



## Fen Bilimleri Dersinde Algodoo Kullanımına Yönelik Öğrenci Görüşleri

### Middle School Students' Opinions Towards Using Algodoo Simulations in Science Classrooms

İbrahim Evren ÖZER<sup>1</sup>, Sedef CANBAZOĞLU BİLİCİ<sup>2</sup>, Engin KARAHAN<sup>3</sup>

**Öz:** Bu çalışmada 6. Sınıf fen bilimleri dersinde “kuvvet ve hareket” ve “ışık ve ses” ünitelerinde Algodoo yazılımı ile geliştirilmiş simülasyonların kullanımına dair öğrenci görüşlerinin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Durum çalışması desenlerinden bütüncül tek durum deseninin kullanıldığı araştırmanın çalışma grubunu 6 öğrenci (4 kız, 2 erkek) oluşturmaktadır. Yarı-yapılandırılmış görüşme yöntemi ile toplanan araştırmanın verileri içerik analizi ve sürekli karşılaştırmalı veri analizi yöntemleriyle analiz edilmiştir. Araştırma sonucunda öğrencilerin Algodoo yazılımının her iki üniteye temel kavramları öğrenmelerine katkı sağladığını düşündükleri ve fen bilimleri derslerinde Algodoo kullanımına yönelik olumlu yönde görüşlere sahip oldukları tespit edilmiştir.

**Anahtar sözcükler:** Fen eğitimi, simülasyon, Algodoo

**Abstract:** This study investigated 6<sup>th</sup> grade students' opinions towards the use of Algodoo simulations in the “Force and Motion” and “Light and Sound” units in science classes. Using a single-case study design with holistic approach, six middle school students (4 female and 2 male) were the participants. The data collected in this study included semi-structured interviews. The analysis of the data was done through content analysis and constant comparative method. The findings of this study revealed that the use of Algodoo in science classes helped students learn the basic content in the units of “Force and Motion” and “Light and Sound”. In addition, participant students presented positive opinions about the use of this simulation in science classrooms.

**Keywords:** Science education, simulation, Algodoo

## 1. GİRİŞ

Dijital çağı olarak adlandırılan 21.yüzyılda teknoloji astronomiden nanoteknolojiye kadar hayatımızın her alanında yerini almaya devam etmektedir. Bu doğrultuda teknoloji geniş kullanım alanı ile eğitime de hızla entegre olmakta ve ülkelerin eğitim teknolojilerine yatırımı her geçen gün artmaktadır. Ülkemizde ise teknolojinin eğitime entegrasyonunu sağlayarak öğretmen ve öğrencilerin teknolojiyi etkili bir şekilde kullanmasını hedef alan “Fırsatları Artırma Teknolojiyi İyileştirme Hareketi (FATİH)” projesi ile dersliklere gerekli alt yapının sağlanarak, bilişim teknolojileri ile destekli öğretimin gerçekleştirilmesi amaçlanmaktadır (Millî Eğitim Bakanlığı [MEB], 2015). Okulların teknolojik alt yapılarını güçlendiren yatırımlarla temin edilen teknolojik araçlar, dersi anlamayan öğrencilere kavramları tekrar etme fırsatı sağlamaktadır (Ayas ve Çepni, 1997). Özellikle öğrenciler tarafından zor olarak tanımlanan fizik kavramlarının öğrenilmesinde üç boyutlu düşünememe, zihinde canlandırılmama gibi sorunların üstesinden görsel, renkli, hareketli bilgisayar programları gibi öğretim teknolojileri ile gelinebilmektedir (Güvercin, 2010).

