenciler için de çok ilgi çekici olabileceğinin de altını çizmiştir. Öğretmenin bu araştırma sorusuna yönelik doğrudan alıntıları aşağıdaki gibidir;

“Kontrol grubu başarı seviyesi yüksek bir sınıf. Kontrol grubunda daha dikkatli öğrenci grubu var. Deney grubunda ise 10 öğrenci sınıfta yok gibi. Kontrol grubunda ilgisiz öğrenci sayısı 4-5 taneyi geçmez. Öğrencilerin en çok Haptic ilgisini çekti. Aleti bir defa hiç görmediler ve hissetme olayı da değişti. Fakat simülasyonda da benzer özellikleri görmek mümkün. Mesela bana göre bir köyde bilgisayar oynamayan öğrencilere gidip simülasyon yöntemini uygulaysanız o da çok ilgilerini çekerdi. Ama bizim öğrencilerimiz bir sürü sitelere girip de orda ders çalıştıkları için o tarz şeylere çok alışıklar. “

Öğrencilerin öğrenmelerini kolaylaştıran yöntemi açık ve net olarak ortaya çıkarabilmek amacıyla öğretmene “Öğrencilerin konuları öğrenmesinde size göre hangi yöntem etkili oldu? Neden? “ sorusu yöneltilmiştir. Öğretmen, önceki sorularda olduğu gibi Haptic’in öğrencilerin dikkatini çektiğini ve öğrencilerin dersi ilgili bir şekilde

dinlemelerini sağladığını ifade etmiştir. Bu durum, Haptic'in öğrencilerin daha önce sanal ortamda hissetme deneyimi yaşamamış olmalarından kaynaklanabilir. Nitekim öğretmenin "Değişik olduğu için çocuklar dinlediler yani ilgilerini çekti." şeklinde açıklama yapması elde edilen sonucu destekler niteliktedir.

"Kullandığınız üç yöntemin avantajları ve dezavantajları size göre nelerdir?" araştırma sorusunda ise öğretmen genellikle Haptic'in fayda ve sınırlılıklarından bahsetmiştir. Haptic'in öğrencilerin dikkat ve ilgilerini çekmede etkili fakat her öğrenciye tek tek uygulama yaptırmanın zaman alıcı olduğunu ifade etmiştir. Bu nedenle Haptic uygulamalarının 20 kişilik bir sınıfta daha rahat yapılabileceği söylenebilir. Aksi takdirde çalışma yaprakları da kullanılmayan bir uygulamada daha fazla gürültü olacak ve öğrenci ilgisi dağılacaktır. Bu çalışmada öğrencilere çalışma yaprakları dağıtılmasına rağmen uygulama esnasında sınıfta gürültü oluşumu engellenememiştir. Öğretmenin de bu konuya yönelik görüşleri şu şekilde olmuştur;

"Haptic'in avantajı ilgilerini çektiği için daha dikkatli dinlediler. Dezavantajı da her öğrencinin tek tek kullanması zaman kaybı oldu. Klasikte bir tek kulağa hitap ediyorsunuz tahtada şekil çiziyorsunuz ama kulağa hitap etmek bazen yeterli olmuyor."

"Elinizde olsa bu üç yöntemi birleştirerek mi kullanırdınız yoksa sadece birini mi tercih edersiniz? Neden?" araştırma sorusu öğretmenin yöntemlerin hangi özelliklerini öğrencilerin öğrenmesinde daha etkili bulduğunu belirlemek amacıyla sorulmuştur. Öğretmenin görüşlerine göre haptic ve simülasyon geleneksel yöntemlere göre daha etkili olmuştur. Öğretmenin verdiği bilgilerden uygulamalarda kullanılan Haptic'in görsel olarak öğrencilerin ilgisini çekilememesi durumunda simülasyonun etkili olabileceği ortaya çıkmaktadır. Söz konusu durum görselliğin dikkat çekme açısından yadsınamayacak ölçüde önemli olduğunu göstermektedir. Öğretmenin araştırma sorusuna yönelik görüşleri ise aşağıdaki şekildedir;

"Aslında Haptic'le simülasyonu karıştırıp kullanabilirim. Tek taraflı kalmam. Çünkü Haptic'le ilgisi çekilemeyen öğrencinin ilgisi belki simülasyonlarla çekilebilir."

“Uygulama sırasında öğrencilerden konuya yönelik farklı sorular geldi mi? Hangi yöntemde bu durumla daha açık bir şekilde karşılaştınız?” araştırma sorusuyla kullanılan yöntemlerden öğrencilerin konuları merak ederek soru sorma ihtiyacı hissetmelerine neden olup olmadığı araştırılmaktadır. Fakat öğretmenin yaptığı açıklamalar Haptic ve simülasyondaki görsellik ve hissetme özelliklerinin, öğrencilerin kafalarındaki sorulara yeterli cevap verdiği yönünde olmuştur. Kontrol grubunda ise öğrencilerin konuyu anlamadıkları için fazla soru sorduklarını belirtmiştir. Öğretmenin bu duruma yönelik görüşleri doğrudan alıntılarla aşağıda verilmektedir.

“Kontrol grubu klasik anlatım olduğu için anlamakta zorlandılar. O nedenle çok fazla soru yönelttiler. D1 ve D2 deney grupları konuyu anladıkları için çok ihtiyaç hissetmediler. Kontrol grubunun sorduğu soruları onlar zaten anlamıştı. Haptice anladıkları için çok fazla soru sorma ihtiyacı duymadılar. Çünkü D1 deney grubu her ne kadar dağınık bir sınıf olsa da çok güzel sorular soran çocuklar da var onların içinde. Soru gelmemişse konuyu anlamışlardır.“

3.5.2. Derslerde Haptic, Simülasyon, Düz Anlatım ve Soru Cevap Kullanımı Hakkında Öğrenci Görüşleri

Yapılan uygulamalara yönelik öğrenci görüşlerini almak amacıyla D1, D2 deney ve kontrol gruplarındaki 3'er öğrenciyle mülakatlar yürütülmüştür. Bu öğrenciler son testte başarılı orta ve başarısız öğrencilerden seçilmiştir. Öğrencilerin isimleri kullanılmamış bunun yerine kodlamalardan yararlanılmıştır.

Haptic kullanılan deney grubundaki öğrencilere ilk olarak “Hapticle işlediğiniz dersin daha önce işlediğiniz derslerden farkı var mıydı? Eğer varsa bu farkları açıklar mısınız?”, simülasyon kullanılan deney grubundaki öğrencilere ise “Simülasyonla işlediğiniz dersin daha önce işlediğiniz derslerden farkı var mıydı? Farklıysa neler farklıydı?” araştırma sorusu yöneltilmiştir. Kontrol grubundaki öğrencilere ise “Öğretmeninizin kavramları anlatarak öğretmeye çalışması ders dinleme isteğinizi nasıl etkiliyor?” araştırma sorusu yöneltilmiştir. Böylelikle kullanılan üç yöntemi birbirinden ayıran özellikler ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. Öğrencilerin mülakatlarından elde edilen verilerden oluşturulan temalar Tablo 29’da gösterilmektedir.

Tablo 29. Kullanılan üç yöntemi birbirinden ayıran özellikler

D.Y.F Ö	Kalıcılık	Eğlence	Görsellik	Hissetme	Kolay Anlama	Hataları Görebilme	Günlük Hayattan Örnekler	Gerçekçi Deneyimler	Alan Dili	Uygulama	Uygulama Yapmama	Yazı Yazdırma	Ayrıntıya Girememe
H1	Bilginin uzun süre kullanımı	Uygulamalarda eğlenerek öğrenme	-	-	-	-	-	-	-	Deneyerek öğrenme ve daha iyi anlama	-	-	-
H2	Daha kalıcı bilgi edinimi	-	-	-	-	-	-	-	-	Uygulamayla isteklilik sağlama	-	-	-
H3	-	-	Görselliğin anlamayı kolaylaştırması	Yapılan uygulamaların hissedilmesi	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S1	Uygulamanın ve bilginin kalıcılığı	-	-	-	Daha kolay anlama	-	Simülasyondaki uygulamanın günlük hayattan olması	Sınıfta deney yaparmış gibi hissetme	-	-	-	-	-
S2	-	-	-	-	Uygulama ve kolay anlama	Birden fazla uygulamayla hataları görme	-	-	Alan Dilinin öğrenci seviyesine göre düzenlenmesi	-	-	-	-
S3	-	-	-	-	Daha kolay anlama	-	-	-	-	-	-	-	-
K1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Konuları ayrıntılı anlatmama
K2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Aşırı derecede yazı yazdırma	-
K3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Deney yapmama	-	-

Ö: Öğrenci D.Y.F. : Diğer Yöntemlerden Farkı

-: Görüş Belirtilmedi

Tablo 29' a göre H1 olarak kodlanan öğrenci mülakatlarda öğretmenin sürekli konu anlatımı yapmasının ve tahtaya yazı yazmasının sıkıcı olmasından bahsetmiştir. H1'e göre Haptic'le yapılan uygulama öğrenilenlerin kalıcı olmasını, dersin eğlenceli geçmesini ve deneyerek öğrenmeyi sağlamaktadır. H2 olarak kodlanan öğrenci ise uygulamaların öğrencilerde isteklilik oluşturduğunu ve öğrenilenlerin kalıcılığına katkıda bulunduğunu belirtmiştir. H3 diğer öğrencilerden farklı olarak simülasyon ara yüzünün görsel olması ve Haptic'in sanal ortamdaki olayları hissettirmesi nedeniyle anlamayı kolaylaştırdığını açıklamıştır. Öğrencilerin yaptıkları açıklamalardan Haptic'le yapılan uygulamaların anlamayı kolaylaştırdığı, öğrenmede kalıcılığı ve deneyerek öğrenme olanağı sağladığı, derse katılımı arttırdığı söylenebilir. Bu veriler de öğretmenle yapılan mülakat verileriyle uyduğundan çalışmadan çıkarılan sonuçların tutarlılık gösterdiği söylenebilir. Aşağıda H3'ün bu konudaki görüşleri verilmektedir.

“Görsel olarak bazı şeyleri yaptığımız için diğer derslere oranla daha fazla anlaşılıyor. Haptic'le yaptığımızda kendi elimizle olayları hissettik. Hapticle uygulama yapmayla öğretmenin anlatması arasında büyük bir fark var. Sonuçta her ders önemli yerleri anlatır veya yazar. Öğrenci yazmaktan veya dinlemekten sıkılabilir. Haptic'le bunu görsel olarak yaptığımızda ise böyle bir sorunla karşılaşmayız.”

S1 olarak kodlanan öğrenci simülasyonla yapılan uygulamaların bilgilerinin kalıcılığını sağladığını, başka bir deyişle öğrendiklerini unutmadığını belirtmiştir. Ayrıca simülasyondaki arayüzün günlük hayattan örnekler içerdiğini ve uygulamaları bilgisayarda değil de sınıfta yapıyormuş gibi hissettiğini sözlerine eklemiştir. S2 uygulama yaparak kavramları daha kolay anladığını ve birden fazla yapılan uygulamanın hatalarını görmede etkili olduğunu ifade etmiştir. S3 ise kavramları diğer derslere göre daha iyi anladığını açıklamıştır. Öğrencilerin görüşlerinden bir kısmı doğrudan alıntılarla aşağıda belirtilmektedir.

“Aslında çok farkı vardı. Uygulamalı işlediğimiz için akılda daha kalıcı oldu. Bu yüzden diğer derslere göre konuyu anlamamız daha kolay oldu. Diğer derslerde o kadar iyi anlayamıyorduk. Bana simülasyondaki örnek

gerçek hayattaki bir örnek gibi geldi. Sanki sınıfta deney yapıyormuş gibiydi bilgisayarda bir şey yapıyormuş gibi gelmedi. “

Kontrol grubunda yer alan K1, öğretmenlerinin derslerde konuları ayrıntıya girmeden yüzeysel anlattığından bahsetmiştir. K2 öğretmenin derslerde çok fazla yazı yazdırmasının bilgilerin kalıcılığını sağlamada yetersiz olduğunu belirtmiştir. K3 deney yaptıklarında konuları daha iyi anladığını fakat öğretmenin derslerde çok fazla deney yaptırmadığını ifade etmiştir. K2'nin belirttiği görüşlerden doğrudan alıntılar aşağıda verilmektedir;

“Öğretmenimiz çok fazla yazı yazdırıyor. Fakat sürekli yazı yerine bazen resimli anlatımlar tahtada yapsa daha akılda kalıcı olabilirdi.”

Belirtilen görüşlerden, kontrol grubundaki öğrencilerin derslerde konuları ayrıntıya girmeden ve uygulama yapmadan öğrendikleri ortaya çıkmaktadır. Bu durum edinilen bilgilerin kalıcı olmasını engellemektedir. Haptic ve simülasyonla ilgili görüşlerin ortak noktası ise yapılan uygulamalar ve öğrenilenlerin kalıcılığıdır. Haptic'i diğer yöntemlerden ayıran özellikler öğrencilere hissederek, görerek, eğlenerek, uygulama yaparak öğrenme olanağı sağlamasıdır. Simülasyonu diğer yöntemlerden ayıran özellikler ise günlük hayattan örnekler barındırması, gerçekçi deneyimler yaşatması, öğrencilere hatalarını kolaylıkla görme olanağı sağlaması ve öğretmenlerin kullandığı alan dilini öğrenci seviyesine indirebilmesidir. Bu bakımdan her iki yöntem olayları somutlaştırabilmektedir. Fakat simülasyonla ilgili yapılan tanımlamalar öğrenme ve anlamayı daha fazla ön plana çıkaran nitelikler taşımaktadır. Bu durum uygulamalarda kullanılan simülasyon arayüzünün öğrenci seviyesine ve konuya uygun bir şekilde oluşturulmasından kaynaklanmaktadır. Haptic'te ise arayüz simülasyondaki kadar görsel öğelerle desteklenmemiştir. Bu nedenle simülasyonun olayları öğrencilerin zihinlerinde daha fazla somutlaştırarak özümsemelerine yardımcı olduğu düşünülmektedir.

