



ISSN:1306-3111

e-Journal of New World Sciences Academy
2010, Volume: 5, Number: 3, Article Number: 2A0052

TECHNOLOGICAL APPLIED SCIENCES

Received: May 2009
Accepted: July 2010
Series : 2A
ISSN : 1308-7231
© 2010 www.newwsa.com

Hasan Karal
İlknur Reisoğlu
Karadeniz Teknik University
hasankaral@ktu.edu.tr
Trabzon-Turkey

**KAVRAM YANILGILARINI GİDERMEDE SİMULASYON VE GELENEKSEL ÖĞRENME
ORTAMLARINA ALTERNATİF HAPTİC TEKNOLOJİSİ: ÖĞRETMEN VE ÖĞRENCİ
ALGILARI**

ÖZET

Bu çalışmada Haptic teknolojisinin simülasyon, düz anlatım ve soru cevap yöntemlerine göre kavram yanlışlarını gidermedeki olumlu ve olumsuz yönleri ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. Çalışmada 6. sınıf öğrencilerinden iki deney (simülasyon, Haptic teknolojisi) ve bir kontrol grubu oluşturulmuştur. Bütün gruplara kavramsal anlama testi ön test olarak uygulanmıştır. Yerçekimi, kütle ve ağırlıkla ilgili uygulamalardan sonra gruplara kavramsal anlama testi son test olarak uygulanmıştır. Öğrencilerin ön test ve son test verileri analiz edilmiştir. Her gruptan başarılı, orta düzeyde başarılı ve başarısız üçer öğrenci seçilmiştir. Seçilen öğrencilerle ve çalışmanın birlikte yürütüldüğü Fen ve Teknoloji öğretmeniyle mülakatlar yürütülmüştür. Elde edilen verilerin analizi sonucunda Haptic teknolojisinin ve simülasyonun öğrenciye daha ayrıntılı, kalıcı, somut bilgi sağlamada, kavram yanlışlarını gidermede etkili oldukları belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Haptic Teknolojisi, Simülasyon, Kavram Yanlışları, Düz Anlatım, Soru Cevap

**IN CHANGING MISCONCEPTIONS HAPTIC AS AN ALTERNATIVE FOR SIMULATION AND
TRADITIONAL LEARNING ENVIRONMENTS: PERCEPTIONS OF TEACHER AND STUDENTS**

ABSTRACT

In this study, attempt is made to find out the positive and negative aspects of Haptic technology, relative to simulation, lecturing, and questioning methods, in changing misconceptions. In this study, among the 6th grade students two experiment groups (simulation, Haptic technology) and one control group were chosen. In all the groups, a conceptual understanding test was applied as a pre-test. After the applications about gravity, weight and mass, conceptual understanding test was applied as a post-test. The data obtained from the post-test and pre-test was analyzed. 3 successful, intermediate and unsuccessful students were selected from each group. Interviews were held with those students and science and technology teachers. As a consequence of the analysis of the data, Haptic technology and simulation are found to be more effective than the others in providing detailed, permanent, and concrete knowledge for students and changing misconceptions.

Keywords: Haptic Technology, Simulation, Misconceptions, Lecturing, Questioning-Answering

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

1.1. Kavram Yanılgıları (Misconceptions)

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 adlandırılmaktadır (Stein, Larrabee ve Barman, 2008:1-11). Kavram yanılgısı bir hata değildir veya bilgi eksikliğinden dolayı yanlış verilen cevap değildir (Committee on Undergraduate Science Education, 1997). Kavram yanılgısı, bilimsel olarak doğru kabul edilmeyen fikir ve düşüncedir (Osborne ve Freyberg, 1985; Treagust, 1988:159-169).

Kavram yanılgıları, öğrenmenin önünde büyük bir engel teşkil etmektedirler (Güneş, n.d.). Sunulan açıklama ve bilgilerin yanlış yorumlanmasına sebebiyet vererek öğrencilerin konuyu derinlemesine anlamalarını güçleştirmektedirler (Clement 1982:66-71; Resnick 1983:477-478). Değişime direnç göstererek öğrencilerin yeni bilgileri doğru olarak yapılandırmalarında sorunlar yaşamalarına neden olmaktadır (Bahar, Johnstone ve Hansell, 1999: 84-86). Bir başka ifadeyle değişime yatkınlığı düşük olan ve bilişsel sistemde iyice yapılandırılan bu kemikleşmiş bilgilerin düzeltilmesi kolay olmamaktadır (Lakatos, 1970). Bu nedenlerden ötürü, "Bir konuda hiç bir bilgiye sahip olmamak, o konuda kavram yanılgısına sahip olmaktan çok daha iyidir." denilebilir (Güneş, n.d.).

Fen bilimleri, içeriğinde çok fazla soyut kavram bulunan alanlardan bir tanesidir (Driver, Leach, Millar ve Scott, 1996). Bu nedenle öğrencilerin fenle ilgili birçok kavrama ilişkin yanılgıları bulunmaktadır. Yerçekimi, kütle ve ağırlık da Fen alanında öğrencilerin çok fazla yanılgıya sahip oldukları kavramlardandır (Gönen, 2008: 70-81). Fen bilimlerinde temel kavramlar arasında yer almaları nedeniyle öğrencilerin öğrenim sürelerinde sıklıkla karşılaştıkları bu kavramları ilköğretim sıralarında iyi bir şekilde özümsemeleri önemlidir. Fakat kavramların soyut nitelikte olması öğrenciler tarafından öğrenilmelerini güçleştirmektedir. Bu bakımdan yerçekimi kütle ve ağırlık kavramlarının öğrenilmesinin kolaylaştırılması ve bu kavramlara ilişkin yanılgıların giderilmesi önem kazanmaktadır. Nitekim literatürde de yerçekimi, kütle ve ağırlıkla ilgili yanılgıların giderilmesine yönelik çalışmalara örnekler görmek mümkündür (Dostal, 2005; Freeley, 2007; Gönen, 2008).

1.2. Kavram Yanılgılarının Giderilmesinde Simülasyonlar (Simulations for Removing Misconceptions)

Yerçekimi, kütle ve ağırlıkla ilgili kavram yanılgılarının giderilmesine yönelik yapılan çalışmalar incelendiğinde, simülasyonların kullanılan yöntemler arasında yer aldığı görülmektedir. Öğrencilerin astronomi derslerindeki olayları tam anlayabilmeleri ve aktif olarak deneyimler yaşamalarını sağlamak için hazırlanan AJJAR projesi bu çalışmalardan biridir (Morgan, n.d.). Proje; Güneş'in hareketi, mevsimlerin oluşumu, Ay tutulması, Ay'ın aşamaları, yerçekimi, farklı gezegenlerde yerçekimi, yerçekimini etkileyen faktörler, gezegensel hareketler ve yıldız toplulukları konularıyla ilgili simülasyonları kapsamaktadır. Nicholson (n.d), çalışmasında simülasyonlardan yararlanarak öğretmen adaylarının yerçekimiyle ilgili bilgilerini ve öğrencilerinin yerçekimiyle ilgili yanılgılarını ortaya çıkaran pedagojik bilgilerini incelemiştir. Kim, Park, Lee ve Heeman Lee (2005) tarafından yapılan çalışmada ise kavram yanılgılarını gidermede önemli olarak görülen kavram kargaşaları oluşturma, simülasyonlarla sanal ortamlara aktarılmıştır. Çalışma sonucunda, öğrencilerde kavram kargaşası meydana geldiği ve

öğrencilere görsel olarak verilen dönütlerin kavram değişiminde etkili olduğu tespit edilmiştir. Üç boyutlu görsellerin ve çok fazla değişken içermeyen simülasyonların öğrencilerin kafasında çok fazla karışıklık meydana getirmeden, kavramların öğrenilmesinde etkili olabilecekleri belirtilmiştir. Ayrıca simülasyonların öğretmene fazla yük getirmeden, sınıf ortamında birkaç bilgisayar kullanarak kavram yanlışlarının giderilmesinde kullanılabilecekleri vurgulanmıştır. Hay, Elliott ve Kim (2002) farklı ortamlarda bulunan öğrencilerin web üzerinden 3 boyutlu etkileşimli Güneş sistemi simülasyonunu kullanarak kavramlar üzerinde tartışmalarını sağlamaya çalışmışlardır.

Yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlardan, simülasyonların kavram yanlışlarını gidermede önemli etkileri olduğu görülmektedir. Bu doğrultuda çalışma sonuçlarından simülasyonların kavram yanlışlarını gidermedeki olumlu etkilerini sağlayan faktörler aşağıdaki gibi sıralanabilir (Linn, 2004; Bussel, 2004);

- Soyut kavramları görselleştirme, ortamı etkileşimli olarak düzenleme,
- Öğrencilere kavramlarla ilgili yeterli deneyim imkânı sunma,
- Eş zamanlı geri bildirimler verme,
- Sınıf şartlarında gerçekleşmesi zor olan durumları tekrar tekrar uygulayabilme imkânı sunma,
- Anında verilen geri bildirimlerle, öğrencinin araştırma yapmasını, ortamı beklenen şekilde düzenlemesini ya da var olan bilgilerini değiştirmesini sağlama.

Haptic Teknolojisi (Haptic Technology)

Simülasyonlarla görme ve işitme duyularına hitap edilerek elde edilen olumlu sonuçlar, sanal ortamda farklı duylara yönelik çalışmalar yapılmasına yön vermiştir. Bu doğrultuda bilgisayar Haptic'leri olarak adlandırılan özel alt alanlar oluşmuştur. Haptic yunanca "haptikos" kelimesine dayandırılmakta ve dokunma duyusuyla ilgili anlamına gelmektedir (Revesz, 1950; Katz, 1989, Marston, Loomis, Klatzky, ve Reginald, 2005). Bilgisayar Haptic'leri ise bireylere sanal nesnelere etkileşimli ortamda hissetme imkânı sunan bilim olarak tanımlanmaktadır (Sirinivasan ve Basdogan, 1997).

İnsan-bilgisayar etkileşimli Haptic teknolojileri, simülasyonlarla bütünleşen özelliği sayesinde sanal bir nesneye ait dokunma duyusu oluşturmaktadırlar (Karal ve Reisoglu, 2009). Kullanıcının Haptic teknolojisiyle dokunsal anlamda kurduğu iletişimle, sanal ortama müdahale edilebilmektedir. Müdahaleler sonucunda değişen sanal ortam bileşenleriyle ilgili bilgiler, dokunsal geri bildirimlerle kullanıcıya iletilmektedir. Haptic teknolojisinin simülasyon arayüzüyle de kullanıcıya işitsel, görsel ve metinsel geri bildirimler verilmektedir (MacLean, n.d). Böylelikle, sanal ortama dâhil edilen Haptic teknolojisi bileşenleriyle kullanıcıya daha gerçekçi ortamlar ve deneyimler yaşama imkânı sunulmaktadır.