<sup>1</sup> Yüksek lisans öğrencisi, Aksaray Üniversitesi, e-posta: ozerfen@gmail.com

<sup>2</sup> Yrd.Doç.Dr., Aksaray Üniversitesi, e-posta: sedefcanbazoglu@gmail.com

<sup>3</sup> Dr., Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, e-posta: karahan@umn.edu

Günümüzde okullarda akıllı tahta ve projeksiyon gibi temel fiziki alt yapının sağlanması ile Fen Bilimleri derslerinde yaygın olarak kullanılan eğitim teknolojilerinden biri de simülasyonlardır (Rutten, van Joolingen ve van der Veen, 2012). Simülasyonlar (benzeşim) gerçek dünya ortamının temel bileşenlerinin aynen kopyalandığı, kontrol altına alınmış öğrenme ortamlarını sağlayan yazılımlardır. Simülasyonlar hazırlanırken, öğrencilerin konu ile öğrenmesi gereken temel faktörlere odaklanılır ve simülasyon ortamının gerçek dünyayı aynen yansıtmasına dikkat edilir (Grabe ve Grabe, 1996). Görsel laboratuvarları ve animasyonları kapsayan simülasyonlar yoluyla, öğrenciler tehlikeli bir deneyi ya da karışık ve öğrenmesi zaman gerektiren bir kavramı, gerçek nesnelere üzerinden gözlemleyerek, keşfederek öğrenirler, ve böylece öğrencilere etkileşimli, otantik ve anlamlı öğrenme fırsatı sağlanmış olur (Akpan, 2001; Bell ve Smetana, 2008; Sahin, 2006). Ayrıca simülasyonlar; ayrıntıların en aza indirgenerek, sonra ayrıntı yoğunluğunun yavaş yavaş artırılarak olguların incelenmesine izin verebilir (Akpınar, 2005, s. 72). Tüm bu avantajlar doğrultusunda öğretim sürecinde simülasyonların kullanılmasının öğrenci başarısını artırdığı gözlenmektedir (Aslan Efe, Oral, Efe ve Öner Sünkür, 2011; Bayrak, 2008; Karamustafaoğlu, Aydın ve Özmen, 2005).

Öğrencilerin hipotez kurma, grafik yorumlama ve tahmin becerilerinin gelişmesini sağlayan simülasyonların etkili kullanımı için öğretmenlerin de simülasyonların nasıl kullanılacağı hakkında bilgi sahibi olması gerekmektedir (Sahin, 2006). Fen bilimleri öğretmenlerinin simülasyonları kullanırken aşağıdaki beş faktöre dikkat etmesi önem taşımaktadır (Bell ve Smetana, 2008):

- Simülasyonlar, laboratuvar ortamında yapılan deneylerin yerine geçmemeli, diğer öğretim tekniklerini tamamlayıcı olarak kullanılmalıdır.
- Simülasyon etkinlikleri öğrenci merkezli gerçekleştirilmeli, öğrenciler etkinliklere aktif bir şekilde katılmalıdır.
- Simülasyonların gerçek dünyayı yansıtmayan yönleri varsa öğrencilerde yanlış kavramaların oluşmaması için bu sınırlılıklardan öğrencilere bahsedilmelidir.
- Simülasyonlar kullanılırken teknoloji yerine simülasyonun içeriğine odaklanılmalıdır.
- Öğrenciler simülasyonun nasıl çalıştığını öğrenmeye çalışırken, her bir değişkende ne gerçekleştiğini gözden kaçırmamalıdır.

Ayrıca öğretmenlerin derslerine uygun simülasyon hazırlamaları için kod yazmayı bilmeleri gerekmekte ve kod yazmak ciddi bilginin yanında uzun zaman gerektirmektedir (Tekdal, 2002). Ancak bu araştırmada kullanılan simülasyon yazılımı olan Algodoo yazılımı basit kullanım ara yüzüne sahiptir ve öğretmenler ve öğrenciler kod yazmaya gerek kalmadan kısa sürede istedikleri interaktif deneyleri oluşturabilmektedir. Algodoo ([www.algodoo.com](http://www.algodoo.com)) fizik konuları için geliştirilmiş, ücretsiz ve iki boyutlu eğitim yazılımıdır (Gregorcic, 2015). Algodoo yazılımı eğlenceli ve motive edici ortamı ile öğrencilerin fizik kavramları ile ilgili hipotezlerini bilgisayar ortamında test ederek etkileşimli bir şekilde öğrenmelerini sağlamaktadır. (Hırça ve Bayrak, 2013). Ayrıca fizik konuları için hazır şekiller sunan yazılım kimya ve biyoloji konuları için de kullanılabilir.