Mülakatta ikinci olarak Haptic'le uygulama yapan öğrencilere “Haptic konuyla ilgili soru sorma isteğinizi nasıl etkiledi?”, simülasyonla uygulama yapan öğrencilere de “Simülasyon öğretmene konuyla ilgili soru sorma isteğini nasıl etkiledi?” araştırma soruları sorulmuştur. Kontrol grubundaki öğrencilere ise “Öğretmeninizin kavramları anlatarak öğretmeye çalışması soru sorma isteğinizi nasıl etkiledi?” araştırma sorusu

yöneltilmiştir. Bu şekilde düz anlatım, simülasyon ve Haptic'in öğrencilerde farklı durumlara yönelik soru işaretleri oluşturup oluşturmadıkları incelenmiştir. Kontrol grubundaki öğrenciler "Konuları anlamak için çok fazla soru sorduk." şeklinde görüş belirtmişlerdir. Haptic ve simülasyonla uygulama yapan öğrenciler, akıllarına gelen soruların cevaplarını, simülasyonla ve Haptic'le yaptıkları uygulamalar sonucunda bulduklarını belirtmişlerdir. Bu doğrultuda, Haptic ve simülasyonun öğrencilerin kafasında oluşan durumları açıklayıcı geri bildirimler verdikleri düşünülebilir. S2 bu konudaki görüşlerini şu şekilde ifade etmiştir;

"Aklımdan pek bir soru oluşmadı. Çünkü simülasyon kafamdaki bütün sorulara cevap verdi."

Her üç gruptaki öğrencilere, "Yerçekimiyle ilgili dersten önce ne biliyordunuz? Uygulamaların, bilgilerinizde ne tür etkiler oluşturduğunu anlatır mısınız?" araştırma sorusu öğrencilerin önceden yanlış bildikleri kavramları değiştirip değiştirmediklerini öğrenmek için sorulmuştur. Elde edilen veriler temalar halinde Tablo 30'da verilmektedir.

Tablo 30. Yerçekimiyle ilgili önceden bilinenler ve öğrenilenler

Ö	Y.Ö.B.Ö	Önceden Bilinenler	Öğrenilenler
H1		Yerçekimini kuvvet olarak bilme	Gezegenlerin boyutlarına bağlı olarak uyguladıkları çekim
H2		-	-
H3		Yerçekimin sadece bir yere uygulandığını bilme	Her yere aynı anda bir çekim uygulama
S1		-	Gezegenlerin nesnelere uyguladığı çekim
S2		Çekirdekte mknatis olduğunu düşünme	Çekirdeğin nesnelere aynı anda çekim uygulaması
S3		Jüpiter'de yerçekimi olduğunu bilmeme	Nesnelere Jüpiter'de de bir çekim uygulanması
K1		Farklı gezegenlerde yerçekimi olmadığını düşünme	Yerçekiminin farklı gezegenlerde değiştiğini öğrenme
K2		-	-
K3		Farklı gezegenlerde yerçekimi olmadığını düşünme	Yerçekiminin farklı gezegenlerde değiştiğini öğrenme

Y.Ö.B.Ö: Yerçekimiyle İlgili Önceden Bilinenler ve Öğrenilenler Ö: Öğrenci -: Görüş Belirtmedi

Tablo 30 incelendiğinde, H1'in yerçekimini sadece kuvvet olarak bildiği, uygulamadan sonra gezegenlerin boyutlarına bağlı olarak değişen bir çekim olduğunu

öğrendiği görülmektedir. H2'nin önceki ve sonraki bilgilerinde bir değişme görülmemiştir. H3'ün yerçekiminin sadece Dünya'nın bir kısmına uygulandığını düşünürken Dünya'nın her yerinde yerçekimi uygulandığını öğrendiği anlaşılmaktadır. H3'ün bu konudaki görüşleri aşağıda verilmektedir.

“Eskiden ben yerçekimini sadece bir yere uygulanır diye biliyordum. Ama bir anda Dünya'nın her yerine çekim uygulandığını öğrendim.”

Simülasyonun kullanıldığı grup öğrencilerinden S1, yapılan uygulamalardan sonra yerçekimini gezegenlerin nesnelere uyguladığı çekim kuvveti olarak tanımlayabilmiştir. S2 Dünya'nın merkezinde bir mıknatıs olduğunu düşünürken gezegenlerin boyutlarına bağlı olarak nesnelere aynı anda bir çekim uyguladığını öğrenmiştir. S3 Jüpiter'de yerçekimi olmadığını düşündüğünü uygulamadan sonra Jüpiter'in de cisimlere bir çekim uyguladığını anladığını belirtmiştir. Öğrencilerin bu araştırma sorusuna yönelik görüşlerinden biri aşağıdaki gibidir;

“Öğretmenimiz Jüpiter'de ağırlığı ve yerçekimini göstermemiştii. Simülasyonla görmüş olduk. Jüpiter'de yerçekimi olduğunu öğrendim.”

Kontrol grubu öğrencilerinden K1 ve K3 daha önce farklı gezegenlerde yerçekimi olduğunu bilmediklerini, konu anlatımlarından sonra farklı gezegenlerde yerçekimi olduğunu öğrendiklerini ifade etmişlerdir. K2 ise bilgilerinde bir değişme olmadığını ifade etmiştir. Öğrencilerin bilgilerinde meydana gelen değişimi anlatan ifadeler aşağıdaki gibidir;

“Ben farklı gezegenlerde çekim olmadığını düşünüyordum. Derste başka gezegenlerde de yerçekimi olduğunu öğrendim.”

Tablo 30'a göre deney gruplarının yerçekimiyle ilgili önceden mevcut olan yanılgıları birbirine benzer özellikler göstermektedir. Haptic'le ve simülasyonla yapılan uygulamalar sonrasında öğrencilerin bilgilerinde benzer değişimler olmuştur. Her iki gruptaki öğrenciler yerçekimini etkileyen etmenleri ve yerçekiminin aynı anda

gezegenlerdeki bütün bölgelere uygulanmış olduğunu öğrenmişlerdir. Kontrol grubundaki öğrenciler ise farklı gezegenlerde yerçekiminin var olduğunu anlamışlardır.

“Kütleyle ilgili dersten önce ne biliyordunuz? Uygulamaların, bilgilerinizde ne tür etkiler oluşturduğunu anlatır mısınız?” araştırma sorusu da öğrencilerin kütleyle ilgili yanılgılarının uygulamalar sırasında değişip değişmediğini araştırmak için sorulmuştur. Elde edilen verilerden oluşturulan temalar Tablo 31’de gösterilmektedir.

Tablo 31. Kütleyle ilgili önceden bilinenler ve öğrenilenler

Ö \ K.Ö.B.Ö	Önceden Bilinenler	Öğrenilenler
H1	Ağırlıkla aynı olduğunu bilme Farklı ortamlarda değişme	Ortama göre değişmez
H2	Ağırlıkla kütle eş anlamlı	Madde miktarı
H3	Ağırlıkla kütle aynı anlamda kullanma	Kütle ortama göre değişmez
S1	Kütle ve ağırlığı aynı anlamda kullanma	Kütleyle ağırlığın farklı olduğunu öğrenme
S2	Kütle ve ağırlığı aynı anlamda kullanma	Kütleyle ağırlığın farklı olduğunu öğrenme
S3	Kütle ve ağırlığı aynı anlamda kullanma	Kütleyle ağırlığın farklı olduğunu öğrenme
K1	Kütlenin Uzay’da değiştiğini zannetme	Kütlenin değişmeyen madde miktarı olduğunu öğrenme
K2	Kütle ve ağırlığı aynı anlamda kullanma	Kütleyle ağırlığın farklı olduğunu öğrenme
K3	Kütle ve ağırlığı aynı anlamda kullanma	Kütleyle ağırlığın farklı olduğunu öğrenme

K.Ö.B.Ö: Kütleyle İlgili Önceden Bilinenler ve Öğrenilenler Ö: Öğrenci

Uygulamadan önce H1 kütleyle ağırlığı aynı anlamda kullanırken, kütlenin ağırlıktan farklı bir kavram olduğunu ve ortama göre değişmediğini öğrenmiştir. H2 ve H3 de ağırlıkla kütlenin aynı anlamda olduklarını düşünürken, kütlenin madde miktarı olduğunu ve ortama göre değişmediğini anlamışlardır. Öğrencilerin kütleyle ilgili yanılgılarındaki değişimi gösteren açıklamalar şu şekildedir;

“Ağırlıkla kütleyle birbirine benzer biliyorduk. Genelde bunların ikisini aynı anlamda kullanıyoruz. Derste ise kütlenin hiçbir yerde değişmediğini ağırlığın ise ortama göre değişeceğini öğrendik.”

Simülasyon grubundaki öğrenciler ise uygulamadan önce kütle ve ağırlık kavramlarını karıştırdıklarını ifade etmişlerdir. Uygulamadan sonra kütle ve ağırlığın farklı

olduğunu, ağırlığın yerçekimine bağlı olarak değişim gösterdiğini öğrendiklerini belirtmişlerdir. S2'nin bu araştırma sorusuna yönelik görüşleri aşağıdaki gibidir;

“Ağırlıkla kütleyi normal hayatta aynı şeylermiş gibi kullanıyorlar. O yüzden ağırlık kütle aynı şeylermiş gibi düşünüyordum. Kütlenin ağırlığa eşit olduğunu düşünüyordum. Fakat kütleyle ağırlığın farklı olduğunu öğrendim”

Kontrol grubundaki öğrencilerden K1 konu anlatımından önce kütlenin Uzay'da değişebileceğini düşündüğünü ifade etmiştir. Konu anlatımlarından sonra kütlenin değişmeyen madde miktarı olması nedeniyle ortama göre değişmediğini öğrendiğini belirtmiştir. K2 ve K3, K1'den farklı olarak kütle ve ağırlığın aynı anlama geldiğini düşündüklerinden bahsetmişlerdir. Konu anlatımından sonra kütle ve ağırlığın farklı kavramlar olduklarını ve farklı anlamlar içerdiklerini anlamışlardır.

“Ben önceden ağırlıkla kütlenin aynı şeyler olduğunu düşünüyordum. Ama ağırlık konusunu işlediğimizde ağırlıkla kütlenin farklı şeyler olduğunu öğrendim.”

Tablo 31'den de anlaşıldığı üzere bütün gruplardaki öğrenciler uygulamalardan önce kütle ve ağırlık kavramlarının aynı anlama geldiği konusunda yanılgılara sahiptir. Uygulamalardan sonra ise öğrenciler kütlenin değişmeyen madde miktarı olduğunu öğrenmişlerdir.

“Ağırlıkla ilgili dersten önce ne biliyordunuz? Uygulamaların, bilgilerinizde ne tür etkiler oluşturduğunu anlatır mısınız?” araştırma sorusu ise öğrencilerin ağırlık kavramıyla ilgili sahip oldukları yanılgılarda bir değişme meydana gelip gelmediğini araştırmak amacıyla sorulmuştur. Öğrencilerin vermiş oldukları yanıtların tema ve alt temalara getirilmiş hali Tablo 32'de verilmektedir.

Tablo 32. Ağırlıkla ilgili önceden bilinenler ve öğrenilenler

Ö	Önceden Bilinenler	Öğrenilenler
H1	Cismin elime gelen ağırlığı	Ağırlık yerçekimine bağlı değişir
H2	Kütleyle aynı anlamda kullanma	Ağırlık yerçekimine bağlı değişir
H3	Kütleyle aynı anlamda kullanma	Ağırlık yerçekimine bağlı değişir
S1	Yerçekimiyle ağırlık arasındaki ilişkiyi bilmeme	Ağırlıkla yerçekimi arasında ilişki olduğunu öğrenme
S2	Ağırlığın hiçbir yerde değişmemesi	Ağırlığın yerçekimine göre değişmesi
S3	Jüpiter’de cisimlerin ağırlığının olduğunu bilmeme	Jüpiter’deki yerçekimine bağlı olarak cisimlerin ağırlığının olması
K1	Ağırlığın Dünya’nın her yerinde aynı olduğunu düşünme	Ağırlığın Dünya’nın farklı yerlerinde değiştiğini anlama
K2	Kütleyle aynı anlamda kullanma	Ağırlığın kütleden farklı bir kavram olduğunu öğrenme
K3	Kütleyle aynı anlamda kullanma	Ağırlığın kütleden farklı bir kavram olduğunu öğrenme

A.Ö.B.Ö: Ağırlıkla İlgili Önceden Bilinenler ve Öğrenilenler Ö: Öğrenci

Tablo incelendiğinde Haptic’le uygulama yapan öğrencilerin kütle ve ağırlık kavramlarını aynı anlamda kullandıkları, uygulamadan sonra ise ağırlığın yerçekimine bağlı olarak değiştiğinin farkına vardıkları anlaşılmıştır. H2’nin ağırlıkla ilgili uygulamadan önce ve sonraki düşünceleri aşağıdaki gibi olmuştur.