1.3. Kavram Yanlışlarını Gidermede Dokunmanın Önemi (The Importance of Touching Sense in Removing Misconceptions)

Dokunma literatürde aktif, bilgi verici ve faydalı bir algı sistemi olarak tanımlanmaktadır (Klatzky ve Lederman, 2002). Bireylerin, çevrelerini algılama ve tanımlama sürecinde görme, işitme duyularıyla birlikte dokunma duyusu da aktifleştirilmektedir. Özellikle 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 bu durumda 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 olmasından kaynaklanmaktadır. Deneyimler sırasında nesnelere dokunarak hareket ettirme ya da yönetme de öğrencilerin algısal ve psikomotor becerilerinin yanı sıra soyut kavramları somutlaştırmalarına 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 yararlanması, dokunma duyusunun bireylerin öğrenim sürelerini ne kadar etkilediğini göstermektedir.

İkili kodlama teorisine göre, insanlar uyarıcıları sözel ve sözel olmayan olmak üzere iki şekilde işlemektedirler. 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 (1997:535-540) 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, 2006:317-348).

1.4. Haptic Teknolojisiyle Eğitim Alanında Yapılan Uygulamalar (Applications Conducted with Haptic Technology in Education)

Bilgisayar ortamında simülasyon nitelikleri gösteren Haptic teknolojileriyle uygulamalar yapıldıktan sonra farklı alanlarda Haptic teknolojisiyle ilgili araştırmalarda önemli bir artış görülmüştür. Fakat eğitimde yapılan çalışmalar sayı olarak diğer alanların gerisinde kalmıştır. Yapılan çalışmalardan bazıları;

- Görme engelli öğrencilerin matematik ve fizik eğitimlerine katkıda bulunma (Van Scoy, Kawai, Darrah ve Rash, 2000; Wies, Gardner, O'Modhrain, Hasser ve Bulatov, 2000),
- Kuvvetler ve alanların öğrenilmesinde dokunsal algının rolünü araştırma (Reiner, 1999),
- Öğrencilerin atomik orbitaller konusunu zihinlerinde ilişkilendirmelerinde ve yapılandırmalarında yaşadıkları zorlukları azaltma (Harvey ve Gingold, 2000: 232-235),
- Haptic teknolojisi ve simülasyonların öğrenci başarıları üzerindeki etkisini karşılaştırma (Jones, Andre, Superfine ve Taylor, 2003: 303-322),
- Öğrencilerin basit makineler konusunu öğrenmelerine ve hatırdaki tutmalarına yardımcı olma (Williams, Chen ve Seaton, 2003: 16-27),
- Haptic teknolojisinin yerçekimi, kütle, kuvvet ve hareket kavramlarını öğrenmeye etkisini araştırma (Bussell, 2004),
- Geometri problemlerinin çözümüne yardımcı olma (Kaufmann, Schmalstieg ve Wagner, 2000:263-76),
- amaçları doğrultusunda gerçekleştirilmiştir.

2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICANCE)

Günümüze kadar Haptic teknolojisiyle yapılan çalışmalar genellikle gerçekçi ortamda bireylere etkileşimli bir şekilde psikomotor becerilerini geliştirecek deneyimler kazandırma üzerine gerçekleştirilmiştir (Bussel, 2004). İncelenen literatürde Haptic teknolojinin sınıf ortamında kullanımının olumlu ve olumsuz etkileri öğretmen ve öğrenci görüşleriyle açık olarak belirtilmemiştir. Bu çalışmada kavram yanılgılarının giderilmesine yönelik Haptic teknolojisiyle gerçekleştirilen uygulamalarının, simülasyon, düz anlatım ve soru cevap yöntemleri kullanılarak yapılan sınıf uygulamalarına göre olumlu ve olumsuz yönleri öğretmen ve öğrenci görüşleriyle ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. Bu amaç doğrultusunda çalışmanın ana problemi "Sınıf ortamında kullanılan Haptic teknolojinin, simülasyon, düz anlatım ve soru cevap yöntemlerine göre, kavram yanılgılarını giderme ve öğrencilerin üzerindeki etkileri hakkında öğretmen ve öğrenci görüşleri nelerdir?" şeklinde oluşturulmuştur. Alt problemler ise aşağıdaki gibi belirlenmiştir;

- Haptic teknolojinin simülasyonlara, düz anlatım ve soru cevap yöntemlerine göre öğrenciler üzerindeki etkileri (dersi dinleme, soru sorma, ilgi) nelerdir?
- Haptic teknolojisi ve simülasyonun görsel ve etkileşim özellikleri, yerçekimi, kütle ve ağırlık kavramlarının öğrenilmesini nasıl etkilemektedir?
- Haptic teknolojinin sanal ortamda dokunarak hissetme olanağı, yerçekimi, kütle ve ağırlık kavramlarının öğrenilmesini nasıl etkilemektedir?

3. YÖNTEM (METHOD)

Türkiye'deki okullarda aynı kademeye yönelik farklı sınıf şubeleri bulunmaktadır. Ayrıca aynı şubedeki öğrencilerin akademik başarıları arasında farklılıklar söz konusudur. Başka bir deyişle sınıflar başarı düzeyi farklı olan heterojen öğrenci gruplarından oluşmaktadır. Bu nedenle çalışmanın yürütüldüğü okuldaki 6. sınıf şubelerinden biri rastgele atamayla kontrol, ikisi deney grubu olarak belirlenmiştir. Deney gruplarının birinin uygulamalarında Haptic teknolojisinden, diğerinin uygulamalarında simülasyonlardan yararlanılmıştır. Kontrol grubunda ise düz anlatım ve soru cevap yöntemleri kullanılarak konu anlatımı yapılmıştır. Çalışmada Haptic teknolojisi kullanılan deney grubu D1, simülasyon kullanılan deney grubu D2, kontrol grubu ise K olarak kodlanmıştır.

Uygulamalardan önce bütün gruplara geliştirilen kavramsal anlama testi ön test olarak uygulanmıştır. Böylelikle öğrencilerin yerçekimi, kütle ve ağırlık kavramlarına ilişkin kavram yanılgıları ve ön bilgileri tespit edilmeye çalışılmıştır. Uygulamalar sırasında kontrol grubunda herhangi bir materyal ya da teknoloji kullanılmamıştır. Deney gruplarında ise Haptic teknolojinin ve simülasyonun öğrencilerin kavramları öğrenme, anlama ve kavram yanılgılarını gidermedeki etkililiklerini daha iyi belirlemek amacıyla çalışma yaprakları kullanılmıştır. Uygulama sonrasında öğrencilerin yerçekimi, kütle ve ağırlıkla ilgili bilgilerinde değişme olup olmadığını, kavram yanılgılarının giderilip giderilmediğini belirlemek amacıyla bütün gruplara kavramsal anlama testi son test olarak uygulanmıştır. Gruplardaki öğrencilerin ön ve son testleri, çalışma yapraklarındaki açıklamaları karşılaştırılarak öğrencilerin göstermiş oldukları gelişime göre her gruptan başarılı, orta düzeyde başarılı ve başarısız üçer öğrenci seçilmiştir. Seçilen bu öğrencilerle ve çalışmanın birlikte yürütüldüğü Fen ve Teknoloji öğretmeniyle mülakatlar yürütülmüştür.

3.1. Evren Örneklem (Target Population and Sample)

Çalışmanın evrenini, Türkiye Trabzon Mimar Sinan İlköğretim Okulu'nda öğrenim gören 6. sınıf öğrencileri oluşturmaktadır. Çalışmanın örneklemini ise belirlenen evrenden seçilen 9 öğrenci ve 1 Fen ve Teknoloji öğretmeni 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.

Çalışmaya ilk önce 90 öğrenci ile başlanılmıştır. Öğrencilerin 29'u Haptic teknolojisinin uygulandığı deney grubunda, 27'si simülasyonun uygulandığı deney grubunda, 34'ü ise kontrol grubunda yer almıştır. Daha sonra bu grupların her birinden çalışma yapılarında ve kavramsal anlama testlerinde göstermiş oldukları başarıya göre 3'er öğrenci seçilmiştir. Seçilen öğrencilerin demografik özellikleri Tablo 1'de verilmektedir.

Tablo 1. Öğrencilerin demografik özellikleri
(Table 1. Demographical features of the students)

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

Çalışmaya katılan Fen ve Teknoloji öğretmeni alanında 20 yıldır görev yapmaktadır. Derslerde genellikle sözel anlatımı tercih etmekte ve not tutmaktadır. Derslerde simülasyonlardan ya da Haptic teknolojisinden yararlanmamaktadır. Ancak değişik yayınevlerine ait CD'leri sinevizyon odasında öğrencilerine monitör yardımıyla izlettirmektedir.

3.2. Veri Toplama Araçları (Data Collection Tools)

3.2.1. Kavramsal Anlama Testi (Conceptual Understanding Tests)

Case ve Fraser (1999:1237-1249) 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 olamayacağını 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). Fakat bu çalışmada örneklem, 90 öğrenci arasından kavramsal anlama test sonuçlarına göre seçilmiştir. Bu nedenle 90 öğrencinin kavram yanlışlarını belirlemek için mülakatlardan yararlanılmamıştır. Mülakatlardan sonra yanlışların tespit edilmesinde en etkili araçlar olarak tanımlanan açık uçlu sorulardan

oluşan kavramsal anlama testleri kullanılmıştır (Hewson ve Hewson, 2003). Açık uçlu sorular, bireylerin fikirlerini kelime ya da cümlelerle yazarak ifade etmesini sağlayabilmesi nedeniyle çalışmada kullanılmıştır (Çepni, 2005).

Kavramsal anlama testi geliştirilmeden önce yerçekimi, kütle ve ağırlık kavramıyla ilgili literatürde yapılan çalışmalar ayrıntılı olarak incelenmiştir. Uygulamalarda kullanılan simülasyon ve Haptic teknolojisiyle öğrencilerin bilgilendirilebileceği durumları tanımlayan nitelikte soruların seçilmesine dikkat edilmiştir. Böylelikle 7 açık uçlu, 1 çoktan seçmeli ve 1 boşluk doldurmalı sorudan oluşan kavramsal anlama testi geliştirilmiştir. Geliştirilen test öncelikle 30 kişilik bir gruba uygulanmıştır. Pilot çalışmada, öğrencilerden her bir soruda kendilerinden ne istenildiğini ve sorunun cevabını ilgili sorunun altındaki boşluğa yazmaları istenmiştir. Öğrenci görüşleri ve yaşanan sorunlar göz önünde bulundurularak test üzerinde gerekli değişiklikler yapılmıştır. Öğrencilerin soruları daha iyi anlayabilmesi amacıyla sorular daha açık bir şekilde ifade edilmeye çalışılmıştır. Kavramsal anlama testinde yer alan çoktan seçmeli soru için ise madde analizi yapılmıştır. Madde analizi ile her bir maddenin ayırt edicilik endeksi ve madde gücü hesaplanmıştır (Kalaycı vd., 2005).