Alanyazında yapılan çalışmalar (Çelik, Sarı ve Ulukök, 2013; Arı, Aycan, Kaynar, Sezer ve Türkoğuz, 2002; Jimoyiannis ve Komis, 2001) simülasyonların özellikle kuvvet ve hareket gibi fizik konularının öğrenilmesini kolaylaştırmakta ve anlamlı öğrenmeye katkı sağladığını göstermektedir. Silva ve arkadaşları (2014a) Algodoo'nun farklı eğitim seviyelerinde kullanılabilirliğini ve Brezilya'da yaptıkları araştırmalarda Algodoo

kullanımının fizik kavramlarının daha iyi anlaşılmasını katkı sağladığını belirtmiştir. Bu araştırmanın temel amacı ise 6. sınıf öğrencilerinin fen bilimleri dersinde ‘kuvvet ve hareket’ ve ‘ışık ve ses’ ünitelerinde Algodoo yazılımı ile geliştirilmiş simülasyonların kullanımına dair öğrencilerin görüşlerini tespit etmektir. Bu temel amaç doğrultusunda aşağıda belirtilen alt problemlere cevap aranmıştır.

1. ‘Kuvvet ve hareket’ ünitesinde simülasyon kullanımının kavramları öğrenmeye katkısı hakkında öğrenci görüşleri nelerdir?
2. ‘Işık ve ses’ ünitesinde simülasyon kullanımının kavramları öğrenmeye katkısı hakkında öğrenci görüşleri nelerdir?
3. Öğrencilerin Algodoo temelli gerçekleştirilen etkinlikler hakkındaki görüşleri nelerdir?

## 2. YÖNTEM

### 2.1. Araştırma Deseni

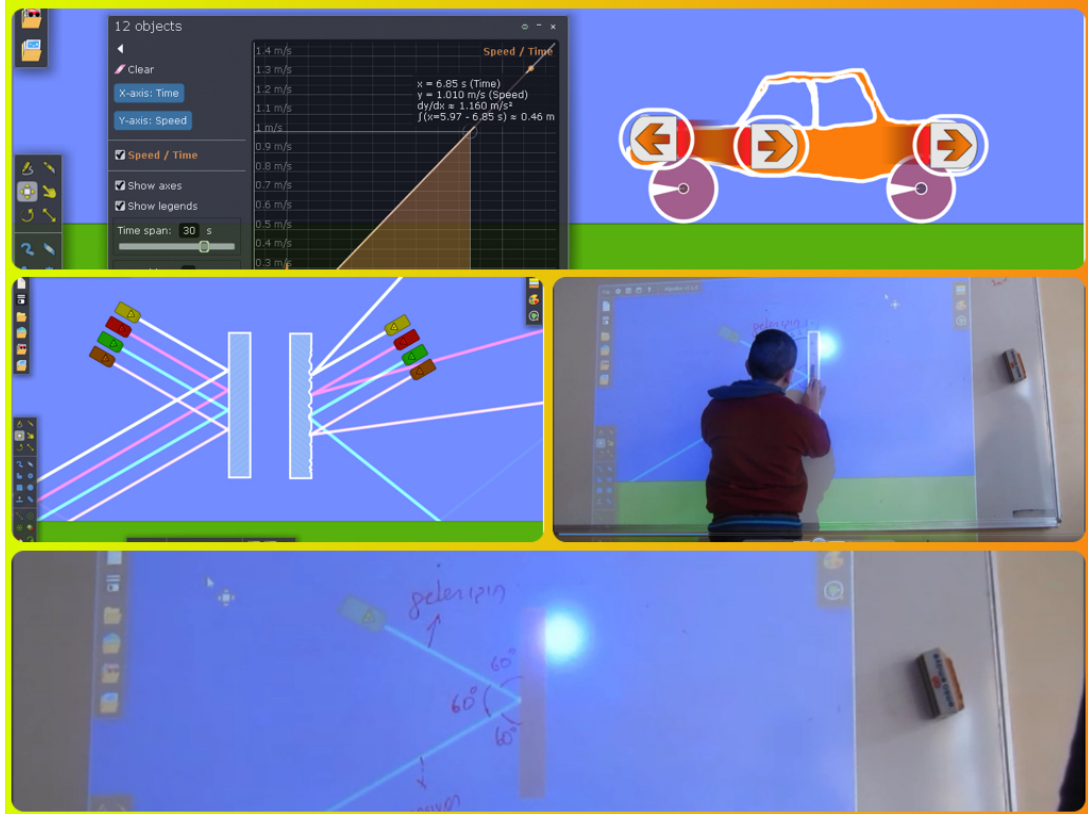
Bu çalışmada nitel araştırma metodolojisinin desenlerinden biri olan durum çalışması kullanılmıştır. Durum çalışması bir ya da birkaç özel durumu derinlemesine inceleyerek analiz edilmesini sağlar (Şimşek ve Yıldırım 2008). Durum çalışması desenlerinden olan bütüncül tek durum deseninin kullanıldığı çalışmada fen bilimleri dersinde öğrencilerin simülasyon kullanımına ilişkin öğrenci görüşlerinin ortaya çıkarılması amaçlanmıştır. 12 hafta süren uygulamalara ilişkin araştırma takvimi Tablo 1’de gösterilmiştir.