“Ağırlık bana her zaman normal bir şeymiş gibi geliyordu. Ama bu dersten sonra ağırlığın bir kuvvet olduğunu öğrendim. Daha ilginç gelmeye başladı. Yerçekimine göre değiştiğini öğrendim. Bu da ağırlığın daha önemli olduğunu öğrenmemi sağladı.“

Simülasyon kullanılan grupta bulunan öğrencilerinden S1, uygulamalardan önce yerçekimiyle ağırlık arasındaki ilişkiyi bilmediğini, uygulamadan sonra ağırlığın yerçekimine bağlı olarak değiştiğini ifade etmiştir. S2 ağırlığın hiçbir etmene bağlı olarak değişmediğini bildiğini fakat uygulamalarda bunun yanlış olduğunun farkına vardığını açıklamıştır. S3 ise Jüpiter’de yerçekimi olmadığından nesnelere ağırlığının da olmayacağını düşündüğünü, uygulamadan sonra yerçekiminin en fazla Jüpiter’de olduğunu ve ağırlığın da buna bağlı olarak arttığını öğrendiğini belirtmiştir.

“Ben kütleyle ağırlığın aynı olduğunu düşünüyordum aslında. Ağırlıkla kütle normal hayatta aynı şeylermiş gibi kullanıyorlar. O yüzden ağırlık kütle aynı şeylermiş gibi düşünüyordum. Kütlenin ağırlığa eşit olduğunu düşünüyordum.”

Kontrol grubundaki K1 konu anlatımından önce ağırlığın Dünya'nın her yerinde aynı olduğunu bildiğini, uygulamadan sonra ağırlığın değişebildiğini öğrendiğini ifade etmiştir. K2 ve K3 ise ağırlıkla kütlenin aynı anlama geldiklerini düşünürken ikisinin farklı kavramlar olduklarını öğrenmişlerdir. K3'ün bu araştırma sorusuna yönelik cevabı aşağıdaki gibi olmuştur.

“Ağırlıkla kütlenin aynı şeyler olduğunu düşünüyordum. İlk konuyu gördüğümüzde biraz şaşırđım.”

Tablo 32'den Haptic'le uygulama yapan öğrencilerin kütle ve ağırlığın farklı anlamda olduğunu öğrendikleri anlaşılmaktadır. Simülasyon grubu öğrencilerinin ağırlığın farklı ortamlarda değişebileceği ve cisimlerin Jüpiter'de ağırlıklarının olabileceğini öğrendikleri görülmektedir. Kontrol grubu öğrencilerinin ise Dünya'nın farklı yerlerinde ağırlığın değişebileceği, kütle ve ağırlığın farklı anlamlarda olduğu konusunda bilgi edindikleri ortaya çıkmaktadır.

“Haptic'in simülasyon ortamında olayları hissettirme özelliği, konuyu anlamanızı nasıl etkiledi?” araştırma sorusu hissetmenin kavram yanılgılarını değiştirmedeki etkisini ortaya çıkarmak için Haptic grubundaki öğrencilere yöneltilmiştir. Öğrencilerin belirttikleri düşünceler Tablo 33'te verilmektedir.

Tablo 33. Hissetmenin öğrenci öğrenmelerine etkisi

H.Ö.Ö.E Ö	Kalıcılık	Anlama	Ayırt Etme
H1	Bilgilerin kalıcılığını sağlama	-	-
H2	-	Konuları anlamayı kolaylaştırma	-
H3	-	-	Yerçekimi ve yerçekimsiz ortamı ayırt edebilme

H.Ö.Ö.E: Hissetmenin Öğrenci Öğrenmelerine Etkisi Ö: Öğrenci

H1 hissetmenin bilgilerinin kalıcılığını sağladığını, H2 konuyu daha iyi anlamasına yardımcı olduğunu ifade etmiştir. H3 ise yerçekimi ve yerçekimsiz ortamı daha somut bir şekilde öğrenerek ayırt edebildiğini söylemiştir. Elde edilen verilerden Haptic'in öğrencilerin olayları daha iyi ayırt etmesini sağlayarak kavramları kalıcı bir şekilde öğrenmeye yardımcı olduğu söylenebilir. H3'ün bu araştırma sorusuna yönelik görüşlerinden doğrudan alıntılar aşağıda verilmektedir.

“Haptic'le de birçok şey anladık. Yerçekimi varken cisme bir kuvvet uyguladığımızda bize de bir kuvvet uygulandığını etki ettiğini anladık. Yerçekimsiz ortamda ise bir kuvvete maruz kalmadık ve ikisi arasındaki farkı daha iyi ayırt ettik. “

Mülakatlar sırasında Haptic grubu öğrencilerine “Haptic'deki görseller konuyu anlamanızı nasıl etkiledi?”, simülasyon grubundaki öğrencilere “Simülasyondaki görseller konuyu anlamanı nasıl etkiledi? araştırma sorusu Haptic'in görsel dönütlerinin fayda ve sınırlılıklarını ortaya çıkarma amacıyla yöneltilmiştir. Ham verilerden elde edilen tema ve alt temalar Tablo 34'te gösterilmektedir.

Tablo 34. Haptic ve simülasyonun görsel özelliklerinin öğrenci öğrenmelerine etkisi

G.Ö.Ö.E Ö	Renk	Gerçekçi Deneyimler	Anlamayı kolaylaştır ma	Ortam	İlgi	Dikkat	Somutluk
H1	Renklerin koyuluğu	-	-	Arka planın değişmesi	-	-	-
H2	-	Gerçekçi Deneyimler yaşama	-	-	-	-	-
H3	-	-	Görüntü olmasaydı anlamamız zorlaşırdı	-	-	-	Olayların beyinde canlanması
S1	-	-	-	-	İlgiyi arttırma	Konuya dikkat çekme	-
S2	-	-	-	-	-	-	Konuları somutlaştır arak öğrenmeyi kolaylaştır ma
S3	-	-	-	-	-	-	Konuları somutlaştır arak öğrenmeyi kolaylaştır ma

G.Ö.Ö.E: Görsellerin Öğrenci Öğrenmelerine Etkisi Ö: Öğrenci -: Görüş Belirtmedi

Tabloya göre H1 simülasyonda farklı gezegenlere geçişin arka planda da gösterilmesinin ve renklerin daha canlı olmasının anlamasını kolaylaştıracağını ifade etmiştir. H2 simülasyona Haptic koluyla müdahalenin gerçekçi ve canlı deneyimler yaşattığını belirtmiştir. H3 ise görüntüdeki değişimler sayesinde olaylar arası ilişkileri daha iyi anlayabildiklerinden bahsetmiştir. H3'ün bu konudaki görüşlerinden doğrudan alıntılar aşağıdaki gibidir;

“Yerçekimsiz ortamda cismin havada durduğunu, yerçekimli ortamda yerçekimi etkisiyle yere düştüğünü öğrendik. Görüntü olmasaydı anlamamız daha zor olurdu. “

“Haptic olmasaydı, uzaya kadar gidemezdik. Yerçekimi değişimini bilince, hissedince akılda daha kalıcı oluyor.”

Simülasyon grubundaki öğrencilerden S1, görsellerin derse olan ilgisini arttırdığını ve konuya dikkat çekilmesini sağladığını belirtirken, S2 ve S3 ise konuları somutlaştırarak

soyut kavramları öğrenmelerinde yardımcı olduklarını ifade etmişlerdir. Öğrencilerin görüşlerinden bir kısmı aşağıda doğrudan alıntı olarak verilmektedir.

“Görsel kanıtlar çok iyi mesela bir kitabı okursunuz örnek verirsek ben hep sıkılıyorum o kitaptan. Öğretmenler performans ödevlerinizde görsel kanıt kullanınız diyorlar. O nedenle öğretmenlerin bunun farkına varmaları gerekiyor ve derslerde bilgisayar ya da diğer kaynaklardan yararlanmaları gerekiyor. Ben kütlenin değişmediğini ağırlığın değiştiğini simülasyonla anladım daha önce anlamamıştım.”

Mülakatlarda simülasyon ve Haptic’in özelliklerine göre öğrencilere farklı sorularda yönlendirilmiştir. Bu sorulardan “Haptic’in simülasyondaki olayları hissettirme özelliği olmasaydı konuyu aynı şekilde anlar mıydınız?” araştırma sorusu, hissetmenin kavram yanılgılarını değiştirme ve kavramları öğrenmedeki etkisini ortaya çıkarma amaçlı olarak D1 deney grubundaki öğrencilere sorulmuştur. Tablo 35 elde edilen verileri yansıtmaktadır.

Tablo 35. Hissetmenin gerçekleşmediği durumlarda öğrenci öğrenmesi

H.Ö.Ö.E Ö.A	Kalıcılık	Öğrencinin Sıkılması	Yanlış Anlama	Anlamama
H1	Bilgi kalıcı olmazdı	-	-	-
H2	-	Derslerin sıkıcı geçmesi	-	Farklı ortamlarda yerçekimi değişimini anlamama
H3	-	-	Yerçekiminin yanlış tanımlanması	-

H.Ö.Ö.E: Hissetmenin Öğrenci Öğrenmesine Etkisi

Tablo incelendiğinde H1 Haptic’in hissetme özelliğinin olmamasının öğrenilenlerin kalıcılığını olumsuz etkileyeceğini belirtmiştir. H2 derslerin daha sıkıcı olacağını ve farklı ortamlardaki yerçekimi değişimlerini tam anlayamayacaklarını ifade etmiştir. H3 ise yerçekimi ve yerçekimi olmayan ortamların hissedilmemesinin yanlış tanımlamalara neden olabileceğini belirtmiştir. Öğrencilerin görüşlerinden doğrudan alıntılar ise şu şekilde olmuştur.

“Hissetmeseydik yine yazılı dersler gibi olurdu sıkıcı olurdu. Sadece görsellik derse bir eğlence katardı. Normalde öğretmen de tahtaya bir şekil çizebilir. Onun gibi bir şekil çizebilir. Hissedemeseydik orada ekvatorla kutupta ağırlığın nasıl değiştiğini anlayamazdık.”

Simülasyon grubundaki öğrencilere ise “Simülasyonun bilgisayarla etkileşim özelliği, konuyu anlamayı nasıl etkiledi?” araştırma sorusu simülasyonla öğrenci etkileşiminin kavramları öğrenmeyi ve yanılığını değiştirmeyi nasıl etkilediğini belirlemek için sorulmuştur. Öğrencilerden gelen görüşler Tablo 36’da gösterilmektedir.

Tablo 36. Etkileşimin öğrenci öğrenmelerine etkisi

E.Ö.Ö.E Ö.A	Mekân Sınırını Kaldırma	Anlama
S1	Farklı ortamlara geçiş yapabilmek	-
S2	-	Ortamda müdahale etmenin anlamayı olumlu etkilemesi
S3	-	Kolay öğrenme

E.Ö.Ö.E: Etkileşimin Öğrenci Öğrenmelerine Etkisi Ö: Öğrenci -:Görüş Belirtmedi

S1 simülasyonla dersten gidip göremeyecekleri yerlerle ilgili gözlemler yapabildiklerini bunun da öğrenmelerini kolaylaştırdığını ifade etmiştir. S2 ve S3 ortama müdahale edebilmenin kavramları anlamayı kolaylaştırdığını belirtmişlerdir. S1’in bu konudaki görüşleri şu şekilde olmuştur;

“Etkileşim bizim için çok faydalı oldu. Normal hayatta gezegenlere gidip kütle ve ağırlığı ölçmemiz olanaksızdı. Ama orda bunu yapabildik ve öğrenmemize çok katkıda bulundu. Eğer etkileşim olmasaydı bu kadar iyi öğrenemezdik.

4. SONUÇLAR

Bu bölümde, son test ve izleme testlerinden elde edilen veriler, öğrencilerin çalışma yapraklarına yazdıkları düşünceler, uygulamalar sırasında yapılan gözlemler, öğretmen ve öğrenci mülakatlarından elde edilen verilerle bütünleştirilerek sunulmaya çalışılmıştır.

Haptic'in öğrenciler tarafından daha önce hiç görülmemiş olması öğrencilerin ilgilerini arttırmıştır. Fakat bu durum bazı öğrencilerin sadece cihaza yoğunlaşıp, uygulamadan uzaklaşmalarına neden olmuştur. Ayrıca uygulamalar sırasında öğrencilerin cihazı bir eğlence aracı olarak görmelerine sebebiyet vermiştir.

Öğrencilerin kavram yanılgıları içeren yanıtları incelendiğinde, testte belirlenen bu yanılgıların literatürdeki yanılgılarla benzer özellikler gösterdiği tespit edilmiştir. Bu bakımdan geliştirilen testin yanılgıları ortaya çıkarma açısından etkili olduğu söylenebilir. Uygulamalardan önce bütün gruplarda hâkim olan yanılgılar ise aşağıdaki gibidir;

- Ay'da yerçekimi yoktur.
- Ay'daki yerçekimi Dünya'nın yerçekimine eşittir.
- Dünya dışında hiçbir gezegende yerçekimi yoktur.
- Yerçekimi olmayan ortamda nesnelere havada kalır bu nedenle ağırlıkları ölçülemez.
- Yerçekimi gezegendeki atmosfer basıncına göre değişmektedir.
- Yerçekimi olmayan ortamda kütle azalır.
- Dünyanın her yerine aynı yerçekimi uygulanır.
- Dünya'da yerçekimi vardır. Fakat Jüpiter, Ay ve Uzay'da yerçekimi yoktur.
- Ağırlık hiçbir zaman değişmez.
- Mars'ta ve Jüpiter'de yerçekimi ve hava değişimi farklı olduğundan ağırlık farklı olur.

D1 deney grubunda Haptic'le, D2 deney grubunda simülasyonla yapılan uygulamalardan sonra bütün gruplara kavramsal anlama testi son test olarak uygulanmıştır. Son test sonucunda bütün gruplarda ön teste göre anlamlı bir gelişme görülmüştür. Fakat son test puanlarında gruplar arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır. Grupların standart sapmalarının yüksek olması oluşan durumda etkili olmuştur.