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 Karadeniz Teknik Üniversitesi'nde görev yapan iki uzman görüşüne sunulan test; 7 açık uçlu, 1 boşluk doldurmalı sorudan oluşacak şekilde tekrar düzenlenerek çalışma grubuna uygulanacak duruma getirilmiştir. Tablo 2'de kavramsal anlama testinde yer alan sorularda temel alınan kavram yanlışları ve soruların oluşturulmasında yararlanılan kaynaklar sunulmaktadır.

Tablo 2. Kavramsal anlama testinde yer alan sorularda temel alınan kavram yanlışları ve soruların oluşturulmasında yararlanılan kaynaklar

(Table 2. Misconceptions on which questions based in conceptual comprehension test and sources which were utilized in composing questions)

Soru	Kavram Yanılgısı	Soruların Oluşturulmasında Yararlanılan Kaynaklar
1	Ay'da yerçekimi yoktur. Ağırlık ve kütle aynı kavramlardır	Freeley (2007), Gönen (2008), Galili (1995)
2	Ağırlık ve yerçekimi arasındaki ilişkiyi bilememe. Ağırlığı tanımlayamama.	Freeley (2007)
3	Dünya dışında hiçbir yerde yerçekimi yoktur. Yerçekimi her yerde aynıdır değişmez.	Freeley (2007)
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)
7	Bir cismin ağırlığı her yerde aynıdır fakat kütlesi ortama göre değişebilir.	Gönen (2008)
8	Yerçekimi, kütle ve ağırlık kavramlarını yanlış kullanma	Gönen (2008)

3.2.2. Çalışma Yaprağı (Worksheet)

Bu çalışmada D1 ve D2 deney grupları için yapılandırmacı öğrenme kuramına uygun iki farklı çalışma yaprağı geliştirilmiştir. Çalışma yaprakları; Haptic teknolojisini ve simülasyonu kullanan öğrencilerin kavram yanılgılarındaki durumu daha iyi belirleyebilmek amacıyla kullanılmıştır.

Çalışma yaprakları, literatürdeki farklı çalışmalar ve www.explorelearning.com sitesinde yer alan çalışma yaprağı örnekleri göz önünde bulundurularak geliştirilmiştir. KTÜ Fatih Eğitim Fakültesi'nde görev yapan iki uzmana 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 yanıtlayabildikleri belirlenmeye çalışılmıştır. Pilot çalışma sonucunda, öğrencilerin bazı cümlelerdeki ifadeleri anlamadıkları belirlenmiştir. Bu nedenle cümleler öğrencilerin anlayabileceği şekilde açık olarak ifade edilmiştir ve tekrar uzman görüşlerine sunulmuştur.

Uzman görüşleri ve pilot çalışma sonucunda, çalışma yaprakları üç bölüm içerecek şekilde düzenlenmiştir. Birinci bölümde öğrencilerin ilgi ve dikkatlerini çekmek amacıyla bir kavram karikatürü kullanılmıştır. İkinci bölümde, öğrencilerin bireysel olarak yapacakları etkinliklere yer verilmiş ve bu etkinliklere dayalı sorular sorulmuştur. Değerlendirme amaçlı oluşturulan üçüncü bölümde ise öğrencilerin ikinci bölümde edindikleri bilgi ve deneyimlerden yola çıkarak yeni karşılaştıkları farklı durumları açıklamaları istenmiştir.

3.2.3. Mülakatlar (Interviews)

Çalışmada, araştırmacıya esneklik sağlaması ve önceden hazırlanmış soruların mülakat sırasında değiştirilme olanağının olması nedeniyle yarı yapılandırılmış mülakatlara başvurulmuştur (Drever, 1997; Çepni, 2005). Mülakatlar, katılımcıların araştırılan konu hakkındaki duygu, düşünce ve inançlarını ortaya çıkarmak, neyi, ne sebeple düşündüklerini belirlemek için çalışmada kullanılmıştır (Merriam, 1988).

Çalışmada D1, D2, kontrol ve öğrencilerin Fen ve Teknoloji öğretmenleri 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. Araştırmacının öğretmen ve öğrencilerle yaptığı bireysel mülakatlar yaklaşık 45 dakikalık 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.

3.3. Verilerin Analizi (Analysis of the Data)

3.3.1. Kavramsal Anlama Test Sonuçlarının Analizi

(Analysis of the Conceptual Understanding Test Results)

Öğrencilerin yerçekimi, kütle ve ağırlık kavramlarına ilişkin anlama seviyelerini incelemek amacıyla Tablo 3'teki ölçütler (Keleş, 2007) göz önünde bulundurulmuştur.

Tablo 3. Öğrencilerin kavramsal öğrenmelerini değerlendirmek amacıyla kullanılan kategoriler

(Table 3. Categories used for assessing students' conceptual learning)

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.
Yanıtsız	Y	Boş bırakma.

Ön test, son test sonuçları, iki Fen ve Teknoloji öğretmeni tarafından Tablo 3'teki kategoriler dikkate alınarak 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 incelemişlerdir. Verilen cevapların Tablo 3'te belirtilen altı kategoriden hangisine uygun olduğunu belirlemişlerdir. Bu doğrultuda öğrencilerin ön test, son test verilerinin kategorilere göre dağılımlarının yüzdeleri hesaplanmıştır.

Mülakatlara katılacak öğrencileri belirlemek amacıyla öğrencilerin ön test ve son test sonuçları puanlandırılmıştır. 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 4'te verilmektedir.

Tablo 4. Kavramsal anlama testindeki sorulara kategorilere göre verilen puanlar

(Table 4. Points given for questions per category in the conceptual understanding test)

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 yanlış 5 İki yanlış 3		KYA	Bir yanlış 8 İki yanlış 5
	YA	0		YA	0
	A	0		A	0
	Y	0		Y	0

3.3.2. Çalışma Yapraklarından Elde Edilen Verilerin Analizi (Analysis of the Worksheet Results)

Çalışma yapraklarında deney gruplarındaki öğrencilerin uygulamalardan sonra yaptıkları tanımlamalar ya da yorumlar incelenmiş ve iki gruptaki öğrencilerin verileri karşılaştırılmıştır. Öğrencilerin çalışma yaprağının etkinlik ve değerlendirme kısımlarındaki sorulara verdikleri yanıtlar Tablo 3'te verilen bilgilere göre gruplandırılmıştır. Çalışma yaprağı ve kavramsal anlama test sonuçlarına göre başarılı, orta düzeyde başarılı ve başarısız öğrenciler seçilmiştir.

3.3.3. Mülakat Verilerinin Analizi (Analysis of the Interview Data)

Mülakat verileri elektronik olarak araştırmacı tarafından transkript edilmiştir. Transkript haline getirilen veriler hakkında araştırmacı görüşlerini çift parantezler içerisinde yazarak, temaların oluşturulması sırasında ön yargılarından uzak durmaya çalışmıştır. Ayrıca araştırmacının her bir katılımcıyla ilgili görüşleri, görüşme ve analiz süreçleri hakkındaki düşünceleri not edilmiştir. Böylelikle verilerin yorumlanması sırasında bu bilgilerden yararlanılmaya çalışılmıştır. Tüm bu çalışmalar sonrasında elde edilen veriler tekrar tekrar okunarak katılımcının belirtmek istediği görüşlerin ana temasını 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 tablolandırılmıştır. Tabloların altında araştırmacı kendi gözlemlerinden ve bilgilerinden yararlanarak temaları yorumlamış ve doğrudan alıntılarla desteklemeye çalışmıştır (Miles ve Huberman, 1994).

Bu çalışmanın inanılabilirliğini sağlamak üzere farklı veri toplama araçlarından yararlanılmıştır. Ayrıca çalışma süreci ve elde edilen ham veriler çalışmaya katılan öğrencilerin Fen ve Teknoloji öğretmenleriyle birlikte tartışılmıştır. Çalışmanın güvenilirliğini sağlamak için farklı veri toplama araçlarından yararlanılmış, 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 öğrenci seçilmiştir. 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).

3.4. Çalışmada Kullanılan Simülasyon Arayüzü (Simulation Interface Used in the Study)

Bu çalışmada D2 deney grubunda yapılan uygulamalarda Şekil 1'de arayüzü gösterilen simülasyon kullanılmıştır. Arayüz araştırmacılar tarafından geliştirilmemiş, www.explorellearning.com sitesinden yararlanılarak çalışmada 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 ölçme fırsatı verilmektedir.



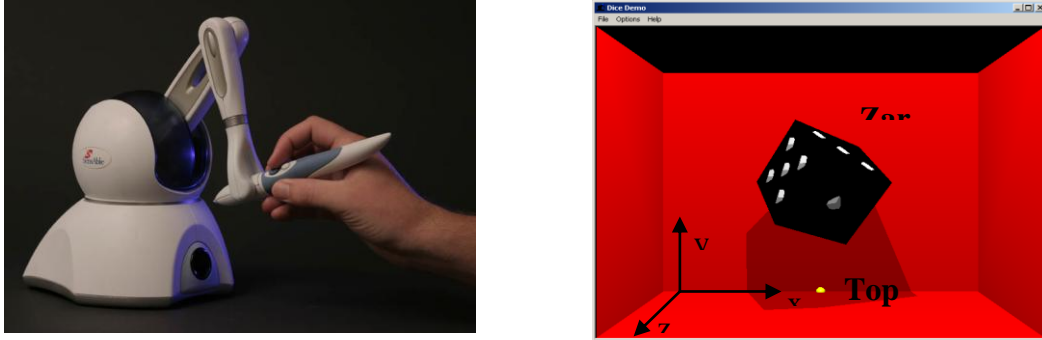
Şekil 1. Çalışmada kullanılan simülasyon arayüzü
(Figure 1. Simulation interface used in the study)

Arayüzdeki çiçek, kabak, karpuz, köpek ya da topun kütlesi eşit kollu teraziyi kullanılarak ölçülebilmektedir. Farklı ortamlarda benzer ölçümler tekrar edilerek kütlelerin ortama göre değişmediği anlaşılabilmektedir. Nesnelere, yaylı terazinin kefesine yerleştirilerek ağırlıkları ölçülebilmekte, farklı ortamlara geçiş yapılarak ağırlığın değişip değişmediği gözlemlenebilmektedir.