Tablo 1: Araştırma Takvimi

Tarih	İçerik
1-4.Hafta	*Uygulamaların yapılacağı ünite ve kavramların belirlenerek simülasyonların hazırlanması belirlenmesi
5. Hafta	*Öğrencilerle simülasyonlar ile hazırlanan etkinlikler hakkında bilgilendirme toplantısı yapılması
6.Hafta	* Kuvvet ve bileşke kuvvet kavramlarına ilişkin hazırlanan simülasyonların uygulanması
7.Hafta	* Dengelenmiş ve dengelenmemiş kuvvet kavramlarına ilişkin hazırlanan simülasyonların uygulanması
8.Hafta	* Sabit sürat kavramına ilişkin hazırlanan simülasyonların uygulanması
9.Hafta	* Sürat-zaman ve alınan yol-zaman grafiklerine ilişkin hazırlanan simülasyonların uygulanması
10.Hafta	* Düzgün yansıma ve dağınık yansıma kavramlarına ilişkin hazırlanan simülasyonların uygulanması
11.Hafta	* Yansıma kanunlarına dair hazırlanan simülasyonların uygulanması
12.Hafta	* Yarı yapılandırılmış görüşmelerin gerçekleştirilmesi

Tablo 1’de belirtildiği üzere araştırmanın başlangıcında “kuvvet ve hareket” ve “ışık ve ses” üniteleri ile ilgili simülasyonlar Algodoo yazılımı ile araştırmacılar tarafından hazırlanarak simülasyonların kullanımı, bilimsel doğruluğu ve teknik özelliklerinin incelenmiştir. Simülasyonlara son hali verildikten sonra aynı zamanda araştırmacılarından biri olan ders öğretmeni Algodoo yazılımı ve simülasyonların kullanılacağı derslerdeki öğrenci rolleri hakkında öğrencilere bilgi vermiştir. Simülasyonların uygulama aşamasında, öğretmen öğretim programının öngördüğü şekilde; ders kitabından faydalanarak konuya dikkati çekmiş, tartışma ortamı oluşturmuş, konunun günlük hayattaki yeri vurgulanarak Algodoo yazılımı ile hazırlanan simülasyon etkinliklerine geçmiştir. Öğretmen simülasyonu bilgisayardan