Son test puanları cinsiyete göre analiz edildiğinde ise sadece kontrol grubunda kız öğrencilerin erkek öğrencilerden daha başarılı oldukları tespit edilmiştir. Ön testte kontrol

grubunun başarısı cinsiyete göre değişmezken son testte cinsiyet başarıyı etkilemiştir. Bu doğrultuda, düz anlatım ve soru cevap yöntemlerinin, kız öğrencilerin daha fazla dikkatini çektiği ve öğrenmelerinde etkili olduğu düşünülmüştür.

Öğretmenin görüşlerine göre Haptic'in öğrenciler tarafından daha önce görülmemiş ve farklı özelliklere sahip olması, D1 deney grubu öğrencilerinin derse ilgi göstermelerini sağlamıştır. Böylece öğrenciler derste geçen kavramları öğrenmişlerdir. Öğrencilere göre uygulamaların yapılması ve olayların somutlaştırılması, başarılarını olumlu yönde etkilemiştir. Araştırmacının yaptığı gözlemlerden de uygulamalar sırasında Haptic'in öğrencilerin ilgilerini çektiği ve ilgilerini arttırdığı belirlenmiştir. Simülasyonun uygulandığı D2 deney grubunda, D1 deney grubundaki kadar ilgi çekilmese de bu grupta da öğrenciler derse ilgi göstermişlerdir. Kontrol grubunda, ders esnasında arkadaşlarıyla konuşan ve dersi dinlemeyen öğrencilerin sayısı daha fazla olmuştur. Yapılan açıklamalara, gözlemlere ve analizlere bağlı olarak görsel, etkileşim ve sanal ortamda hissetme özellikleriyle Haptic'in simülasyon, düz anlatım ve soru cevap yöntemlerinden etkili olduğu söylenebilir.

Son test verileri kavramları tanımlama ve yanılgılar açısından cinsiyete göre analiz edildiğinde, Haptic'le uygulama yapılan D1 deney grubunda, erkek ve kız öğrencilerin hemen hemen aynı başarıyı gösterdikleri belirlenmiştir. Söz konusu durumda, yapılan mülakat ve gözlem verilerine bağlı olarak Haptic'in görsel, dokunsal ve etkileşim özelliklerinin etkili olduğu belirlenmiştir. Kontrol grubunda, ön testte de başarılı olan kız öğrencilerden yerçekimi, kütle ve ağırlık kavramalarına ilişkin daha açıklayıcı yanıtlar gelmiştir. Simülasyonda ise ön testte başarılı olan erkek öğrenciler son testte kız öğrencilerin gerisinde kalmışlardır. Son testte cinsiyete göre bilimsel ve yanılgılı açıklamaların çok fazla değişmediği D1 deney grubu olmuştur. Bu nedenle Haptic'in görme ve hissetme duyularına hitap etmesinin yanı sıra mekanik bir görüntüye sahip olmasının, her iki cinsiyetin ilgisini çekerek oluşan sonuca önemli katkıda bulunduğu düşünülmektedir. Simülasyonda ise yazılımın daha çok görsel özelliklerinin ön planda olması nedeniyle, kız öğrencilerin daha fazla ilgisini çektiği fikrini akla getirmiştir.

Öğrencilerin son test verileri başarılarının yanı sıra kavramları ifade etme, farklı durumlardaki ilişkileri açıklama ve yanılgılar içerip içermemesi açısından da ayrıca incelenmiştir. Yapılan analizler sonucunda, gruplardaki öğrencilerinin ön teste göre bilimsel gerçeklere uygun açıklamalarında artma, kavram yanılgılarında ise azalma belirlenmiştir. Bu veriler gruplar karşılaştırılarak incelendiğinde ise D2 grubundaki

öğrencilerin sorulara daha fazla bilimsel gerçeklere uygun açıklamalar yaptıkları belirlenmiştir. Bu sıralamada D2 grubunu D1 deney grubu takip etmiştir. Kavram yanılgıları içeren açıklamalar ise yine D2 grubunda en fazla görülmüştür. Ayrıca son testte soruları boş bırakan ya da ilgisiz cevaplayan öğrenci oranlarında da azalma gözlemlenmiştir. Bu durum en fazla Haptic'le yapılan uygulamalarda gözlemlendiğinden, Haptic'in öğrencilerin doğru kavramları öğrenmelerine ve kavramlar ile ilgili verdikleri kararları destekleyici açıklamalar yapabilmelerine yardımcı olduğunu ortaya çıkmaktadır. Bütün sorulardaki bilimsel ve yanlışlı açıklamaların dikkate alınması sonucunda, Haptic ve simülasyonun düz anlatım ve soru cevap yöntemlerinden daha etkili olduğu belirlenmiştir. Nitekim yapılan mülakatlar sonucunda, Haptic ve simülasyonla uygulama yapan öğrencilerin akıllarına takılan soruların cevabını rahatlıkla görmeleri ve konuyu zorlanmadan anlamaları ortaya çıkmıştır. Fakat kontrol grubunda öğrenciler konuyu tam olarak beyinlerinde canlandıramamaları nedeniyle öğretmene çok fazla soru sormuşlar ve öğretmen birçok kez konu tekrarı yapmak zorunda kalmıştır. Bu doğrultuda nitel ve nicel sonuçların birbirlerini destekledikleri görülmektedir.

Gruplara üç ay sonra uygulanan izleme test puanları ele alındığında puanların son teste göre farklılık göstermediği belirlenmiştir. Farklı cinsiyetteki ve gruplardaki öğrencilerin de puanlarında anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir. Öğrencilerin yanıtları bilimsel gerçekler ve yanlış içerip içermediği konusunda incelendiğinde ise bütün gruplarda ön teste göre bilimsel açıklamalarda artma, bazı sorularda tespit edilen kavram yanılgılarında azalma görülmüştür. Bazı sorulara verilen cevapların ise ön teste göre daha fazla yanlış içerdiği belirlenmiştir. Yapılan incelemeler sonucunda ön testte soruyu boş bırakan ya da ilgisiz cevaplayan öğrencilerin izleme testinde yanlışlı açıklamalar yaparak yanlış oranını yükselttikleri belirlenmiştir. Fakat bütün grupların izleme testindeki durumları göz önünde bulundurulduğunda öğrencilerin ön teste göre izleme testinde daha iyi durumda oldukları belirlenmiştir. İzleme testleri gruplara göre incelendiğinde ise son testte olduğu gibi izleme testinde de Haptic ve simülasyon bilgilerin kalıcılığını sağlama, yanlışların geri dönüşünü engelleme açısından düz anlatım ve soru cevap yönteminden daha etkili olmuşlardır.

İzleme testleri gruplardaki öğrencilerin cinsiyetlerine göre incelendiğinde, D1 deney ve kontrol gruplarında kız öğrencilerin, D2 deney grubunda ise kız ve erkek öğrencilerin kavramları daha iyi hatırladıkları, yanlışlarında daha az geri dönüşün olduğu belirlenmiştir.

Son test ve izleme testlerinden elde edilen veriler Haptic ve simülasyonun uygulamalarda eş düzeyde etkili olduklarını ortaya çıkarmaktadır. Fakat sorular bazında incelendiğinde Haptic'in 2. ve 7. sorulardaki gibi hissetmenin ön plana çıktığı sorularda daha etkili olduğu belirlenmiştir. Nitekim Haptic'le uygulama yapan öğrenciler mülakatlarda hissetmenin öğrendiklerinin kalıcılığını sağladığını, kavramları öğrenmelerini kolaylaştırdığını, yerçekimi ve yerçekimsiz ortamı ayırt etmelerinde kolaylık sağladığını ifade etmişlerdir. Hissetme özelliği olmadığında, dersin daha sıkıcı geçeceğinden, öğrenilenlerin kalıcılığının sağlanamayacağından, yerçekimini yanlış tanımlayacaklarından ve farklı ortamlarda yerçekimi değişimini anlayamayacaklarından söz etmişlerdir. Ayrıca yazılım arayüzünde kullanılan görsellerin, daha gerçekçi deneyimler yaşayarak öğrenmelerini kolaylaştırdığını belirtmişlerdir. Doğal olarak bu sonuçların ortaya çıkmasında kullanılan yazılım ve cihazların sahip oldukları özelliklerin önemli etkileri bulunmaktadır.

Farklı ortamlarda yerçekimi ve ağırlık değişiminin ön plana çıktığı 1., 3. ve 5. sorularda ise simülasyon uygulanan D2 deney grubunun başarısında artış gözlemlenmiştir. Söz konusu durum, simülasyon arayüzünde farklı ortamlarda yerçekimine bağlı ağırlık değişiminin görsel ve etkileşimli olarak sunulmasının bir sonucu olarak düşünülmektedir. Yapılan mülakatlarda da öğrenciler, görselliğin konuya ilgi çektiğini, farklı ortamlarda kütle ve ağırlık değişimini somutlaştırarak öğrenmeyi kolaylaştırdığını belirtmişlerdir.

Haptic ve simülasyonla yapılan uygulamalar sırasında kullanılan çalışma yaprakları da öğrencilerin, uygulamalarda takip etmeleri gereken yolu göstermede rehber görevi üstlenmişlerdir. Öğrencilerin eski bilgilerindeki değişimlerini görmelerini sağlamış, yeni ve eski bilgilerini kıyaslama fırsatı sunmuştur. Verilen yönerge ve bilgilere göre kendi aralarında soruları tartışmalarını güdülemiştir. Bunun yanında çalışma yapraklarındaki kavram karikatürü öğrencilerin ön bilgilerini harekete geçirerek derse katılımını arttırmıştır.

Öğrenciler sahip oldukları kavram yanlışları ile yüzleşmediği ve mevcut bilgileriyle açıklayamayacağı olay ya da problemlerle karşılaşmadığı sürece kavram yanlışları zihinde kalmaya devam etmektedir. Mülakatlar sırasında simülasyonla uygulama yapılan grup öğrencilerinden biri, uygulamalarda bilgilerinde yanlışlar olduğunu fark ettiğini belirtmiştir. Bu doğrultuda, simülasyonların ve simülasyon niteliklerine de sahip olan Haptic'in öğrencilerin yanlış bilgilerinin görmelerinde etkili olduğu söylenebilir.

Haptic ve simülasyonla uygulama yapmadan önce ağırlık ve kütleyi aynı anlamda kullanan, kütlelerin yerçekimine bağlı olarak değiştiğini düşünen öğrenciler, uygulamalar sonrasında çalışma yapraklarına bilimsel gerçeklere uygun açıklamalar yazmışlardır. Açıklamaları yaparken özellikle Haptic'le uygulama yapan öğrenciler sık sık yazılım arayüzündeki nesnelereki değişimlerden ve etkileşimlerden bahsetmişlerdir. Öğrenilenleri günlük hayatla ilişkilendirmeye ve özetlemeye yönelik hazırlanan değerlendirme sorularında, D1 deney grubundan daha fazla bilimsel gerçeklerle paralel açıklama gelmiştir. Yanılgılı açıklamalar ise en fazla Haptic'le uygulama yapan öğrencilerden gelmiştir. Fakat Haptic'le uygulama yapan öğrenciler daha az soruyu yanıtızsız bırakmışlardır. Bu durum Haptic'in öğrencilerin doğru kavramları öğrenmelerine ve kavramlar ile ilgili verdikleri kararları destekleyici açıklamalar yapabilmelerine yardımcı olduğunun bir göstergesidir. Genel olarak değerlendirildiğinde ise Haptic'le uygulama yapan öğrencilerin çalışma yapraklarında daha fazla kabul edilebilir açıklamalarda buldukları söylenebilir.

Uygulamalar sırasında deney gruplarında gözlemlenen en olumsuz durum, uygulamaların öğrencilere tek tek yaptırılmasının zaman alıcı olmasıdır. Tek tek uygulama yapmanın zaman alıcı olacağı düşünülerek hazırlanan çalışma yaprakları kullanılsa dahi bazı öğrencilerin ilgileri dağılmış ve sınıfta gürültü artmıştır.

Uygulamalarda düz anlatım ve soru cevap yönteminden daha etkili oldukları belirlenen Haptic ve simülasyonla ilgili öğrencilerin ortak görüşü bilgilerin kalıcılığını sağlamalarıdır. Bunun yanında, Haptic'le uygulama yapan öğrenciler, görselliğin ve hissetmenin, eğlenerek ve kalıcı olarak öğrenmelerini sağladıklarını belirtmişlerdir. Simülasyonla uygulama yapan öğrenciler ise birebir gerçekçi etkileşimin kavramları kolay öğrenmelerini sağladığını ve derse ilgilerini arttırdığını ifade etmişlerdir. Günlük hayatla bağlantılı örneklerin hatalı bilgilerini görmelerinde ve değiştirmelerinde etkili olduğunu açıklamışlardır. Öğrenci açıklamaları göz önünde bulundurulduğunda, simülasyon arayüzünün Haptic'in arayüzünden daha iyi bir şekilde günlük hayatla ilişkilendirildiği ve öğrencilerin hatalarını görmede daha etkili olduğu anlaşılmaktadır.

Yapılan mülakatlarda Haptic'le uygulama yapan öğrenciler, yerçekimini daha önce kuvvet olarak düşündüklerini ve Dünya'nın sadece bir yerine uygulandığını bildiklerini ifade etmişlerdir. Uygulamalardan sonra ise gezegenlerin boyutlarına bağlı olarak yerçekiminin uygulanan çekim kuvveti olduğunu ve Dünya'nın her yerine yerçekimi uygulandığını öğrendiklerini belirtmişlerdir. Öğrenciler, uygulamalar öncesinde kütleyle

ağırlığı aynı anlamda kullandıklarını söylemişlerdir. Uygulamalardan sonra ise kütlenin değişmeyen madde miktarı olduğunu ve ağırlığın yerçekimine bağlı olarak değiştiğini öğrendiklerini ifade etmişlerdir.