3.5. Çalışmada Kullanılan Haptic Teknolojisi (Haptic Technology Used in the Study)

Bu çalışmada kullanılan Haptic teknolojisi, simülasyon özelliği gösteren bir yazılım ve kullanıcının sanal ortamdaki olayları hissedebilmesini sağlayan bir donanımdan oluşmaktadır. Simülasyon arayüzü yerçekimi, kütle ve ağırlık kavramlarına yönelik olarak hazırlanmıştır. Yazılım günlük hayattan örnekler ele alınarak değil basit nesnelere göz önünde bulundurulularak tasarlanmıştır. Fakat öğrencilerin hedeflenen kavramları öğrenebilmeleri için yeterli etkileşimlere ve görsellere sahiptir.

Kullanılan Haptic teknolojisindeki en önemli parça 3-boyutlu (x, y, z) gerçek ortamda, kullanıcıya nesnelere hareket ettirebilme özelliğine sahip Haptic koldur (Karal ve Reisoğlu, 2009). 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 2). Kullanıcı, kol yardımıyla sanal ortamdaki nesnelere konumlarını değiştirebilmekte ve ortamdaki değişimleri kol yardımıyla hissedebilmektedir.

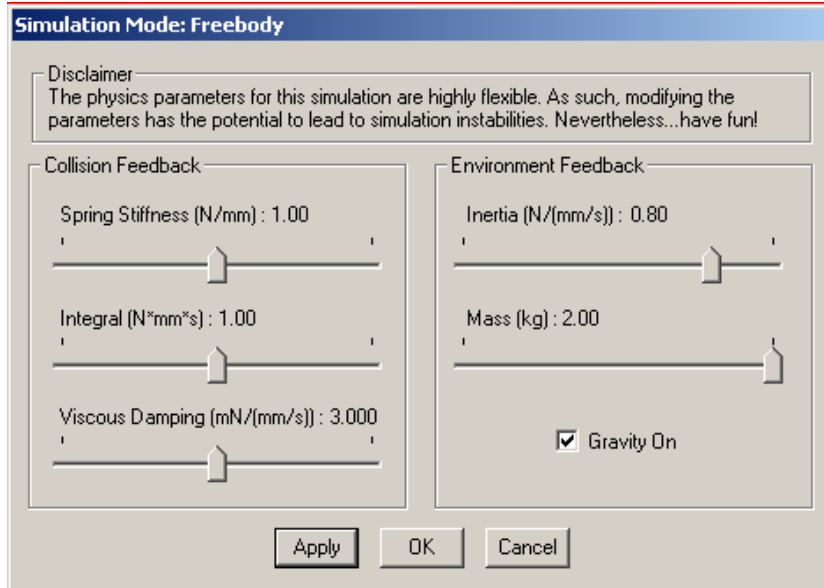


Şekil 2. Haptic kolu ve Haptic teknolojisinin simülasyon arayüzü
(Figure 2. Haptic and Haptic Technology's Simulation Interface)

Haptic teknolojisinin simülasyon arayüzünde, üç boyutlu ortamda bir zar ve top bulunmaktadır (Şekil 2). Haptic koluyla boşlukta yapılan tüm hareketler yazılım arayüzünde sarı renkli topa 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.

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.

Kullanıcı yazılım arayüzündeki Options menüsüne tıklayarak ekrana getirilen iletişim penceresi ile zar modelinin kütlelerini, ağırlığını, ortamdaki yerçekimi ivmesini değiştirebilmektedir (Şekil 3). Ekrandaki zarı hareket ettirmek istediğinde, değişen kütle ve yerçekimine bağlı olarak kullanıcıya kuvvet uygulanmaktadır.



Şekil 3. Nesnelere ait özelliklerin değiştirilmesini sağlayan etkileşim penceresi
(Figure 3. Interaction window changing features of the objects)

3.6. D1 Deney Grubunda Gerçekleştirilen Uygulamalar

(The Applications Which Were Made With D1 Experiment Group)

Bu çalışmada D1 deney grubunda öncelikle öğrencilerin kavram yanılgılarını 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 yansıtabilme 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 paragrafla ilgili yorumları dinlendikten sonra, derste kullanılacak Haptic teknolojisinin özelliklerinden bahsedilmiş, simülasyon ara yüzü tanıtılmıştır. Öğrencilere çalışma yaprakları dağıtılarak, kavram karikatüründeki "Nasreddin Hoca'nın" aklına takılan soruların neler olduğu sorulmuş ve öğrencilerin bu sorularla ilgili düşünceleri alınmıştır. Daha sonra çalışma yapraklarındaki etkinlikler Haptic teknolojisi kullanılarak yapılmaya başlanmıştır.

D1 deney grubu için oluşturulan çalışma yaprağının birinci etkinliğinde Haptic teknolojisinin simülasyon ara yüzündeki ortama yerçekimi uygulanmamıştır. Bu doğrultuda öğrencilerden öncelikle yerçekiminin olmadığı ortamda zarı hareket ettirmeleri istenmiştir. Öğrencilerin, zarı hareket ettirirken neler hissettiklerini öğrenmek amacıyla "Neler oldu? Neler hissettin?" şeklinde sorular sorulmuştur. Ayrıca öğrencilerden, zarı rahatlıkla hareket ettirebilmelerinin nedenlerinin neler olabileceği sorularak olayı günlük hayatla ilişkilendirmeleri sağlanmaya çalışılmıştır.

Bir sonraki uygulamada ortama yerçekimi uygulanmıştır ve öğrencilerden zarı hareket ettirmeleri istenmiştir. Bu sırada öğrencilere "Önceki hissettiklerinle bu uygulamada hissettiklerin arasında fark var mı? Oluşan farkın nedeni sence ne olabilir?" soruları sorulmuştur. Öğrencilerden "Oluşan fark yerçekiminden kaynaklanmaktadır." cevabı alındıktan sonra yerçekimini tanımlamaları istenmiştir.

Çalışma yaprağında, öğrencilerin kütlelerin değişmeyen madde miktarı olduğunu anlamalarını sağlamak için de bir etkinlik oluşturulmuştur. Bu etkinlikte Haptic teknolojisinin simülasyon ara yüzünde yer alan ortamdaki yerçekimi değiştirilmiştir. Öğrencilere zarın şeklinde ya da boyutunda bir değişme olup olmadığı sorulmuştur. Öğrencilerden "Değişmedi" yanıtı geldiğinde, bu sonuçtan ne anlamaları gerektiği sorusu yöneltilmiştir. Öğrencilerden kütlelerin tanımıyla birlikte farklı ortamlarda değişmediği yanıtı alındığında diğer etkinliğe geçilmiştir.

Çalışma yaprağındaki ağırlık kavramıyla ilgili etkinlikten önce öğrencilerden ağırlığı tanımlamaları istenmiştir. Bunu takiben Haptic teknolojisi kullanılarak uygulamalar yapılmıştır. Haptic teknolojisinin simülasyon ara yüzünde yer alan ortamın yerçekimi arttırılmıştır. Öğrencilere neler hissettikleri sorulmuştur. Ortamdaki yerçekimi azaltılarak tekrar öğrencilere neler hissettikleri sorulmuştur. Ara yüzdeki zarın kütlesi arttırılarak öğrencilere tekrar neler hissettikleri sorulmuştur. Bu uygulama bu şekilde birkaç kez tekrarlanmıştır. Son olarak öğrencilerden hissettiklerine bağlı olarak ağırlığı tanımlamaları istenmiştir. Öğrenciler "Ağırlık kütle ve yerçekimine bağlı olarak değişir." yanıtını verdikten sonra, yerçekimi ve ağırlık arasındaki farkı açıklamaları istenmiştir.

Haptic teknolojisiyle yapılan uygulamaların amaçlarından biri de öğrencilerin, farklı gezegenlerdeki yerçekimi değişimlerini öğrenmelerini sağlamaya çalışmaktır. Bu doğrultuda da öğrencilere uygulamalar yaptırılmıştır. Uygulamalardan önce öğrencilere, ara yüzdeki ortamın yerçekimi değiştirildiğinde, ortamda görsel olarak bir değişim olmayacağı söylenmiştir. Daha sonra öğrencilerin yerçekiminin Jüpiter’de daha fazla olduğunu hissetmelerini sağlamak için ortamdaki yerçekimi arttırılmıştır. Öğrencilere bu değişimden sonra ne hissettikleri sorulmuştur. Öğrencilerin 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. Benzer uygulamalar Ay, Mars, Dünya ve Jüpiter’in yerçekimlerini kıyaslamak için gerçekleştirilmiştir.

3.7. D2 Deney ve Kontrol Gruplarında Gerçekleştirilen Uygulamalar (The Applications Which Were Made With D2 Experiment and the Control Groups)

D2 deney grubundaki uygulamalar da D1 deney grubundaki plana benzer bir şekilde yürütülmüştür. Fakat D2 deney grubunda Haptic teknolojisi yerine simülasyon kullanılmıştır. D1 deney grubunda kullanılan çalışma yaprağı ise D2 deney grubunda kullanılan simülasyonun niteliklerine bağlı kalınarak tekrar düzenlenmiştir (Ek-1). Çalışma yapraklarıyla, öğrencilere öncelikle kütlelerin farklı ortamlarda değişip değişmeyeceği nedenleriyle birlikte sorulmuştur. Düşüncelerini çalışma yapraklarına yazmaları istenmiştir. İkinci etkinlikte, Dünya, Mars, Ay ve Jüpiter ortamlarına geçilerek kabak, köpek ve karpuz nesnelere kütleleri ölçülmüştür. 3. etkinlikte, öğrencilerin yaşadıkları deneyimlere bağlı kalarak kütlelerin farklı ortamlarda neden değişmediğini açıklamaları istenmiştir. 4. etkinlikte öğrencilere kabak nesnesinin ağırlığı yaylı teraziyi kullanarak ölçtürülmüştür. 5. etkinlikte, farklı ortamlarda kabak, köpek ve karpuz nesnelere ağırlıkları ölçtürülmüştür. 6. etkinlikte, ağırlığın farklı ortamlarda neden değiştiğini açıklamaları istenmiştir. 7. etkinlikte, ağırlığın yerçekimine ve kütleyle ilgili olarak değiştiği belirtilmiştir. 2. ve 5. etkinlikte edindikleri değerlere bağlı olarak Dünya, Ay, Mars ve Jüpiter’in yerçekimini bulmaları istenmiştir. 8. etkinlikte bu gezegenleri yerçekimi fazla olandan az olana doğru sıralamaları istenmiştir. Değerlendirme sorularıyla da öğrencilerin bilgilerini farklı durumlara uyarlaması ölçülmüştür.