projeksiyon aracılığı ile tahtaya yansıtarak öğrencilere çeşitli sorular sormuştur, sorulara verilen cevaplar doğrultusunda tartışma ortamı oluşturularak öğrenciler öğretmen rehberliğinde simülasyondaki değişkenlerin değerlerini değiştirerek doğru cevaba ulaşmaya çalışmışlardır. Ayrıca bazı simülasyon etkinliklerinin sınıfta uygulanması esnasında bazı öğrenciler simülasyonda olmayan bir durumu merak ederek sormuşlardır. Bu durum ile ilgili örnek bir uygulama şu şekilde gerçekleşmiştir; öğrenci net kuvvet ile ilgili gerçekleştirilen simülasyon sırasında var olan kuvvetlere ek olarak belirli yönlerde belirli büyüklükte kuvvetler eklendiğinde cismin bundan nasıl etkileneceğini merak ederek sormuş ve bunun üzerine dersin öğretmeni öğrenciden bunu bilgisayar başına gelerek kendisinin denemesini istemiştir. Böylece diğer öğrencilerde kendi arkadaşlarının simülasyonu ile farklı bir etkinliğe katılmışlardır. “Kuvvet ve hareket” ve “ışık ve ses” üniteleri kapsamında gerçekleştirilen altı haftalık etkinlikler süresince simülasyonların belirtildiği üzere öğrenci merkezli şekilde kullanımına özen gösterilmiştir. Algodoo yazılımının kolay arayüzü ile öğrencilere zaman zaman bilgisayar laboratuvarında kendi simülasyonlarını geliştirme fırsatı da sağlanmıştır. Gerçekleştirilen uygulamalara ilişkin ekran görüntüleri ve fotoğraflar Şekil 1’de gösterilmektedir.



Şekil 1: Uygulamalara İlişkin Ekran Görüntüleri ve Fotoğraflar

## 2.2. Çalışma Grubu

Araştırmancının çalışma grubunu 2014-2015 eğitim öğretim yılı güz döneminde İstanbul ilindeki bir devlet ortaokulunda 6. Sınıfta öğrenim gören 34 mevcutlu sınıftan basit olasılıklı (rasgele) örnekleme yöntemi (Ekiz, 2009) ile belirlenen 6 öğrenci (4 kız, 2 erkek) oluşturmaktadır. Çalışma grubundaki öğrencilere kimliklerini gizli tutmak amacıyla Ö1'den Ö6'ya kodlar verilmiştir.

## 2.3. Veri Toplama Aracı

Yarı-yapılandırılmış görüşme metodunun kullanıldığı araştırmada görüşme formu araştırmacılar tarafından geliştirilmiştir. Görüşme formunun geliştirilmesinde simülasyon kullanımına yönelik yapılan araştırmalarda (Çelik, Sarı ve Ulukök, 2013; Kırılmazkaya, Keçeci ve Zengin, 2011; Yener, Aydın ve Köklü, 2012) kullanılan görüşme sorularından yararlanılmıştır. Görüşme formu hazırlandıktan sonra çalışma grubu dışından üç öğrenci ile pilot uygulama yapılarak, öğrencilerin anlamakta güçlük çektikleri sorular yeniden düzenlenmiştir. Görüşme süresince öğrencilerin bazı soruları anlayamama ihtimali düşünülerek alternatif sorular ve sondalar hazırlanmıştır. Altı açık uçlu sorudan oluşan görüşme formunun uygulama aşamasında ses kayıt ve not alma yöntemleri birlikte kullanılmıştır. Her bir görüşme yaklaşık olarak 10 dakika sürmüştür.

## 2.4. Verilerin Analizi

Görüşmeler sonucunda elde edilen nitel verilerin analizinde içerik analizi (Strauss ve Corbin, 1990; Yıldırım ve Şimşek, 2005) ve sürekli karşılaştırılmalı veri analizi (Strauss ve Corbin, 1990; Ekiz, 2003) yöntemleri birlikte kullanılmıştır. İçerik analiz yöntemi doğrultusunda görüşme verileri kodlanarak temalar oluşturulmuştur. İçerik analizinin yanı sıra sürekli karşılaştırma veri analizi metodu ile her öğrencinin yanıtlarındaki temalar için verilerdeki uyumlu uyumsuz kısımlar belirlenmiştir. Benzerlik ve farklılıkların analizi yapılarak alt bilgi türleri ile ilişkili temalar oluşturulduktan sonra tema ve kod listesi oluşturulmuştur. İlgili literatürün gözden geçirilmesi sonucu tema ve kod listesine son şekli verilmiştir. Araştırmada kullanılan tema ve kod listesinin bir bölümü Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2: Tema ve Kod Listesi Örneği