Simülasyonla uygulama yapan öğrenciler daha önce Jüpiter’de yerçekimi olmadığını ve yerçekiminin Dünya’nın merkezinde yer alan mıknatıs tarafından uygulandığını bildiklerini söylemişlerdir. Uygulamalardan sonra ise Jüpiter’de yerçekimi olduğunu ve yerçekiminin Dünya’nın her yerine aynı anda uygulandığını öğrendiklerini belirtmişlerdir. Bu öğrenciler de uygulamalar öncesinde kütleyle ağırlıkla aynı anlamda kullandıklarını, uygulamalar sonrasında ise kütle ve ağırlığı farklı anlamlarda kullandıklarını ifade etmişlerdir. Ağırlığın yerçekimine bağlı olarak değiştiğini ve Jüpiter’de de yerçekimine bağlı olarak ağırlığın değiştiğini öğrendiklerini açıklamışlardır.

5. TARTIŞMA

Bu çalışmada Haptic'le uygulama yapan öğrencilerin Haptic'in simülasyon ara yüzünün daha farklı olması durumunda kavramları daha iyi anlayacaklarını belirtmişlerdir. Kavramsal anlama testinde Haptic'le uygulama yapan öğrencilerin görselliğin ön plana çıktığı sorularda, simülasyon uygulanan grup öğrencilerinin gerisinde kalmasında da benzer durum açıkça ortaya çıkmıştır. İlgili literatürde Kozma, Chin, Russel ve Marx (2000) farklı görsel arayüzlerin öğrencilerin anlama ve öğrenmelerinde önemli etkileri olduğunu saptamışlardır. Bu nedenle yapılan çalışma, görsel arayüzlerin öğrenme üzerinde önemli etkisinin olduğunu ortaya koyması açısından Kozma, Chin, Russel ve Marx'ın (2000) , çalışmasıyla benzerlik göstermektedir. Fakat Kozma, Chin, Russel ve Marx (2000) çalışmalarında sonuca farklı arayüzler kullanarak ulaşırken, bu çalışmada simülasyon ve Haptic arayüzlerinden yararlanılmıştır. Farklı etkileşimler ve deneyimler yaşayan öğrencilerin görüşleri ve kavramsal anlama test sonuçları karşılaştırılmıştır. Bu açıdan mevcut çalışma öğrenci görüşlerinin de ön planda yer alması nedeniyle önem arz etmektedir.

Ağırlık ve kütle değişimlerinin görsel olarak sunulduğu D2 grubundan son testte 1. ve 5. sorularda, D1 grubundan daha fazla sayıda bilimsel açıklamalar geldiği belirlenmiştir. Benzer durum izleme testinde de ortaya çıkmıştır. Fakat görselliğin çok fazla ön planda olmadığı sorularda, D1 deney grubunun D2 ve kontrol grubundan daha bilimsel açıklamalarda bulunduğu da ortaya çıkmıştır. Ayrıca D1 deney grubunun çalışma yapraklarından elde edilen sonuçlar, D2 deney grubunun sonuçlarından daha yeterli bulunmuştur. Klatzky, Lederman ve Matula (1993) ise bazı kavramların anlatımında görselliğin ön bilgileri harekete geçirerek öğrencilerin öğrenmesinde tek başına yeterli olabileceğini belirtmişlerdir. Görselliğin yanında Haptic kullanımının pahalı olacağını ifade etmişlerdir. Bu nedenle yapılan çalışma kavramların öğrenilmesinde Haptic kullanımının olumlu katkılar sağlaması açısından Klatzky, Lederman ve Matula'nın (1993) çalışmasından farklılaşmaktadır. Çalışma, Haptic'le verilen dokunsal ve görsel geri bildirimler sayesinde öğrencilerin soyut kavramları daha iyi özümsemelerinin sağlanabileceğini ileri sürmektedir.

Günümüze kadar Haptic'le yapılan çalışmalar genellikle daha gerçekçi ve etkileşimli ortamlarda bireylere psikomotor becerilerini geliştirecek deneyimler kazandırma üzerine gerçekleştirilmiştir (Bussel, 2004). Haptice kavram yanılgılarını giderme ya da kavram öğrenme üzerine yapılan çalışmaların sayısı ise çok azdır. Bu nedenle çalışmanın kavram yanılgılarının değiştirilmesi ve giderilmesi açısından önem taşıdığı düşünülmektedir.

Çalışmada yapılan gözlemler ve mülakatlar Haptic'in öğrencilerin kavramları daha kolay ve kalıcı öğrenmelerini sağladığını ortaya koymuştur. Burada Haptic'in farklı duylara hitap ederek öğrencilere gerçekçi deneyimler yaşatmasının büyük etkisi bulunmaktadır. Nitekim ilgili literatür incelendiğinde Minogue, Jones, Broadwell ve Oppewall'in (2009), çalışmalarında da ortamda kullanılan duyu organı sayısı arttıkça öğrencilerin sanal ortamda sunulan kavram ya da olayları anlama yeteneklerinin geliştiğini belirttikleri görülmektedir. Bu nedenle yapılan çalışma farklı duylara hitap ederek öğrencilerin kavramları daha kolay öğrenmeleri açısından Minogue, Jones, Broadwell ve Oppewall'in (2009) çalışmasıyla paralellik göstermektedir. Bunun yanında, Haptic'in farklı duylara hitap ettiğini belirterek Minogue, Jones, Broadwell ve Oppewall'in (2006) çalışmasını bir adım daha ileriye taşımaktadır.

Çalışmada öğretmenle yürütülen mülakat sonucunda kontrol grubunda başarı düzeyi yüksek ve derse ilgili öğrenci sayısı fazla olmasına rağmen Haptic uygulanan D1 deney grubunda hissetme ve etkileşim özellikleri sayesinde öğrencilerin konuya daha fazla ilgi gösterdikleri tespit edilmiştir. Singapogu ve Burg (URL), Sourina, Torres, ve Wang, (2009) da çalışmalarında çok fazla duyuya hitap edilen ortamlarda öğrencilerin daha fazla ilgi gösterdiklerini belirtmişlerdir. Bu doğrultuda çalışmadan elde edilen bulguların literatürle benzerlik gösterdiği anlaşılmaktadır. Fakat Singapogu ve Burg belirtilen sonuca sadece bir grupta uygulama yaparak ulaşırken bu çalışmada üç farklı durumun öğrencilerin ilgisine etkisi araştırılmış ve sonuca ulaşılmıştır.

6. ÖNERİLER

Yerçekimi, kütle ve ağırlık kavramalarının öğrenilmesi, var olan yanlışların giderilmesi ve öğrenilenlerin kalıcılığının sağlanmasında Haptic ve simülasyon, düz anlatım ve soru cevap yöntemlerinden etkili olmuştur. Kontrol grubunda, öğrencilerin kavramları tam olarak anlayamamaları öğretmenin kavramları defalarca, tahtaya çizerek açıklamasına neden olmuştur. Bu nedenle Fen ve Teknoloji derslerinde öğrencilerin kavram yanlışlarının giderilmesinde ve kavramların öğrenilmesinde simülasyon ya da Haptic'in kullanılmasının öğretmenlere kolaylık sağlayacağı düşünülmektedir.

Öğrencilerin kavram yanlışlarını değiştirmede en etkili yol, var olan yanlışlarının açıklayamayacağı bir durumla öğrenciyi karşı karşıya bırakmaktır. Böylece öğrencinin var olan bilgisinde yanlışlar olduğunu fark etmesi sağlanarak, yanlışlığı düzeltmede öğrenci de çaba göstermeye başlayacaktır. Bunun yanında farklı örneklerin sunulması ve daha ayrıntılı bilgi verilmesi öğrencinin kavramı daha yanlışsız olarak özümsemesine yardımcı olacaktır. Bu nedenle geliştirilecek Haptic yazılım arayüzünün belirtilen özellikleri taşınması, uygulamalardan daha iyi sonuçlar alınmasında etkili olacaktır.

Okulda bilgisayar laboratuvarının olmaması, öğrencilere bir tek bilgisayarda tek tek uygulama yaptırılmasına neden olmuştur. Bir öğrenci bilgisayarda uygulama yaparken diğer öğrencilerin ilgilerinin dağılmasını önlemek, yanlış bilgilerini görmelerini sağlamak amacıyla kullanılan çalışma yaprakları dahi, bazı öğrencilerin ilgilerinin dağılmasını ve sınıfta gürültülerin çıkmasını engelleyememiştir. Bu nedenle yapılacak çalışmalarda, her öğrenciye bir bilgisayar düşmesinin ya da seçilen örneklemin 15–20 kişiden oluşmasının daha iyi sonuçlar ortaya çıkaracağı düşünülmektedir.

Fen ve Teknoloji eğitiminde, öğrenciye bilgiler matematiksel formüllerden ziyade kavramsal boyutu tartışılacak şekilde günlük hayatla bağlantılı olarak verilmelidir (Atasoy, 2008). Bu doğrultuda ileriki çalışmalarda hazırlanacak Haptic'in simülasyon arayüzünün günlük hayattan örnekler içermesi öğrencilerin kavramları öğrenmelerinde kolaylık sağlanmasında etkili olacaktır.

Hazırlanan simülasyon ve haptic arayüzlerinin kullanımı sırasında öğrencilere çalışma yapraklarının dağıtılması, öğrencilerin ön bilgilerinin harekete geçmesinde önemli olacaktır. Ayrıca yazılımları kullanırken öğrencilere rehberlik edecek ve öğrencinin

yazılımı anlamak için harcadığı zamanı azaltacaktır. Bunun yanında öğrencilerin Haptic ve simülasyonda karşılaştıkları durumları kendi aralarında tartışmalarında etkili olacaktır.

Bu çalışmada, öğrencilerin bir kısmı çalışma yapraklarında kısa açıklamalarda bulunmuşlardır. Diğer kısım öğrenci ise tartışma ve etkinliklerden sonra fikirlerini çalışma yapraklarına bireysel olarak yazmaya özen göstermiştir. Bu yazıların öğrencilerin düşünce yapılarını yansıttığı düşünülürse, tamamlanan çalışma yaprakları incelenerek, öğrencilerin kavramlar hakkındaki düşüncelerindeki değişimler ve öğrenme sürecindeki gelişimleri hakkında daha ayrıntılı bilgi sahibi olunabileceği düşünülmektedir.

Çalışmada, öğrencilerin bilgilerini açık bir şekilde belirtebilmeleri ve sorularla ilgili yönlendirilmemeleri amacıyla kullanılan açık uçlu sorularda öğrencilerin kavramlar hakkında bilgileri olmasına rağmen yanıt vermedikleri belirlenmiştir. Bu nedenle kavram bilgilerinin ve yanılgıların tespit edilmesinde mülakatlardan yararlanılmasının öğrencilerin kavramlarla ilgili düşünceleri hakkında daha ayrıntılı bilgilere sahip olunacağı düşünülmektedir.

Araştırmacının örneklemini tanıması ve bir önceki dönemde çalışmalar yürütmesi mülakatlarda araştırmacı ve öğrenciler arasındaki diyalogların verimli geçmesine ve öğrencilerin daha rahat bir şekilde fikirlerini ifade etmelerinde faydalı olmuştur. Bu nedenle araştırmacı-öğrenci diyaloglarının önemli olduğu mülakat veya uygulamalı çalışmalarda araştırmacının öğrencilerle bir ön deneyiminin olmasının yararlı olacağı düşünülmektedir.

Bu çalışmada Haptic'in diğer yöntemlere göre etkililiği belirlenmesinin yanında ders konularının içine adapte edilmesi için de bir örnek sunulmuştur. Bu nedenle bilgisayar destekli materyallerin etkililiği belirlenirken, derslerde nasıl kullanması gerektiğinden, yaşanan artı ve eksilerden bahsedilmesinin faydalı olacağı düşünülmektedir. Böylelikle bu materyalleri kullanacak öğretmenlere daha fazla yardımcı olunacaktır.

Gelecek çalışmalarda kullanılacak Haptic'in simülasyon ara yüzünde farklı gezegenlere geçişin sağlanmasının ve ortamda zar yerine farklı nesnelerin bulunmasının daha öğretici olacağı düşünülmektedir. Ayrıca ortamdaki basınç, atmosfer, sıcaklık, güneşe uzaklık, yerçekimi ve nesnelerin kütleleri gibi değişkenlerin de öğrenciler tarafından değiştirilebilmesi daha fazla kavram yanılgısının giderilmesinde etkili olabilir.

Haptic'le ilgili akla gelen en büyük sorunlardan biri yüksek fiyatlarıdır. Eğitimde kullanılan materyallerde ya da yöntemlerde önemli olan öğrencilerin en üst düzeyde bilgi edinmesini sağlamak ve ekonomik olmaktır. Bu nedenle bu tarz cihazların okullarımızda

kullanılması zorlaşmaktadır. Fakat her yeni teknoloji, ilk kez kullanılmaya başladığında yüksek fiyatlarla karşımıza çıkmaktadır. Daha sonraki dönemlerde bu fiyatlar daha fazla kullanıcıya ulaşabilmek için istenilen düzeylere kadar inebilmektedir. Geliştirilen Haptic ara yüzlerinin de sayıları arttıkça eğitim ortamlarında daha fazla kullanımını sağlamak için fiyatlarında bir düşüş olabileceği olasıdır.

Dokunma bireylerin bebeklik dönemlerinden itibaren çevrelerini tanımak için kullandıkları duyu organlarından bir tanesidir ve bireylerin dünyayı anlama ve anlamlandırma süreçlerinde önemli bir yere sahiptir. Fakat sanal ortamlarda bireylere yaşatılan deneyimler incelendiğinde daha çok görme ve duyma duyularına hitap edildiği görülmektedir Minogue, Jones, Broadwell ve Oppewall'in (2006). Dokunma duyusuna yeterince önem verilmediği dikkat çekmektedir. Bu açıdan bireylerin sanal ortamda farklı duyularına hitap edilmesinin öğrencilerin kavram ya da olayları öğrenmelerini hızlandıracağı ve kalıcılıklarını arttıracığı düşünülmektedir.