Kontrol grubunda diğer gruplarda olduğu gibi sorular sorularak derse giriş yapılmıştır. Ardından deney gruplarına okunan paragraf 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 yanılgısı olan öğrenci tespit edildiğinde tahtaya şekiller çizerek kavramlar anlatılmaya çalışılmıştır. Son olarak öğrencilerden derste öğrenilenleri özetlemeleri istenmiştir.

4. BULGULAR (FINDINGS)

4.1. Öğretmenin Kullanılan Üç Yöntemle İlgili Görüşleri

(The Perceptions of the Teacher on the Three Methods Used)

Kullanılan üç yöntemin öğrenciler üzerindeki etkilerini, kullanım yararlarını, sınırlılıklarını, birbirlerine göre eksiklik ya

da üstünlüklerini daha iyi bir şekilde ortaya çıkarabilmek için öğrencilerin Fen ve Teknoloji öğretmeniyle mülakat yapılmıştır. Mülakatta öğretmene öncelikle "Kullandığınız üç yöntemi öğrencilerin sınıftaki aktifliklerini dikkate alarak karşılaştırır mısınız?" araştırma sorusu yöneltilmiştir. Öğretmen, Haptic teknolojisinin öğrencilerin daha önce görmediği bir cihaz olması nedeniyle dikkatlerini çektiğinden ve dersi daha ilgili bir şekilde dinlediklerinden bahsetmiştir. Ayrıca uygulamanın son saate denk gelmiş olmasına rağmen öğrencilerin derse normalden daha fazla ilgi gösterdiklerine değinmiştir. Öğrencilerin maddi durumlarının iyi ve birçoğunun akademisyen çocuğu olması nedeniyle simülasyonun öğrencilerin ilgisini ve dikkatini çok fazla çekmediğini belirtmiştir. Elde edilen bu bulgulardan, Haptic teknolojisinin öğrencilerin daha önce görmedikleri bir cihaz olmasından dolayı derse ilgi göstermelerine neden olduğu söylenebilir. Öğretmenin bu araştırma sorusuna yönelik görüşleri doğrudan alıntılarla aşağıda verilmektedir.

- "Haptic teknolojisi uygulanan grup çok dağınık bir sınıf olmasına ve çok da verimsiz bir ders saatinde olmasına rağmen çok dikkatli ders dinlediler. Yani katılımı diğer gruplara göre daha güzeldi. Hem de Haptic teknolojisi dikkatlerini çekti. İlgilerini çok çekti daha doğrusu. Kontrol grubundaki klasik ders anlatma zaten klasikti. Ki çok da verimli bir saatte anlatmamıza rağmen Haptic teknolojisi kadar ilgi çekmedi. Simülasyon ise çocuklar zaten bilgisayara çok alışkınlar. Yani o tarz etkileşimleri daha önce yaşadıkları için 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 Haptic teknolojisini hiç görmemeleri ve Haptic teknolojisinin hissetme olanağı sunmasından dolayı öğrencilerin çok fazla dikkatlerini çektiğini belirtmiştir. Haptic teknolojisi kadar dikkat ve ilgi çekici özelliklerinin olmasına rağmen öğrencilerin bu tarz yazılımlara alışkın olmaları nedeniyle simülasyonun öğrencilerin ilgilerinin çok fazla çekmediğini belirtmiştir. Başka bir deyişle simülasyonun, bilgisayarı kullanma olanağı olmayan öğrenciler için de çok ilgi çekici olabileceğinin altını çizmiştir. Öğretmenin bu araştırma sorusuna yönelik doğrudan alıntılarını aşağıdaki gibidir;

- "Kontrol grubu başarı seviyesi yüksek bir sınıf. Kontrol grubunda daha dikkatli öğrenci grubu var. Haptic teknolojisi grubunda ise 10 öğrenci sınıfta yok gibi. Kontrol grubunda ilgisiz öğrenci sayısı 4-5 taneyi geçmez. Öğrencilerin en çok Haptic teknolojisi ilgisini çekti. Aleti bir defa hiç görmediler ve hissetme olayı da değişikti. Fakat simülasyonda da benzer özellikleri görmek mümkün. Mesela bana göre bir köyde bilgisayar oynamayan öğrencilere gidip simülasyon yöntemini uyguladınız o da çok ilgilerini çekti. Ama bizim öğrencilerimiz birçok siteye girip 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 teknolojisinin öğrencilerin dikkatini çektiğini ve öğrencilerin dersi ilgili bir şekilde dinlemelerini sağladığını ifade etmiştir. Bu durum, öğrencilerin daha önce sanal ortamda hissetme deneyimi yaşamamış olmalarından kaynaklanabilir. Nitekim öğretmenin "Değişik olduğu için

öğrenciler 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 teknolojisinin fayda ve sınırlılıklarından bahsetmiştir. Haptic teknolojisinin öğrencilerin dikkat ve ilgilerini çekmede etkili fakat her öğrenciye tek tek uygulama yaptırmanın zaman alıcı olduğunu ifade etmiştir. Bu nedenle Haptic teknolojiyle yapılan 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 teknolojisinin 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 saece birini mi tercih edersiniz? Neden?" araştırma sorusu öğretmenin yöntemlerin hangi özelliklerini öğrencilerin öğrenmesinde daha etkili bulunduğunu belirlemek amacıyla sorulmuştur. Öğretmenin görüşlerine göre Haptic teknolojisi ve simülasyon geleneksel yöntemlere göre daha etkili olmuştur. Öğretmenin verdiği bilgilerden, uygulamalarda kullanılan Haptic teknolojisinin görsel olarak öğrencilerin ilgisini çekilememesi durumunda simülasyonun etkili olabileceği ortaya çıkmaktadır. Söz konusu durum Haptic teknolojisinin görsel özelliklerinin çok fazla olmamasından kaynaklanabilir. Bu durum görselliğin dikkat çekme açısından yadsınamayacak ölçüde önemli olduğunu göstermektedir. Öğretmenin araştırma sorusuna yönelik görüşleri ise aşağıdaki şekildedir;

- "Aslında Haptic teknolojiyle simülasyonu karıştırıp kullanabilirim. Tek taraflı kalmam. Çünkü Haptic teknolojiyle 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 yöntemlerin öğrencilerin konuları merak ederek soru sorma ihtiyacı hissetmelerine neden olup olmadığı araştırılmaktadır. Fakat öğretmenin yaptığı açıklamalar Haptic teknolojisi 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. Deney grupları konuyu anladıkları için çok ihtiyaç hissetmediler. Kontrol grubunun sorduğu soruları onlar zaten anlamıştı. Haptic teknolojisinde anladıkları için çok fazla soru sorma ihtiyacı duymadılar. Soru gelmemişse konuyu anlamışlardır."

4.2. Yapılan Uygulamalar Hakkında Öğrenci Görüşleri (Students' Views Regarding the Applications Made)

Yapılan uygulamalara yönelik öğrenci görüşlerini almak amacıyla deney ve kontrol gruplarındaki 3'er öğrenciyle mülakatlar yürütülmüştür. Bu öğrenciler son testte ön teste göre başarılı, orta

düzeyde başarılı ve başarısız olan öğrencilerden seçilmiştir. Öğrencilerin isimleri kullanılmamış bunun yerine kodlamalardan yararlanılmıştır. Haptic teknolojisi kullanılan deney grubundaki öğrencilere ilk olarak "Haptic teknolojisiyle işlediğiniz dersin daha önce işlediğiniz derslerden farkı var mıydı? Eğer varsa bu farkları açıkla 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 5 ve Tablo 6'da gösterilmektedir.

Tablo 5. Kullanılan üç yöntemi birbirinden ayıran özellikler-1
 (Table 5. Distinctions among the three methods used-1)

D.Y.F Ö.A	Kalıcılık	Eğlence	Görsellik	Hissetme	Kolay Anlama	Hataları Görebilme	Günlük Hayattan Örnekler
H1	Bilginin uzun süre kullanımı	Uygulamalarda eğlence olarak öğrenme	-	-	-	-	-
H2	Daha kalıcı bilgi edinimi	-	-	-	-	-	-
H3	-	-	Görselliğin anlamayı kolaylaştırması	Yapılan uygulamaların hissedilmesi	-	-	-
S1	Uygulamanın ve bilginin kalıcılığı	-	-	-	Daha kolay anlama	-	Simülasyondaki uygulamanın günlük hayattan olması
S2	-	-	-	-	Uygulama ve kolay anlama	Birden fazla uygulamayla hataları görme	-
S3	-	-	-	-	Daha kolay anlama	-	-
K1	-	-	-	-	-	-	-
K2	-	-	-	-	-	-	-
K3	-	-	-	-	-	-	-

D.Y.F: Diğer Yöntemlerden Farkı: -Görüş Belirtilmedi

Tablo 6. Kullanılan üç yöntemi birbirinden ayıran özellikler-2
 (Table 6. Distinctions among the Three Methods Used-2)

D.Y.F Ö.A	Gerçekçi Deneyimler	Alan Dili	Uygulama	Uygulama Yapmama	Yazı Yazdırma	Ayrıntıya Girememe	Gerçekçi Deneyimler
H1	-	-	Deneyerek öğrenme ve daha iyi anlama	-	-	-	-
H2	-	-	Uygulamayla isteklilik sağlama	-	-	-	-
H3	-	-	-	-	-	-	-
S1	Sınıfta deney yapmış gibi hissetme	-	-	-	-	-	Sınıfta deney yapmış gibi hissetme
S2	-	Alan Dilinin öğrenci seviyesine göre düzenlenmesi	-	-	-	-	-
S3	-	-	-	-	-	-	-
K1	-	-	-	-	-	Konuları ayrıntılı anlatmama	-
K2	-	-	-	-	Aşırı derecede yazı yazdırma	-	-
K3	-	-	-	Deney yapmama	-	-	-

D.Y.F: Diğer Yöntemlerden Farkı: -Görüş Belirtilmedi

Tablo 5 ve Tablo 6'ya göre H1 olarak kodlanan öğrenci mülakatlarda öğretmeninin sürekli konu anlatımı yapmasının ve tahtaya yazı yazmasının sıkıcı olmasından bahsetmiştir. H1'e göre Haptic teknolojisiyle 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 teknolojisinin sanal ortamdaki olayları hissettirmesi nedeniyle anlamayı kolaylaştırdığını açıklamıştır. Öğrencilerin yaptıkları açıklamalardan Haptic teknolojiyle 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 teknolojiyle yaptığımızda kendi elimizle olayları hissettik. Haptic teknolojiyle uygulama yapmayla öğretmenin anlatması arasında büyük bir fark var. Sonuçta her ders önemli yerleri anlatır veya yazar. Öğrenci yazmaktan veya dinlemekten sıkılabilir. Haptic teknolojiyle 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 ara yüzün 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 görmeye 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 öğrenilen bilgilerin kalıcı olmasını engellemektedir. Haptic teknolojisi ve simülasyonla ilgili görüşlerin ortak noktası ise yapılan uygulamalar ve öğrenilenlerin kalıcılığıdır. Haptic teknolojisini diğer yöntemlerden ayıran özellikler öğrencilere hissederek, görerek, eğlenerek, uygulama yaprak 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 ara yüzünün öğrenci seviyesine ve konuya uygun bir şekilde oluşturulmasından kaynaklanmaktadır. Haptic teknolojisinde ise ara yüz simülasyondaki kadar görsel öğelerle desteklenmemiştir. Bu nedenle simülasyonun olayları öğrencilerin zihinlerinde daha fazla somutlaştırarak özümsemelerine yardımcı olduğu düşünülmektedir.

Mülakatlarda ikinci olarak Haptic teknolojisiyle uygulama yapan öğrencilere "Haptic konuyla ilgili soru sorma isteğinizi nasıl etkiledi?", simülasyonla uygulama yapan öğrencilere de "Simülasyon öğretmenine 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 teknolojisinin öğrencilerde farklı durumlara yönelik soru işaretleri oluşturup oluşturmadıkları incelenmiştir. Kontrol grubundaki öğrenciler "Konuları anlamak için çok fazla soru sorduk." şeklinde görüş belirtmişlerdir. Haptic teknolojisi ve simülasyonla uygulama yapan öğrenciler, akıllarına gelen soruların cevaplarını, simülasyonla ve Haptic teknolojisiyle yaptıkları uygulamalar sonucunda bulduklarını belirtmişlerdir. Bu bakımdan simülasyon ve Haptic teknolojisinin, öğrencilerin bireysel çalışmaları esnasında kafalarında oluşacak soru işaretlerini sağladıkları etkileşimlerle çözüm getirdikleri söylenebilir. 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 7'de verilmektedir.

Tablo 7. Yerçekimiyle ilgili kavram yanlışları ve öğrenilenler
(Table 7. Misconceptions and newly learnt knowledge about gravity)

Y.Ö.B.Ö Ö.A	Kavram yanlışlığı	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 mıknatıs 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	Farklı gezegenlerde yerçekimi olmadığını düşünme

Y.Ö.B.Ö: Yerçekimiyle İlgili Önceden Bilinenler ve Öğrenilenler:

-Görüş Belirtilmedi

Tablo 7 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 göstermemiştir. 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."

Öğrencilerin yerçekimiyle ilgili bilgileri gruplar temel alınarak incelendiğinde, Bütün gruplarda, başarılı ve başarısız öğrencilerin kavram yanılgılarında değişimler olduğu anlaşılmaktadır. Haptic teknolojisi ve simülasyonla uygulama yapan öğrencilerin kavram yanılgılarının daha ayrıntılı bilgilere dönüştüğü görülmektedir. Haptic teknolojisi, simülasyon kullanan öğrencilerin görsel ve dokunsal geri bildirimler alması yerçekimini, çekim kuvveti olarak açıklamalarına neden olmuştur. Böylelikle öğrenciler bilimsel gerçeklere paralel tanımlamalarda bulunmuşlardır. Ayrıca Haptic teknolojisi ve simülasyonla uygulama yapan öğrenciler edindikleri deneyimleri yorumlayarak kendilerine has bilgiler oluşturmuşlardır. Kontrol grubunda ise böyle bir durum oluşmamıştır. Elde edilen bu bulgulardan öğrencilere görsel, dokunsal ve etkileşimli deneyimler yaşatılmasının öğrencilerin öğrenmelerinde önemli olduğu belirtilebilir.

"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 8'de gösterilmektedir.

Tablo 8. Kütleyle ilgili kavram yanlışları ve öğrenilenler
(Table 8. Misconceptions and newly-learned knowledge about mass)

Ö.A \ K.Ö.B.Ö	Kavram yanlışlığı	Öğrenilenler
H1	Ağırlıkla aynı olduğunu bilme Farklı ortamlarda değişme	Ortama göre değişmeme
H2	Ağırlıkla kütle eş anlamlı	Madde miktarı
H3	Ağırlıkla kütle aynı anlamda kullanma	Ortama göre değişmeme
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:
-Görüş Belirtilmedi

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 yanlışlarındaki değişimi gösteren açıklamalar şu şekildedir;

- "Ağırlıkla kütle 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 kütle 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. Öğrencilerin bu araştırma sorusuna yönelik görüşlerinden doğrudan alıntılar şu şekildedir;

- "Ben önceden ağırlıkla kütlenin aynı şeyler olduğunu düşünüyordum. Ama ağırlık konusunu işlediğimizde ağırlıkla kütlenin farklı şeyler olduğunu öğrendim."

Tablo 8'den de anlaşıldığı üzere bütün gruplardaki öğrenciler uygulamalardan önce kütle ve ağırlık kavramlarının aynı anlama geldiği konusunda yanlışlıklara 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 9'da verilmektedir.

Tablo 9. Ağırlıkla ilgili kavram yanılgıları ve öğrenilenler
(Table 9. Misconceptions and newly-learned knowledge about weight)

A.Ö.B.Ö Ö.A	Kavram yanılgısı	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	Kütleyle aynı anlamda kullanma

A.Ö.B.Ö: Ağırlıkla İlgili Önceden Bilinenler ve Öğrenilenler:
-Görüş Belirtilmedi

Tablo incelendiğinde Haptic teknolojisiyle uygulama yapan öğrencilerin kütle ve ağırlık kavramlarını aynı anlamda kullandıkları, uygulamadan sonra ise ağırlığın yerçekimine bağlı olarak değiştiğinin farkına vardıkları anlaşılmaktadır. 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 kütle aynı şeyler olduğunu düşünüyordum. İlk konuyu gördüğümüzde biraz şaşırıldım."

Elde edilen verilerden Haptic teknolojisiyle uygulama yapan öğrencilerin ortamdaki yerçekiminin değiştirilmesi durumunda kollarına uygulanan kuvvetin değişmesine bağlı olarak ağırlığı açıkladıkları söylenebilir. Simülasyonla farklı ortamlarda ağırlık ölçümü yapan öğrencilerde de benzer durum görülmüştür. Bu doğrultuda Haptic ve simülasyonla uygulama yapan öğrencilerin ağırlık kavramıyla ilgili daha derin bilgiler edindikleri söylenebilir. Kontrol grubunda ise öğrencilerin ağırlıkla ilgili bilgileri deney gruplarındaki kadar açıklayıcı olmamıştır. Söz konusu durumun deney gruplarındaki öğrencilerin kavrama yönelik görsel ve dokunsal deneyimler yaşamış olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. "Haptic teknolojisinin simülasyon ortamında olayları hissettirme özelliği, konuyu anlamanızı nasıl etkiledi?" araştırma sorusu hissetmenin kavram yanlıklarını değiştirmedeki etkisini ortaya çıkarmak için Haptic teknolojisi grubundaki öğrencilere yöneltilmiştir. Öğrencilerin belirttikleri düşünceler Tablo 10'da verilmektedir.

Tablo 10. Hissetmenin öğrenci öğrenmelerine etkisi
(Table 10. Effect of feeling on students' learning)

H.Ö.Ö.E Ö.A	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:

- Görüş Belirtilmedi

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 teknolojisinin öğrencilerin olayları daha iyi ayırt etmelerini ve somutlaştırmalarını sağlayarak kavramları kalıcı bir şekilde öğrenmeye yardımcı olduğu söylenebilir. H3'ün bu araştırma sorusuna yönelik görüşlerinden doğrudan alıntılar aşağıda verilmektedir.

- "Haptic teknolojisiyle 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 teknolojisi grubu öğrencilerine "Haptic teknolojisindeki görseller konuyu anlamanızı nasıl etkiledi?", simülasyon grubundaki öğrencilere "Simülasyondaki görseller konuyu anlamanızı nasıl etkiledi?" araştırma soruları Haptic teknolojisinin ve simülasyonun görsel dönütlerinin fayda ve sınırlılıklarını ortaya çıkarma amacıyla yöneltilmiştir. Ham verilerden elde edilen tema ve alt temalar Tablo 11'de gösterilmektedir.

Tablo 11. Haptic ve simülasyonun görsel özelliklerinin öğrenci öğrenmelerine etkisi
 (Table 11. Effect of visual items of haptic and simulation on students' learning)

G.Ö.Ö.E Ö.A	Renk	Gerçekçi Deneyimler	Anlamayı kolaylaştırma	Ortam	İlgi	Dikkat	Somutluk
H1	Renklerin koyuluğu	-	-	Arka planın değişmesi	-	-	-
H2	-	Gerçekçi Deneyimler Yaşama	-	-	-	-	-
H3	-	-	Görüntü olmasaydı anlamamız zorlaşırdu	-	-	-	Olayların beyinde canlanması
S1	-	-	-	-	İlgiyi arttırma	Konuya dikkat çekme	-
S2	-	-	-	-	-	-	Konuları somutlaştırarak ak öğrenmeyi kolaylaştırma
S3	-	-	-	-	-	-	Konuları somutlaştırarak öğrenmeyi kolaylaştırma

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

Tabloya göre H1 simülasyonda farklı gezegenlere geçisin 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 sıkılırım 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."

Elde edilen bu bulgulardan simülasyon ara yüzünün Haptic teknolojisi ara yüzünden daha iyi tasarlandığı söylenebilir. Simülasyonun ve Haptic teknolojisinin ara yüzünün olayları öğrencilere somutlaştırarak sundukları belirtilebilir. Konuya dikkat çekmede simülasyon ara yüzünün gerçek hayattan örnekler içermesinden dolayı daha etkili olduğu söylenebilir. Mülakatlarda simülasyon ve Haptic teknolojisinin özelliklerine göre öğrencilere farklı sorularda yönlendirilmiştir. Bu sorulardan "Haptic teknolojisinin 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 12 elde edilen verileri yansıtmaktadır.