7. KAYNAKLAR

- Ameh, C., 1987. An analysis of teachers' and their students' views of the concept 'gravity', Research in Science Education, 17, 212–219.
- Atasoy, Ş., 2008. Öğretmen adaylarının newton'un hareket kanunları Konusundaki kavram yanılgılarının giderilmesine yönelik Geliştirilen çalışma yapraklarının etkililiğinin araştırılması, Doktora Tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Atasoy, Ş., Akdeniz, A. R. ve Başkan, Z., 2007. Çalışma Yapraklarının Öğrenme Sürecine Katkıları Yönünden Değerlendirilmesi, EDU, 2, 2.
- Baggott, L. ve Nichol, J., 1998. Multimedia simulation. A threat to or enhancement of practical work in science education? İçinde J. Wellington (Ed.), Practical work in school science, Routledge, London & New York, 252–270.
- Bahar, M., Johnstone, A.H. ve Hansell, M.H., 1999. Revisiting learning difficulties in biology, Journal of Biological Education, 33, 2, 84–86.
- Bar, V., Zinn, B., Goldmuntz, R. ve Sneider, C. 1994. Children's Concepts about Weight and Free Fall, Science Education, 78, 2, 149–169.
- Basdogan, C., De, S., Kim, J., Manivannan, M., Kim, H. ve Srinivasan, M. A., 2004. Haptics in minimally invasive surgical simulation and training, IEEE Computer Graphics and Applications, 24, 56–64.
- Bayrak, C., 2008. Effects of Computer Simulations Programs on University Students' Achievements in Physics, Turkish Online Journal of Distance Education, 9, 4.
- Berg, T. ve Brouwer, W., 1991. Teacher awareness of student alternate conceptions about rotational motion and gravity, Journal of Research in Science Teaching, 28, 1, 3–18.
- Black, P. J. ve Lucas, A. M., 1993. Children's Informal Ideas in Science, A. M. Lucas, Routledge, London.
- Blackwell, P. L., 2000. The Influence of Touch on Child Development : Implications on Intervention, Infants and Young Children, 13, 1, 25–39.
- Bogdan, R. C. ve Biklen, S. K., 1992. Qualitative Research for Education: An Introduction to Theory and Methods, Allyn and Bacon, Boston.
- Burdea, G., 1996. Fource and Touch Feedback for Virtual Reality, John Wiley & Sons Inc, New York.

- Bushnell, E. W. ve Boudreau, J. P. 1991. The development of haptic perception during infancy. İçinde M. Heller ve W. Schiff (Eds.), *The psychology of touch* (s. 139–161). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Bussell, L. 2001. Haptic interfaces: Getting in touch with web-based learning, *Educational Technology*, 41, 27–32.
- Bussell, L., 2004. The Effect of Force Feedback on Student Reasoning About Gravity, Mass, Force and Motion, Doktora Tezi, San Diego State Üniversitesi, San Diego.
- Case, M. J. ve Fraser, D. M., 1999. An investigation into chemical engineering students' understanding of the mole and the use of concrete activities to promote conceptual change, *International Journal of Science Education*, 21, 1237–1249.
- Christodoulou, S.P., Garyfallidou, D.M., Ioannidis, G.S., Papatheodorou, T.S. ve Stathi, E.A., 2009. What kind of Haptic devices and applications are needed in education? Requirements, Specifications and hands-on experience derived from an IST project Open Education - *The Journal for Open and Distance Education and Educational Technology*, 5, 1.
- Clement, J., 1982. Students' preconceptions in introductory mechanics, *Am J Phy*, 50, 66–71.
- Clark, C. ve Jorde, D., 2004. Helping students revise disruptive experimentally supported ideas about thermodynamics and tactile models: Computer visualizations and tactile models, *Journal of Research in Science Teaching*, 41, 1–23.
- Committee on Undergraduate Science Education, 1997. *Misconceptions as Barriers to Understanding Science*, National Academy Pres.
- Çakır, Y., 2005. İlköğretim Öğrencilerinin Sahip Oldukları Kavram Yanılgılarının Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Cohen, L. ve Manion, L., 1989. *Research Methods in Education*, Third Edition, Routledge Publications, New York.
- Coştu, B., Ayas, A. ve Ünal, S., 2007. Kavram Yanılgıları ve Olası Nedenleri: Kaynama Kavramı, *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 15, 1,123–136.
- Çepni, S., 1997. Lise Fizik I Ders Kitaplarında Öğrencilerin Anlamakta Zorluk Çektikleri Anahtar kavramların Tespiti, *Ç.Ü. Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2,15,1–8.
- Çepni, S., 2005. *Araştırma ve Proje Çalışmalarına Giriş, Üç yol Kültür Merkezi*, Trabzon.
- Çepni, S., 2007. *Araştırma ve Proje Çalışmalarına Giriş, Üç yol Kültür Merkezi, Genişletilmiş Üçüncü Baskı*, Trabzon.

- Demirci, N., 2005. A Study About Students' Misconceptions in Force and Motion Concepts by Incorporating a Web-Assisted Physics Program, The Turkish online Journal of Educational Technology, 4, 3.
- Demircioğlu, G., Özmen, H. ve Ayas, A., 2001. Kimya Öğretmen Adaylarının Asitler ve Bazlarla İlgili Yanlış Anlamalarının Belirlenmesi, Yeni Bin Yılın Başında Türkiye'de Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu, Eylül, İstanbul, Bildiriler Kitabı: 451-457.
- Demircioğlu, H., Akdeniz, A. R. ve Demircioğlu, G., 2007. Maddenin Tanecikli Yapısına İlişkin Kavram Yanılgılarının Giderilmesinde Çalışma Yapraklarının Etkisi, XII. Eğitim Bilimleri Kongresi, Gazi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ekim, Ankara, Bildiriler Kitabı: 2137–2160.
- Demircioğlu, H. ve Atasoy, Ş., 2006. Çalışma Yapraklarının Geliştirilmesine Yönelik Bir Model Önerisi, Buca Eğitim Fakültesi Dergisi, 19, 71–79.
- Diñer, G. T. ve Akdeniz, A. R., 2007. Determining Misconceptions About “Gravity and Free Fall” Subjects, 24th International Physics Congress of Turkish Physical Society, Ağustos, Malatya, Bildiriler Kitabı: 28–31.
- Drever, E., 1997. Using Semi-Structured Interviews in Small-Scale Research, 2nd Edition, SCRE Publication, Glasgow.
- Dostal, J. A., 2005. Student concepts of gravity. Yüksek Lisans Tezi, Iowa State Üniversitesi.
- Dowdeswell, W. H., 1981. Teaching and Learning Biology, Heinemann Educational Books, London.
- Driver, R., Leach, J., Millar, R. ve Scott, P., 1996. Young people's images of science, England: Open University Pres, Buckingham.
- Erden, M., 1998. Eğitimde Program Değerlendirme, Anı Yayıncılık, Ankara.
- Eryılmaz, A., 2002. Effects Of Conceptual Assignments And Conceptual Change Discussions on Students' Misconceptions and Achievement Regarding Force and Motion, Journal of Research in Science Teaching, 39, 10, 1001–1015.
- Freeley, R.G., 2007. Identifying Student Concepts of Gravity, Doktora Tezi, Maine Üniversitesi.
- Fisch, A., Mavroidis, C., Bar-Cohen, Y., ve Melli-Huber, J., n.d. Haptic Devices for Virtual Reality, Telepresence and Human-Assistive Robotics, http://www.coe.neu.edu/Research/robots/papers/Ch4_Haptics.pdf, 11 Mart 2009
- Galili, I., 1995. Interpretation of students' understanding of the concept of weightlessness, Research in Science Education, 25,1, 51–74.

- Gilbert, J. K., 1997. The study of student misunderstandings in the physical sciences, Research in Science Education, 7, 165–171.
- Gönen, S., 2008. A Study on Student Teachers' Misconceptions and Scientifically Acceptable Conceptions About Mass and Gravity, J Sci Educ Technol, 17, 70–81.
- Gunstone, R.F. ve White, R.T., 1981. Understanding of gravity. Science Education, 6, 3, 291–299.
- Guralnik, D.B., 1986. Webster's new world dictionary, 2nd Edition, Prentice Hall Pres, New York.
- Gürses, E., 2006. Durgun Elektrik Konusunda Yapılandırıcı Öğrenme Kuramına Dayalı, 5E Modeline Uygun Olarak Geliştirilen Dokümanların Uygulanması ve Etkililiğinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Hand, B. ve Treagust, D. F., 1991. Student Achievement and Science Curriculum Development Using a Constructivist Framework, School Science and Mathematics, 91, 4, 172–176.
- Harvey, E. ve Gingold, C., 2000. Haptic representation of the atom, IEEE International Conference on Information Visualization, 232–235.
- Hasser, J.C. ve Massie, T. H., 1996. The Haptic Illusion. In C. Dodsworth, Digital Illusion: Entertaining the Future with High Technology, Addison-Wesley Publ. Co.
- Hay, K. E., Eliot, D. M. ve Kim B. 2002. Collaborative Network-Based Virtual Reality: The Past, the Present, and the Future of the Virtual Solar System Project.
- Hayward, V., Astley, O. R., Cruz-Hernandez, M., Grant, D. ve Robles-De-La-Torre, G., 2004. Haptic Interfaces and Devices, Sensor Review, 24, 1,16–29.
- Hennessy, S., 2006. Situated Expertise in Integrating Use of Multimedia Simulation into Secondary Science Teaching, International Journal of Science Education, 28, 7, 701–732.
- Hewson, M. ve Hewson, P. W., 2003. Effect of Instruction Using Students' Prior Knowledge and Conceptual Change Strategies on Science Learning, Journal of Research in Science Teaching, 40, 86–98.
- Hovardaoğlu, S., 2000. Davranış Bilimleri için Araştırma Teknikleri, Ve Ga Basın Yayın Dağıtımı, Ankara.
- Jacobson, R. D., Kitchen, R. ve Golledge, R., 2002. Multimodal Virtual Reality For Presenting Geographic Information. İçinde P. Fisher ve D. Unwin (Eds.), Virtual reality in geography, Taylor & Francis, New York, 382-401.

- Jones, M. G., Andre, T., Superfine, R. ve Taylor, R., 2003. Learning at the nanoscale: The impact of students' use of remote microscopy on concepts of viruses, scale, and microscopy. Journal of Research in Science Teaching, 40, 303–322.
- Kalaycı, Ş. (Ed) vd., 2005. SPSS Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri, Asil Yayın Dağıtım, Ankara.
- Kara, Y. ve Yesilyurt, S., 2008. Comparing the Impacts of Tutorial and Edutainment Software Programs on Students' Achievements, Misconceptions, and Attitudes towards Biology, J Sci Educ Technol, 17, 32–41.
- Karal, H. ve Reisoğlu, I., 2009a. Haptic's Suitability to Constructivist Learning Environment: Aspects of Teachers and Teacher Candidates, WCES 2009, Kıbrıs.
- Karal, H., ve Reisoğlu, İ. 2009b. Hapticin Farklı Zekâ Türlerine Sahip Öğrencilerin Akademik Başarılarına Etkisi, 3. Uluslararası Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Sempozyumu, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Karasar, N., 1995. Bilimsel Araştırma Yöntemi: Kavramlar, İlkeleri Teknikler, Araştırma Eğitim Danışmanlık Ltd., Ankara.
- Kaptan, S., 1998. Bilimsel Araştırma ve İstatistik Teknikleri, Tekışık Web Ofset Tesisleri, Ankara.
- Katz, D., 1989. The world of touch, L. Krueger, NJ: Lawrence Erlbaum, Hillsdale.
- Kaufmann, H., Schmalstieg, D. ve Wagner, M., 2000. Construct 3D: A Virtual Reality Application for Mathematics and Geometry Education, Education and Information Technologies, 5, 4, 263–76.
- Keleş, E., 2007. Altıncı Sınıf Kuvvet ve Hareket Ünitesine Yönelik Beyin Temelli Öğrenmeye Dayalı Web Destekli Öğretim Materyalinin Geliştirilmesi ve Etkililiğinin Değerlendirilmesi, Doktora Tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Kim, Jong-Heon, Park, Sang-Tae, Lee, H. ve Lee, H., 2005. Correcting Misconception Using Unrealistic Virtual Reality Simulation in Physics Education, ICTE2005.
- Klatzky, R. L., Lederman, S. J. ve Matula, D. E., 1993. Haptic exploration in the presence of vision, Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 19, 726–743.
- Klatzky, R. L. ve Lederman, S. J., 2002. Touch. İçinde I. B. Weiner (Series Ed.), A. F. Healy ve R. W. Proctor (Vol. Eds.), Handbook of Psychology: Vol. 4. Experimental psychology, New York: Wiley, 147–176.
- Köksal, M.S., 2006. Kavram Öğretimi ve Çoklu Zekâ Teorisi, Kastamonu Eğitim Dergisi, 14, 2, 473–480.

- Kurt, Ş., 2002. Fizik Öğretiminde Bütünleştirici Öğrenme Kuramına Uygun Çalışma Yapraklarının Geliştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Kuru, İ. ve Güneş, B., 2005. Lise 2. Sınıf Öğrencilerinin Kuvvet Konusundaki Kavram Yanılgıları, Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 25, 2, 1-17.
- Kozma, R. B., Chin, E., Russel, J. ve Marx, N., 2000. The Roles of Representations and Tools in the Chemistry Laboratory and Their Implications for Chemistry Learning, Journal of the Learning Sciences, 9, 105-143.
- Lakatos, I. 1970. Falsification and The Methodology of Scientific Research Programmes, İçinde I. Lakatos ve A. Musgrave (Eds.), *Criticism and the Growth of Knowledge*, Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Laycock, S. ve Day, A., 2003. Recent Developments and Applications of Haptic Devices, Computer Graphics Forum, 22,2, 117-132.
- Linn, M. 2004. Using ICT to teach and learn science. İçinde R. Holliman ve E. Scanlon (Ed.), *Mediating science learning through information and communications Technology*, London: RoutledgeFalmer, 9-26.
- Magee, M., 2006. Simulation in Education, State of the Field Review.
- Mali, G. ve Howe, A., 1979. Development of Earth And Gravity Concepts Among Nepali Children, Science Education, 63, 5, 685-691.
- Marston, J. R., Loomis, J. M., Klatzky, R. L. ve Reginald G. G., 2005. Nonvisual Route Following with Guidance from a Simple Haptic or Auditory Display, Journal of Visual Impairment & Blindness, 101, 203-211.
- Merriam, S.B., 1988. *Case Study Research in Education*, Jossey-Bass Publishers, California.
- McLaughlin, M., Hespanha, J. ve Sukhatme, G., 2002. *Touch in virtual environments: Haptics and the design of interactive systems*, NJ: Prentice Hall, Upper Saddle River.
- Miles, M. B. ve Huberman, M., 1994. *Qualitative Data Analysis*, Sage Publications, London.
- Minogue, J. ve Jones, M. G., 2006. Haptics in Education: Exploring an Untapped Sensory Modality, Review of Educational Research, 76, 3, 317-34 8.
- Minogue, J., Jones, M. G., Broadwell, B. ve Oppewall, T., 2006. The Impact of Haptic Augmentation on Middle School Students' Conceptions of the Animal Cell, Virtual Reality, 10, 293-305.

- Minstrell, J., 1982. Explaining the “at rest” Condition of an Object, The Physics Teacher, 20, 1, 10–14.
- Missouri Department of Elementary and Secondary Education. Alerts to Student Difficulties and Misconceptions in Science. <http://dese.mo.gov/divimprove/curriculum/science/SciMisconc11.05.pdf>, 1 Ocak 2005.
- Morgil, İ., Erdem, E. ve Yılmaz, A., 2003. Kimya Eğitiminde Kavram Yanılgıları, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 25, 246–255.
- Murphy, C. 2003. Literature Review in Primary Science and ICT. Futurelab Series.
- Nachmias, D. ve Nachmias, C., 1981. Research Methods in the Social Sciences, 2nd Edition, St.Martin’s Press, New York.
- Nicholson, P. 2001. Teachers, Turtles, and Gravity, School of Scientific and Developmental Studies in Education.
- Noce, G., Torosantucci, G. ve Vicentini, M., 1988. The Floating of Objects on the Moon: Vprediction From a Theory of Experimental facts?, International Journal of Science Education, 10, 1, 61–70.
- Nussbaum, J. ve Novak, J., 1976. An Assessment of Children's Concepts of The Earth utilizing Structured interviews, Science Education, 60, 4, 535–550.
- Nussbaum, J., 1979. Children's Conceptions of The Earth as a Cosmic Body: a Cross Age Study, Science Education, 63, 1, 83–93.
- Nussbaum, J. ve Sharoni-Dagan, N., 1983. Changes in Second Grade Children’s Preconceptions About the Earth as a Cosmic Body Resulting From a Short Series of Audio-Tutorial Lessons, Science Education, 67,1, 99-114.
- Okamura, A. M., Richard, C. ve Cutkosky, M. R., 2002. Feeling is believing: Using a Force- Feedback Joystick to Teach Dynamic Systems, Journal of Engineering Education, 92, 345–349.
- Osborne, R. ve Freyberg, P., 1985. Learning in science, The implication of children’s science. Heinemann, Aucland.
- Özdener, N., 2008. A comparison of the misconceptions about the time-efficiency of algorithms by various profiles of computer-programming students, Computers & Education, 51,1094–1102.
- Özsevgeç, T., Çepni, S. ve Bayrı, N., 2007. Kalıcı Kavramsal Değişimde 5E Modelinin Etkililiği, EDU, 2, 2.

- Özsevgeç, T., Çepni, S. ve Özsevgeç, L.C., 2006. 5E Modelinin Kavram Yanılgılarını Gidermedeki Etkililiği: Kuvvet-Hareket Örneği, 7. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Ankara.
- Özsevgeç, T., 2007. İlköğretim 5. Sınıf Kuvvet Ve Hareket Ünitesine Yönelik 5e Modeline Göre Geliştirilen Rehber Materyallerin Etkililiklerinin Belirlenmesi, Doktora Tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Paivio, A. 1991. Dual coding theory: Retrospect and current status, Canadian Journal of Psychology, 45, 3, 255-287.
- Persson, P. B., Cooper M., Tibell, L. ve Ainsworth, S., 2007. 12th Biennial Conference for Research on Learning and Instruction, Budapest, Hungary.
- Philips, W. C., 1991. Earth science misconceptions, Science Teacher, 58, 2, 21-23.
- Piaget, J. ve Inhelder, B., 1967. The child's conception of space, W. W. Norton, New York.
- Piburn, M.D., Baker, D. ve Treagust, D. 1988. Misconceptions about gravity held by college students, ERİC, 1-27.
- Pine, K, Messer, D. ve John, K., 2001. Children's Misconceptions in Primary Science: a Survey of Teachers' Views. Research in Science & Technological Education, 19, 1.
- Reiner, M., 1999. Conceptual construction of fields through tactile interface, Interactive Learning Environments, 7, 31-55.
- Resnick, L.B., 1983. Mathematics and science learning: a new conception, Science, 220, 477-478.
- Revesz, G., 1950. The psychology and art of the blind, Longmans Green, London.
- Richard, P., Birebent, G., Coiffet, P., Burdea, G., Gomes, D. ve Langrana, N., 1996. Effect of Frame Rate and Force Feedback on Virtual Object Manipulation, Presence, 5, 1, 95-108.
- Robson, C., 1998. Real World Research, Blackwell Publishers Ltd., Oxford, UK.
- Ross, R. ve Kurtz, R., 1993. Making manipulatives work: A strategy for success, Arithmetic Teacher, 40, 254-257.
- Ruggiero, S., Cartelli, A., Duprè, F. ve Vicentini-Missoni, M., 1985. Weight, gravity, and air pressure: mental representations by Italian middle school pupils, European Journal of Science Education, 7, 2, 181-194.
- Sallnas, E.L. Supporting Collaboration in Distributed Environment by Haptic Force Feedback.

<http://www.dcs.gla.ac.uk/~stephen/workshops/haptic/papers/sallnas.pdf> , 1 Ocak 2000

- Sands, M. ve Özçelik, D. A., 1997. Okullarda uygulama çalışmaları, öğretmen eğitimi dizisi, YÖK/Dünya Bankası Milli Eğitimi Geliştirme Projesi, Hizmet Öncesi Öğretmen Eğitimi, Ankara.
- Senemoğlu, N., 2003. Gelişim Öğrenme ve Öğretim Kuramdan Uygulamaya, Gazi Kitabevi, Ankara.
- Sharma, M.D., Millar, R.M., Smith, A. ve Sefton, I.M., 2004. Students' Understandings of Gravity in an Orbiting Spaceship, Research in Science Education, 34, 267–289.
- Sneider, C. ve Pulos, S., 1983. Children's Cosmographies: Understanding the Earth's Shape and Gravity, Science Education, 67, 205–221.
- Smith, C.L. ve Treagust, D.F., 1988. Not understanding Gravity Limits Students' Comprehension of Astronomy Concepts. The Australian Science Teachers Journal, 33, 4, 21–24.
- Sourina, O., Torres, J. ve Wang, J., 2009. Visual Haptic-Based Biomolecular Docking and Its Applications in E-Learning, Transactions on Edutainment II, LNCS 5660, 105–118.
- Srinivas, K., Greene, A. J. ve Easton, R. D., 1997. Visual and tactile memory for 2-D patterns: Effects of changes in size and left-right orientation, Psychonomic Bulletin & Review, 4, 535–540.
- Srinivasan, M.A. ve Basdogan, C., 1997. Haptics in Virtual Environments: Taxonomy, Research Status, and Challenges, Computers and Graphics, (Best Paper Award 1997 of the journal), 21, 4, 393–404.
- Stead, K. ve Osborne, R., 1981. What is gravity? Some children's ideas, New Zealand Science Teacher, 3, 5–12.
- Stein, M., Barman, C. R. ve Larrabee, T. G., 2007. What Are They Thinking? The Development and Use of an Instrument That Identifies Common Science Misconceptions, Journal of Science Teacher Education, 18, 233–241.
- Stein, M., Larrabee, T. G. ve Barman, C. R., 2008. A Study of Common Beliefs and Misconceptions in Physical Science, Journal of Elementary Science Education, 20, 2, 1–11.
- Sümbüloğlu, K. 1988. Sağlık Bilimlerinde Araştırma Yöntemleri ve İstatistik, Matis Yayınları, Ankara.
- Taylor, M. M., Lederman, S. J. ve Gibson, R. H., 1973. Tactual perception of texture. İçinde E. Carterette ve M. Friedman (Eds.), Handbook of perception , Academic Pres, London, No. 3, 251–272.

Treagust, D.F., 1988. Development and Use of Diagnostic Tests to Evaluate Student's Misconceptions Education, 10, 2, 159–169.

Trundle, K. C., Troland, T. H. ve Pritchard, T. G., 2008. Representations of the Moon in Children's Literature: An Analysis of Written and Visual Text, Journal of Elementary Science Education, 20, 1, 17–28.

URL-1: <http://yayim.meb.gov.tr/dergiler/168/index3-ozkan.htm>, 11 Aralık 2005

URL-2: <http://w3.gazi.edu.tr/~bgunes/files/kavramyanilgilari/kavramyanilgilari.html>, 23 Mart 2009

URL3:http://web.media.mit.edu/~orenz/papers/mit/SDS05_System%20Blocks_misconceptions.pdf, 23 Mart 2009

URL-4: <http://ab.org.tr/ab05/tammetin/59.pdf>, 11 Mart 2009

URL-5: http://en.wikipedia.org/wiki/Information_technology, 11 Mart 2009

URL-6: http://www.ia.spacegrant.org/RES_INF/VRR2000/Morgan_SEED.pdf, 12 Mart 2009

URL-7: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.16.8385>, 12 Aralık 2002

URL-8: http://www.cs.hmc.edu/roboteducation/papers2007/c24_growvernerokamura_jhu_haptics2.pdf, 11 Mart 2009

URL-9: http://www.cc.gatech.edu/classes/AY2002/cs4470_fall/haptics.pdf, 11 Mart 2009

URL-10: http://t4.jordan.k12.ut.us/BYU_Interns/pages/resources/gradelevel/6th%20grade/gravity.pdf, 12 Mart 2009

URL-11: http://www.cc.gatech.edu/classes/AY2002/cs4470_fall/haptics.pdf, 12 Mart 2009

URL-12: http://www.psych.ucsb.edu/~mayer/fifth_dim_website/HTML/cloze_test/cloze_home.html, 25 Ocak 2008

URL-13:

<http://portal.acm.org/citation.cfm?id=1566547&dl=GUIDE&coll=GUIDE&CFID=57389402&CFTOKEN=61836249>, 12 Mart 2009

Ülgen, G., 2001. Kavram Geliştirme, Kuramlar ve Uygulamalar, PegemA Yayıncılık, Ankara.

Van Scoy, F. L., Kawai, T., Darrah, M. ve Rash C., 2000. Haptic Display of Mathematical Functions for Teaching Mathematics to Students with Vision Disabilities. Paper presented at Human-Computer Interaction Workshop, University of Glasgow.

- Watts, D.M. ve Zylbersztajn, A., 1981. A survey of Some Children's Ideas of Force, Physics Education, 16, 360–365.
- White, R. ve Gunstone, R., 1992. Probing Understanding, The Falmer Press, London.
- Wies, E. F., Gardner, J. A., O'Modhrain, M. S., Hasser, C. J. ve Bulatov, V. L., 2000. Web Based Touch Display for Accessible Science Education. İçinde Bussel, L., The Effect of Force Feedback on Student Reasoning About Gravity, Mass, Force and Motion.
- Williams, R. L., Chen, M. ve Seaton, J. M., 2003. Haptics-augmented Simple-Machine Educational Tools, Journal of Science Education and Technology, 12, 1–12.
- Williams, J. ve Michelitsch, G., 2003. Designing Effective Haptic Interaction: Inverted Damping. Short Talks: Specialized Sec, Ft. Lauderdale, April, Florida, USA, Bildiriler Kitabı: 856 - 857.
- Yıldırım, O., Nakiboğlu, C. ve Sinan, O., 2004. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Difüzyon İle İlgili Kavram Yanılgıları, BAÜ Fen Bil. Enst. Dergisi, 6, 1.
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H., 2006. Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri, Seçkin Yayıncılık, Ankara.
- Yin, R. K., 1984. Case Study Research: Design and Methods, Beverly Hills, CA:Sage.

8. EKLER

Ek 1. Hapticle Yapılan Uygulamalarda Kullanılan Çalışma Yaprağı

KÜTLE VE AĞIRLIK

Öğrencinin Adı Soyadı:

Öğrencinin Numarası:



Aşağıdaki soruları simülasyonda uygulayarak ve yaptığımız uygulama sonuçlarını gözlemleyerek cevaplandırınız. Görüşlerinizi boş bırakılan yerlere yazınız.

1- Bir nesnenin farklı ortamlarda (Dünya, Ay, Mars vb.) götürdüğünüzde kütlelerinde bir değişim olur mu? Nedenleriyle birlikte açıklayınız.