Tablo 12. Hissetmenin öğrenci öğrenmesine etkisi
(Table 12. Effect of feeling on students' learning)

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:
-Görüş Belirtilmedi

Tablo incelendiğinde H1 Haptic teknolojisinin 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. Bu doğrultuda Haptic teknolojisinin hissetme özelliğinin kavramları kalıcı olarak öğrenme ve doğru olarak algılayabilme konusunda etkili olduğu düşünülebilir. 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. Hissetmeseydik 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 yanılgıları değiştirmeyi nasıl etkilediğini belirlemek için sorulmuştur. Öğrencilerden gelen görüşler Tablo 13'te gösterilmektedir.

Tablo 13. Etkileşimin öğrenci öğrenmelerine etkisi
(Table 13. Effect of interaction on students' learning)

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

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

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. Bu doğrultuda simülasyonun etkileşim özelliğinin öğrencilerin öğrenmeyi kolaylaştırdığı belirtilebilir. 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. "

5. SONUÇLAR (CONCLUSIONS)

Çalışmada kullanılan mülakatlardan edilen veriler sonucunda Haptic teknolojisinin öğrencilerin ilgilerini, kullanılan diğer yöntemlere göre, daha fazla çektiği ve derse katılımlarını arttırdığı tespit edilmiştir. Haptic teknolojisinin kullanıldığı grupta ilgisiz ve akademik başarı düzeyi düşük öğrenci sayısı fazla olmasına rağmen öğrenciler uygulamalara istekli bir şekilde katılmışlardır. Simülasyon uygulanan deney grubunda da öğrenciler uygulamalara ilgi göstermişlerdir. Fakat bu ilgi Haptic teknolojisindeki kadar yoğun olmamıştır. Kontrol grubunda ise bir kısım öğrencinin öğretmeni ilgiyle dinlediği diğer öğrencilerin ise ilgisiz ve isteksiz olduğu belirlenmiştir. Mülakatlardan elde edilen verilerden, oluşan bu sonuçta Haptic teknolojiyle öğrencilere uygulamalar yaptırılmasının, görsel ve dokunsal dönütler verilmesinin etkili olduğu belirlenmiştir. Haptic teknolojiyle ortak yönleri olan simülasyonlarda da öğrencilere görsel ve etkileşimli deneyimler yaşatılmıştır. Ancak öğrencilerin Haptic teknolojisini ilk kez görmeleri ve sanal ortamda dokunarak hissetme olanağı nedeniyle Haptic teknolojisi daha fazla ilgi çekmiştir.

Çalışmada yerçekimi, kütle ve ağırlık kavramlarına yönelik bilgilerin verilmesinde ve yanılgıların giderilmesinde Haptic teknolojisi ve simülasyonun, düz anlatım ve soru cevap yönteminden daha etkili olduğu belirlenmiştir. Nitekim öğrencilerden elde edilen veriler incelendiğinde Haptic teknolojisinin sanal ortamda etkileşimli deneyimler sunarak daha kolay ve kalıcı öğrenmeler sağladığı anlaşılmıştır. Simülasyonun günlük hayattan bir örnek olarak sunulan ara yüzünün öğrencilerin yanlış bilgilerini görerek değiştirmelerinde ve kavramları daha kolay öğrenmelerinde etkili olduğu belirlenmiştir. Ayrıca simülasyonla sunulan görsel ara yüzün alan dilinin basitleştirilip görselleştirilerek öğrencilerin daha kolay öğrenmelerine olanak sunduğu tespit edilmiştir. Kontrol grubunda düz anlatım ve soru cevap yöntemlerinin yerçekimi, kütle ve ağırlık kavramlarının öğrencilerin zihinlerinde canlandırılması açısından diğer yöntemlere göre daha yetersiz olduğu anlaşılmıştır.

Yapılan uygulamalar sırasında kontrol grubundaki öğrencilerden yerçekimi, kütle ve ağırlık kavramlarıyla ilgili birçok soru gelmiştir. Fakat Haptic teknolojisi ve simülasyon gruplarındaki öğrencilerden öğretmene çok az sayıda soru yöneltilmiştir. Bu nedenle araştırmacı Haptic teknolojisi ve simülasyonun kavram yanılgılarının giderilmesinde etkili olmadığını düşünmüştür. Öğretmen ve öğrenci görüşleri ise araştırmacının düşüncelerinin aksine sunulan dönütlerin ve ortamların öğrencilerin zihinlerinde oluşan soru işaretlerine cevaplar verdiğini ortaya koymuştur. Bu doğrultuda Haptic teknolojisi ve simülasyonun öğrencilerin zihinlerindeki soruları cevaplayacak kadar iyi bir öğrenme ortamı sunduğu söylenebilir.

Mülakat verilerinden, bütün gruplarda uygulamalar yapılmadan önce yerçekimi, kütle ve ağırlıkla ilgili yanılgıların benzer olduğu anlaşılmıştır. Fakat uygulamalardan sonra öğrencilerin edindikleri bilgiler kıyaslandığında Haptic teknolojisi ve simülasyonla uyulmamalar yapan öğrencilerin bilgilerinin daha ayrıntılı olduğu görülmüştür. Haptic teknolojisiyle uygulama yapan öğrenciler, uygulamalardan sonra yerçekiminin gezegenlerin boyutlarına bağlı olarak değişen çekim kuvveti olduğunu ve Dünya'nın her yerine yerçekimi uygulandığını öğrenmişlerdir. Kütle ortama göre değişmeyen madde miktarı olduğunu, ağırlığın yerçekimine göre değiştiğini anlamışlardır. Simülasyonla uygulama yapan öğrenciler Jüpiter'de yerçekimi olduğunu, gezegenlerin cisimlere çekim uyguladıklarını ve Dünya'nın her yerine yerçekimi uygulandığını anlamışlardır. Kütle ve ağırlığın farklı kavramlar olduklarını, ağırlığın yerçekimine göre değiştiğini özümsemişlerdir. Kontrol grubundaki öğrenciler ise farklı gezegenlerde yerçekiminin değiştiğini öğrenmişlerdir. Kütle ve ağırlığın farklı kavramlar olduklarını anlamışlardır.

Öğrenci görüşlerinden çalışmada kullanılan Haptic teknolojisinin sanal ortamda dokunarak hissetme olanağı sunmasının yerçekimini tanımlamalarında ve yerçekimi olan ve olmayan ortamları ayırt etmelerinde etkili olduğu belirlenmiştir. Ayrıca öğrencilerin kavramları daha kolay öğrenmelerine ve öğrenilenlerin daha kalıcı olmasına yardımcı olduğu anlaşılmıştır. Bu doğrultuda soyut kavramların öğrenilmesinde ve kalıcı bilgilerin edinilmesinde sanal ortamda hissetme olanağının önemli faydalar getireceği düşünülebilir.

Haptic teknolojisindeki görsellere ilişkin öğrenci görüşleri incelendiğinde Haptic teknolojisindeki görsellerin olayların öğrencilerin beyinlerinde canlanmasına yardımcı olduğu, gerçekçi deneyimler sağladığı ve anlamayı kolaylaştırdığı ortaya çıkmıştır. Bunun yanında Haptic teknolojisiyle uygulama yapan öğrencilerden, kullanılan ara yüzün ve renklerin değiştirilerek sunulması durumunda daha iyi sonuçlar alınabileceği şeklinde öneriler de gelmiştir. Simülasyon ara yüzündeki görsellerin ise Haptic teknolojisindeki görsellerden daha dikkat ve ilgi çekici oldukları, olayları somutlaştırarak kavramaları daha kolay öğrenmeye olanak sundukları görülmüştür.

Simülasyonla sunulan etkileşimlerle ilgili verilerden ise etkileşimlerin öğrencilerin kavramları daha iyi anlamalarına olanak sağladığı anlaşılmıştır. Haptic teknolojisi de simülasyon özellikleri gösterip öğrencilere etkileşimler sunduğundan Haptic teknolojisindeki etkileşimlerin de öğrencilerin kavramları öğrenmelerini kolaylaştırdığı söylenebilir.

6. ÖNERİLER (RECOMMENDATIONS)

Yerçekimi, kütle ve ağırlık kavramalarının öğrenilmesi, var olan yanılgıların giderilmesi Haptic teknolojisi ve simülasyon, düz anlatım ve soru cevap yöntemlerinden etkili olmuştur. Bu nedenle Fen ve

Teknoloji derslerinde öğrencilerin kavram yanılgılarının giderilmesinde ve kavramların öğrenilmesinde simülasyon ya da Haptic teknolojisinin kullanılmasının öğretmenlere kolaylık sağlayacağı düşünülmektedir.

Öğrencilerin kavram yanılgılarını değiştirmede en etkili yol, var olan yanılgılarının açıklayamayacağı bir durumla öğrenciyi karşı karşıya bırakmaktır. Böylece öğrencinin bilgisinde yanlışlar olduğunu fark etmesi sağlanarak, yanılgıyı 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 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 uygulamaların 15-20 kişiyle yürütülmesinin 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 teknolojisinin simülasyon arayüzünün günlük hayattan örnekler içermesi öğrencilerin kavramları öğrenmelerinde kolaylık sağlanmasında etkili olacaktır.

Bu çalışmada Haptic teknolojisinin 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 olunacağı düşünülmektedir.

NOT (NOTICE)

Bu çalışma Karadeniz Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Proje Birimi Tarafından Desteklenen "Engelli Bireylerin (İşitme Engelli, Eđitilebilir Zihinsel Engelli) Bireylerin Eđitimine Bilgisayar Destekli Öğrenme Ortamlarının Etkisi" Projesi Kapsamında Gerçekleştirilmiştir.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

- 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.
- Bahar, M., Johnstone, A.H., and Hansell, M.H., (1999). Revisiting learning difficulties in biology. Journal of Biological Education, Volume:33, Number:2, pp:84-86.
- Blackwell, P.L., (2000). The Influence of Touch on Child Development : Implications on Intervention. Infants and Young Children, Volume: 13, Number: 1, pp: 25-39.
- Bussell, L., (2001). Haptic interfaces: Getting in touch with web-based learning. Educational Technology, Volume:41, pp:27-32.