2- Simülasyondaki eşit kollu teraziyi kullanarak, tabloda verilen nesnelerin Dünya, Ay, Mars ve Jüpiter'deki kütlelerini bulunuz.

Ortam Nesne	Dünya'daki kütle	Ay'daki kütle	Mars'taki kütle	Jüpiter'deki kütle
Kabak				
Köpek				
Karpuz				

Ek 1'in Devamı

3- Nesnelerin kütleleri, farklı ortamlarda değişti mi? Oluşan durumun nedeni sizce ne olabilir?



Yaylı terazi kuvveti ölçmeyi sağlar. Ağırlık da bir kuvvet olduğu için yaylı terazi ile ölçülür ve birimi Newton'dur.

4- Kabağı yaylı teraziye yerleştirin ve kabağın ağırlığını aşağıdaki boşluğa yazınız.

Kabağın ağırlığı

5- Aşağıdaki nesnelerin Dünya, Ay, Mars ve Jüpiter'deki ağırlıklarını bularak tabloya yazınız.

Ortam Nesne	Dünya'daki ağırlık	Ay'daki ağırlık	Mars'taki ağırlık	Jüpiter'deki ağırlık
Kabak				
Köpek				
Karpuz				

6- Nesnelerin ağırlıkları farklı gezegen ortamlarında değişti mi? Oluşan durum sizce neden kaynaklanabilir?



Ağırlık, yerçekimi ve kütleyle bağlı olarak değişir.

7- Bu bilgiler ışığında, aşağıdaki ortamların yerçekimini bulunuz.

Dünya	Ay	Mars	Jupiter

Ek 1'in Devamı

8- Dünya, Ay, Jüpiter, Mars'ı yerçekimi fazla olandan az olana doğru aşağıdaki boşluklara yazınız.

Fazla _____ **Az**

Öğrendikleriniz doğrultusunda, aşağıdaki soruları cevaplandırınız.

9- Kütle, ağırlık, yerçekimini tanımlayınız.

10- Dünya'da yerçekimi her yerde aynı mıdır? Nedenleriyle açıklayınız.

Ek 2. Simülasyonla Yapılan Uygulamalarda Kullanılan Çalışma Yaprağı

KÜTLE VE AĞIRLIK

Öğrencinin Adı Soyadı:
Sınıf:

No:



Aşağıdaki soruları haptici kullanırken gözlemediğiniz ve hissettiğiniz olayları dikkate alarak cevaplandırınız. Düşüncelerinizi boşluklara yazınız.

1- Ekrandaki zarı ortamda kolaylıkla hareket ettirebilmenizin nedeni sizce ne olabilir?

2- Sizce cisimler nasıl bir ortamda, ekranda gördüğümüz zar gibi havada hareket edebilirler?

3- Hapticle hissettiklerinize ve gözlemediklerinize bağlı kalarak yerçekimini nasıl tanımlasınız?

Ek 2'nin Devamı

4- Ortamdaki yerçekimi arttırıldığında, zarin kütlesi de artmakta mıdır? Bu doğrultuda kütleyi nasıl tanımlarsınız?



Bir gezegenin bir cisme kütlesine bağlı olarak uyguladığı kuvvete, cismin gezegendeki ağırlığı denir. Ağırlık kütleli çekim ve kütleli çekim olarak değişim gösterir. Birimi Newton'dur. Gezegenlerdeki kütleli çekim ise, gezegenin büyüklüğüne bağlı olarak değişim gösterir.

5- Jüpiter'de yerçekimi, Dünya'dakinden daha fazla olduğuna göre, sizce her iki ortamda eşit kütleli sahip cisimlerin ağırlıklarıyla ilgili ne söylenebilir?

Yukarıdaki soruları cevaplandırmak için yaptığımız gözlemler ve hissettikleriniz doğrultusunda, aşağıdaki soruları cevaplandırınız.

6- Dünyanın kutuplardan basık olması, yerçekiminin kutuplar ve ekvatorunda farklı olmasına yol açabilir mi? Neden?

7- Kütle, ağırlık ve yerçekimini öğrendiğiniz bilgilere göre nasıl tanımlarsınız? Aralarındaki farklar nelerdir?

Ek 3. D1 Grup Öğrencilerinin Mülakat Formu

Katılımcı:
Sınıf:

Cinsiyet:
Yaş:

MÜLAKAT SORULARI

1- Hapticle işlediğiniz dersin daha önce işlediğiniz derslerden farkı var mıydı? Eğer varsa bu farkları açıkla mısınız?

2- Haptic konuyla ilgili soru sorma isteğinizi nasıl etkiledi?

3- Yerçekimiyle ilgili dersten önce ne biliyordunuz? Uygulamaların, bilgilerinizde ne tür etkiler oluşturduğunu anlatır mısınız?

4- Kütleyle ilgili dersten önce ne biliyordunuz? Uygulamaların, bilgilerinizde ne etkiler oluşturduğunu anlatır mısınız?

5- Ağırlıkla ilgili dersten önce ne biliyordunuz? Uygulamaların, bilgilerinizde ne tür etkiler oluşturduğunu anlatır mısınız?

6- Haptic'in simülasyon ortamındaki olayları hissettirme özelliği, konuyu anlamanızı nasıl etkiledi?

Ek 3'ün Devamı

7- Hapticdeki görseller konuyu anlamanızı nasıl etkiledi?

8- Hapticin simülasyondaki olayları hissettirme özelliği olmasaydı konuyu aynı şekilde anlar mıydınız?

Ek 4. D2 Grup Öğrencilerinin Mülakat Formu

Katılımcı:
Sınıf:

Cinsiyet:
Yaş:

MÜLAKAT SORULARI

1- Simülasyonla işlediğiniz dersin daha önce işlediğiniz derslerden farkı var mıydı? Farklıysa neler farklıydı?

2- Simülasyon öğretmenine konuyla ilgili soru sorma isteğini nasıl etkiledi?

3- Yerçekimiyle ilgili dersten önce ne biliyordunuz? Uygulamaların, bilgilerinizde ne tür etkiler oluşturduğunu anlatır mısınız?

4- Kütleyle ilgili dersten önce ne biliyordunuz? Uygulamaların, bilgilerinizde ne tür etkiler oluşturduğunu anlatır mısınız?

5- Ağırlıkla ilgili dersten önce ne biliyordunuz? Uygulamaların, bilgilerinizde ne tür etkiler oluşturduğunu anlatır mısınız?”

Ek 4'ün Devamı

6- Simülasyonun bilgisayarla etkileşim özelliği, konuyu anlamayı nasıl etkiledi? Anlatır mısın?

7- Simülasyondaki görseller konuyu anlamayı nasıl etkiledi? Anlatır mısın?

Ek 5. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Mülakat Formu

Katılımcı:
Sınıf:

Cinsiyet:
Yaş:

MÜLAKAT SORULARI

1- Öğretmeninizin kavramları anlatarak öğretmeye çalışması ders dinleme isteğinizi nasıl etkiliyor?

2- Öğretmeninizin kavramları anlatarak öğretmeye çalışması soru sorma isteğinizi nasıl etkiledi?

3- Yerçekimiyle ilgili dersten önce ne biliyordunuz? Uygulamaların, bilgilerinizde ne tür etkiler oluşturduğunu anlatır mısınız?

4- Kütleyle ilgili dersten önce ne biliyordunuz? Uygulamaların, bilgilerinizde ne tür etkiler oluşturduğunu anlatır mısınız?

5- Ağırlıkla ilgili dersten önce ne biliyordunuz? Uygulamaların, bilgilerinizde ne tür etkiler oluşturduğunu anlatır mısınız?

Ek 6. Öğretmen Mülakat Formu**MÜLAKAT SORULARI**

1- Kullandığınız üç yöntemi öğrencilerin sınıftaki aktifliklerini dikkate alarak karşılaştırır mısınız?

2- Derslerde öğrencilerin ilgilerini çekmede hangi yöntem daha etkili oldu? Sizce oluşan sonucun arkasındaki etmenler neler olabilir?

3- Öğrencilerin konuları öğrenmesinde size göre hangi yöntem etkili oldu? Neden?

4- Kullandığınız üç yöntemin avantajları ve dezavantajları size göre nelerdir?

5- Elinizde olsa bu üç yöntemi birleştirerek mi kullanırdınız yoksa sadece birini mi tercih edersiniz? Neden?

6- Uygulama sırasında öğrencilerden konuya yönelik farklı sorular geldi mi? Hangi yöntemde bu durumla daha açık bir şekilde karşılaştınız?

Ek 7. Kavramsal Anlama Testinin Pilot Çalışma ve Uzman Görüşleri Alınmadan Önceki Hali

SORULAR

1- Bir cismin Ay'daki ağırlığı Dünya'daki ağırlığına göre farklı mıdır? Neden?

2- Yerçekimsiz ortamda ağırlık nasıl ölçülür? Açıklayınız.

3- Bir insanın Dünya, Ay, Jüpiter ve Uzay'daki ağırlığı arasında fark var mıdır? Nedenleriyle açıklayınız.

4- Aşağıdaki resimde görüldüğü gibi karpuz, çiçek, kabak, köpek ve top ile dengelenmiştir. Bu duruma göre aşağıdaki maddelerden hangisi **söylenemez? Neden?**

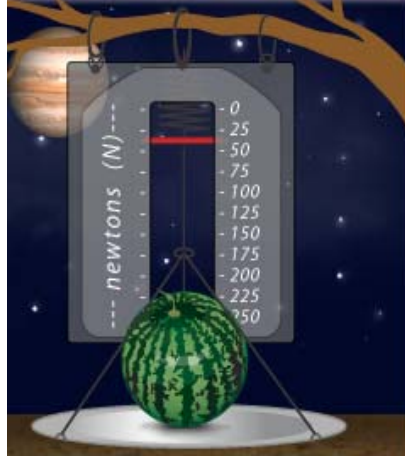


- A) Köpek, çiçek, kabak ve topun ağırlıkları toplamı karpuzun ağırlığına eşittir.
- B) Karpuz ve köpeğe uygulanan yerçekimi aynıdır.
- C) Terazinin dengede olması yerçekiminin eşit olduğunu gösterir.
- D) Çiçeğin ve karpuzun ağırlığı aynıdır.

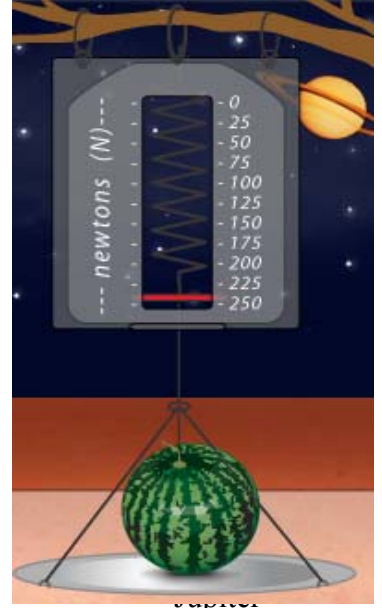
5- Merkür'deki yerçekimi dünyadakinden daha azdır. Dünya'da bir taşın ağırlığı 100N olduğuna göre Merkür'de aynı taşın ağırlığı ne olur? Açıklayınız.

Ek 6'nın Devamı

6- Aşağıdaki resimlerde karpuzun Mars ve Jüpiter'deki ağırlığının farklı olmasının nedeni nedir? Açıklayınız.



Mars



Jüpiter

7- Dünya'da eşit kütlelere sahip iki cismin ağırlıkları farklı mıdır? Neden?

8- Yerçekimi olmayan ortamda bulunan cisimlerin, kütleleriyle ilgili ne söylenebilir? Açıklayınız.

9- Aşağıdaki boşlukları uygun kelimelerle doldurunuz.

a) Ağırlık ----- ve ----- bağlı olarak değişir.

b) ----- her yerde aynıdır.

c) ----- ve ----- cismin bulunduğu ortama göre değişir.

d) Farklı gezegenlerde ----- ve -----değişir

----- değişmez.

Ek 8. Kavramsal Anlama Testinin Pilot Çalışma ve Uzman Görüşleri Alındıktan Sonraki Hali**SORULAR**

3- Her birinin kütlesi 2 kg olan iki toptan biri Ay, diğeri Dünya yüzeyinde bulunmaktadır. Bu iki topun ağırlıklarını karşılaştırınız.

2- Dünyadaki ağırlığı 10N olan bir topun, yerçekimi kuvvetinin olmadığı bir ortamda ağırlığı ne olur? Açıklayınız.

3- Jüpiter, Ay, Dünya ve Uzay'da bulunan eşit kütleli topoların ağırlıklarını kıyaslayarak nedenleriyle açıklayınız.

4- Merkür'deki yerçekimi dünyadakinden daha azdır. Buna göre eşit kütleli iki topun Dünya'daki ve Merkür'deki ağırlıklarını karşılaştırarak, nedenlerini açıklayınız.

ÖZGEÇMİŞ

03.03.1984 tarihinde Trabzon' da doğdu. İlköğrenimini Cumapazarı İlköğretim Okulu'nda, tamamladı. Liseyi Hacı Mehmet Bahattin Ulusoy Anadolu Teknik ve Endüstri Meslek Lisesi'nde bitirdi. 2003 yılında başladığı KTÜ Fatih Eğitim Fakültesi, Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Öğretmenliği Programından 2007 yılında mezun oldu. Aynı yıl Rize Üniversitesi Ardeşen Meslek Yüksek Okulu'nda Öğretim Görevlisi olarak göreve başladı. 2007 yılında KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Ana Bilim dalında yüksek lisansa başladı. 2008 yılında Ardeşen Meslek Yüksekokulu Teknik Programlar Bölüm Başkanlığı'na atandı ve halen görevini sürdürmekte olan İlknur REİSOĞLU orta derecede İngilizce bilmektedir.