- Bussell, L., (2004). The Effect of Force Feedback on Student Reasoning About Gravity, Mass, Force and Motion. Unpublished Phd Dissertation, San Diego State University.
- Case, M.J. and 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*, Volume: 21, Number:12, pp:1237-1249.
- Clement, J., (1982). Students' preconceptions in introductory mechanics. *American Journal of Physics*, Volume:50, Number:1, pp:66-71.
- Committee on Undergraduate Science Education, (1997). *Misconceptions as Barriers to Understanding Science*. Washington. National Academy Pres.
- Çepni, S., (2005). *Araştırma ve Proje Çalışmalarına Giriş*. Trabzon. Üç yol Kültür Merkezi.
- Dostal, J.A., (2005). Student concepts of gravity. Unpublished master's thesis, Iowa State University.
- Drever, E., (1997). *Using Semi-Structured Interviews in Small-Scale Research*. Edinburgh. The Scottish Council for Research in Education.
- Driver, R., Leach, J., Millar, R. and Scott, P., (1996). *Young people's images of science*. Philadelphia. Open University Pres.
- Freeley, R.G., (2007). *Identifying Student Concepts of Gravity*. Unpublished master's thesis, B.S. University of Maine.
- Galili, I., (1995). Interpretation of students' understanding of the concept of weightlessness. *Research in Science Education*, Volume:25, Issue: 1, pp:51-74.
- Gönen, S., (2008). A Study on Student Teachers' Misconceptions and Scientifically Acceptable Conceptions About Mass and Gravity. *Journal of Science Education Technology*, Volume:17, Number:1, pp:70-81.
- Güneş, B., (n.d.). *Fizikteki Kavram Yanılgıları*. Retrieved 15.03.2009, at URL: <http://w3.gazi.edu.tr/~bgunes/files/kavramyanilgilari/kavramyanilgilari.html>
- Harvey, E. and Gingold, C., (2000). *Haptic Representation of the Atom*, *Proceedings of the International Conference on Information Visualisation*, London, pp:232-235.
- Hay, K.E., Elliott, D.M. and Kim, B., (2002). *Collaborative Network-Based Virtual Reality:The Past,the Present and the Future of the Virtual Solar System*. Retrieved 15.03.2009, at URL:<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.16.8385&rep=rep1&type=pdf>
- Hewson, M. and Hewson, P.W., (1983). Effect of Instruction Using Students' Prior Knowledge and Conceptual Change Strategies on Science Learning. *Journal of Research in Science Teaching*, Volume:20, Number:8, pp:731-743.
- Jones, M.G., Andre, T., Superfine, R., and 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*, Volume:40, Issue:3, pp:303-322.
- Kalaycı, Ş., (Ed) vd., (2005). *SPSS Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri*. Ankara. Asil Yayın Dağıtım.
- Karal, H. and Reisoğlu, I., (2009). *Haptic's Suitability to Constructivist Learning Environment: Aspects of Teachers and*

- Teacher Candidates. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Volume:1, Issue:1, pp: 1255-1263.
- Katz, D., (1989). *The world of touch*. (L. E. Krueger, Trans.). Hillsdale. NJ:Lawrence Erlbaum Associates.
 - Klatzky, R.L. and Lederman, S.J. (2002). *Touch*. In A.F. Healy and R.W. Proctor (Eds.), *Experimental Psychology* (pp. 147-176). Volume 4 in I.B. Weiner (Editor-in-Chief) *Handbook of psychology*. New York. Wiley.
 - Kaufmann, H., Schmalstieg, D., and Wagner, M., (2000). *Construct 3D: A Virtual Reality Application for Mathematics and Geometry Education*. *Education and Information Technologies*, Volume: 5, Issue:4, pp: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.
 - Kim, Jong-Heon, Park, Sang-Tae, Lee, H., and Lee, H., (2005). *Correcting Misconception Using Unrealistic Virtual Reality Simulation in Physics Education*. ICTE2005. Retrieved 15.03.2009, at URL: <http://www.formatex.org/micte2005/311.pdf>
 - Lakatos, I., (1970). *Falsification and The Methodology of Scientific Research Programmes*. In I. Lakatos and A. Musgrave (Eds.), *Criticism and the Growth of Knowledge* (pp:91-196). New York: Cambridge University Press.
 - Linn, M., (2004). *Using ICT to teach and learn science*. In R. Holliman and E. Scanlon (Eds.), *Mediating science learning through information and communications Technology* (pp: 9-26), London: RoutledgeFalmer.
 - Maclean, K., (n.d.). *Haptics and the User Interface*. Retrieved 22.03.2009, at URL: http://www.cc.gatech.edu/classes/AY2002/cs4470_fall/haptics.pdf
 - Marston, J.R., Loomis, J.M., Klatzky, R.L., and Reginald G.G., (2005). *Nonvisual Route Following with Guidance from a Simple Haptic or Auditory Display*. *Journal of Visual Impairment & Blindness*, pp:203-211.
 - Merriam, S.B., (1988). *Case Study Research in Education: A qualitative approach*. San Francisco. CA: Jossey-Bass.
 - Miles, M.B. and Huberman, M., (1994). *Qualitative Data Analysis*. London. Sage Publications.
 - Minogue, J. and Jones, M.G., (2006). *Haptics in Education: Exploring an Untapped Sensory Modality*. *Review of Educational Research*, Volume:76, Number:3, pp:317-348.
 - Morgan, S., (n.d.). *AJJAR - Astronomical Javascript/Java Applet Resource*. Retrieved 20.03.2009, at URL: http://www.ia.spacegrant.org/RES_INF/VRR2000/Morgan_SEED.pdf
 - Nicholson, P., (n.d.). *Teachers, Turtles, and Gravity*. *School of Scientific and Developmental Studies in Education*. Retrieved 14.03.2009, at URL: http://74.125.155.132/scholar?q=cache:71bk4G5BW9UJ:scholar.google.com/+Teachers,+Turtles,+and+Gravity&hl=tr&as_sdt=2000
 - Osborne, R. and Freyberg, P., (1985). *Learning in science, The implication of children's science*. Auckland. NZ: Heinemann Publishing.
 - Özsevgeç, T., (2007). *İlköğretim 5. Sınıf Kuvvet Ve Hareket Ünitesine Yönelik 5E Modeline Göre Geliştirilen Rehber*

Materiyallerin Etkililiklerinin Belirlenmesi. Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü.

- Reiner, M., (1999). Conceptual construction of fields through tactile interface. *Interactive Learning Environments*, Volume:7, Issue:1, pp:31-55.
- Revesz, G., (1950). *The psychology and art of the blind*. London. Longmans Green.
- Resnick, L.B., (1983). Mathematics and science learning: a new conception. *Science*, Volume:220, pp:477-478.
- Ross, R. and Kurtz, R., (1993). Making manipulatives work: A strategy for success. *Arithmetic Teacher*, Volume:40, Number:5, pp:254-257.
- Piaget, J. and B. Inhelder (1967). *The Child's Conception of Space*. New York. Horton Library.
- Srinivasan, M.A. and Basdogan, C., (1997). Haptics in Virtual Environments: Taxonomy, Research Status, and Challenges. *Computers and Graphics*, (Best Paper Award 1997 of the journal), Volume:21, Number:4, pp:393-404.
- Srinivas, K., Greene, A.J., and Easton, R.D., (1997). Visual and tactile memory for 2-D patterns: Effects of changes in size and left-right orientation. *Psychonomic Bulletin & Review*, Volume:4, pp:535-540.
- Stein, M., Larrabee, T.G., and Barman, C.R., (2008). A Study of Common Beliefs and Misconceptions in Physical Science. *Journal of Elementary Science Education*, Volume:20, Number:2, pp:1-11.
- Treagust, D.F., (1988). Development and Use of Diagnostic Tests to Evaluate Student's Misconceptions Education. *International Journal of Science Education*, Volume:10, Number:2, pp:159-169.
- Van Scoy, F.L., Kawai, T., Darrah, M., and Rash, C., (2000). Haptic display of mathematical functions for teaching mathematics to students with vision disabilities: design and proof of concept. *Haptic Human-Computer Interaction: First International Workshop*, Glasgow, UK.
- White, R. and Gunstone, R., (1992). *Probing Understanding*. London. The Falmer Press.
- Wies, E.F., Gardner, J.A., O'Modhrain, M.S., Hasser, C.J., and Bulatov, V.L. (2000). Web-based touch display for accessible science education. Retrieved 13. 03. 2009, at URL <http://www.dcs.gla.ac.uk/%7Estephen/workshops/haptic/papers/wise.pdf>
- Williams, R.L., Chen, M., and Seaton, J.M., (2003). Haptics-augmented Simple-Machine Educational Tools. *Journal of Science Education and Technology*, Volume: 12, Number:1, pp:16-27.
- Williams, J. and Michelitsch, G., (2003). Designing Effective Haptic Interaction: Inverted Damping. *CHI'03: CHI '03 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, Ft. Lauderdale, Florida, USA, pp:856-857. Retrieved 25. 03. 2009, at URL <http://doi.acm.org/10.1145/765891.766033>

EKLER (APPENDİXS)
EK 1. ÇALIŞMA YAPRAĞI-1
(APPENDİX 1. WORKSHEET-1)

KÜTLE VE AĞIRLIK

Öğrencinin Adı Soyadı:
Öğrencinin Numarası:



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

1. Bir nesnenin farklı ortamlarda (Dünya, Ay, Mars vb.) götürdüğünüzde kütlede 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				

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 ilgili olarak değişir.

7. Bu bilgiler ışığında, aşağıdaki ortamların yerçekimini bulunuz.

Dünya	Ay	Mars	Jupiter

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.

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

EK 2. ÇALIŞMA YAPRAĞI-2
(APPENDIX 2. WORKSHEET-2)

KÜTLE VE AĞIRLIK

Öğrencinin Adı Soyadı:

No:

Sınıf:



Aşağıdaki soruları haptici kullanırken gözlemlediğiniz 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 gördüğünüz zar gibi havada hareket edebilirler?

3. Hapticle hissettiklerinize ve gözlemlediklerinize bağlı kalarak yerçekimini nasıl tanımlasınız?

4. Ortamdaki yerçekimi arttırıldığında, zarın kütlesi de artmakta mıdır? Bu doğrultuda kütleyle nasıl tanımlarsınız?



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

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

Yukarıdaki soruları cevaplandırmak için yaptığınız 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?

6. Dünya'da aynı ortamda bulunan iki eşit kütleli cismin ağırlıklarını karşılaştırarak nedenlerini açıklayınız.

7. Dünya'da kütlesi 10kg olan bir topun yerçekimi olmayanı bir ortamda kütlesi ne olur? Açıklayınız.

8. Aşağıdaki boşlukları **kütle, ağırlık ve yerçekimi** kelimelerinden uygun olanı yazarak doldurunuz.

- a) Ağırlık ----- ve ----- bağlı olarak değişir.
- b) ----- her yerde aynıdır.
- c) ----- ve ----- cismin bulunduğu ortama göre değişir.
- d) Farklı gezegenlerde ----- ve ----- değişir ----- değişmez.