<i>Tema</i>	<i>Kodlar</i>
Kuvvet	Net kuvvet Dengelenmiş kuvvet Dengelenmemiş kuvvet Kuvvetin özellikleri (yön, doğrultu, büyüklük) Kuvvetin birimi Ağırlık Yerçekimi
Hareket	Sabit sürat Yol-zaman grafikleri Sürat- zaman grafikleri
Işığın yansıması	Düzgün yansıma Dağınık yansıma Gelen ışın Yansıyan ışın Gelme Açısı Yansıma Açısı Yüzey normali

Bilimsel süreç becerileri	Hipotez kurma Deney yapma Model oluşturma Sonuç çıkarma-yordama
Kavramsal öğrenme	Görselleştirme Bireysel öğrenme Kavramsal öğrenmeyi arttırma Kavramsal öğrenmeyi kolaylaştırma Başarıyı arttırma Akran öğrenmesi

Öğrencilerle yapılan görüşmelerden elde edilen verilerin analizinde Tablo 2’teki kodlardan bazılarının nasıl kullanıldığı aşağıda örneklendirilmiştir.

*Net kuvvet: Ya şimdi Algodoo kullandığımız derste ee atıyorum net kuvveti ee bir arabaya ettiği etkileri görmüştük, kuvvetin arabaya yaptığı etkileri görmüştük.*

*Deney yapma: Şartlar uygun olmayabiliyor ama Algodoo da her şey uygun olduğu için deney tamamıyla iyi oluyor ve anlayabiliyorum. İı bence sınıfta yapamadığımız deneylerin yapılabildiği bir program.*

*Görselleştirme: ...hani gördüğüm bir şey daha çok aklımda kalır benim. Hani o yüzden daha iyi oluyor yani onu kullanırken daha iyi öğreniyorum. Daha çok aklımda kalıyor, sınavlarda hani belki onu gözümün önüne getirerek soruları çözüyorum.*

Araştırma verileri bir araştırmacı tarafından kodlandıktan sonra, verilerin %25’lik bölümü diğer araştırmacı tarafından kod listesine göre değerlendirilmiştir. Araştırmacıların birbirlerinden bağımsız olarak kullandığı kodların tutarlılığı ‘Görüş birliği’ ya da ‘Görüş ayrılığı’ şeklinde işaretlemeler yapılarak belirlenmiştir. Araştırmacıların, öğrencilerin ifadeleri için aynı kodu kullandıkları durumlar görüş birliği, farklı kodu kullandıkları durumlar ise görüş ayrılığı olarak kabul edilmiştir. Araştırmacılar tarafından çelişkiye düşülen bölümlerde uzman görüşü alınarak, kodlama yapılmıştır. Bu şekilde yapılan veri analizinin güvenilirliği; Görüş birliği / (Görüş birliği + Görüş ayrılığı) x 100 formülü kullanılarak hesaplanmıştır (Miles ve Huberman, 1994). Kodlayıcılar arasında ortalama güvenilirlik %85.7 olarak bulunmuştur.

### 3. BULGULAR

#### 3.1. Kuvvet ve Hareket Ünitesinde Simülasyon Kullanımının Kavramları Öğrenmeye Katkısına Yönelik Öğrenci Görüşleri

Araştırmaya katılan öğrencilerden derslerde gerçekleştirilen Algodoo temelli etkinlikleri düşünmeleri istenerek, etkinliklerin kuvvet ve hareket ünitesindeki hangi kavramları öğrenmelerine katkı sağladığını düşündükleri sorulmuştur. Öğrencilerin görüşme sorularına verdikleri yanıtların içerik analizi doğrultusunda ‘kuvvet ve hareket’ ünitesinde simülasyon kullanımının kavramları öğrenmeye katkıları *kuvvet ve hareket* temaları altında ele alınmıştır. Kuvvet teması altında katılımcılar, kuvvet ve hareket ünitesinde simülasyon kullanımının, *net (bileşke) kuvvet, kuvvetin özellikleri (yön, doğrultu, büyüklük, birim), dengelenmiş kuvvet, dengelenmemiş kuvvet, ağırlık ve yerçekimi* gibi kavramların öğrenilmesine katkıda bulunduğunu belirtmişlerdir. Kuvvet teması altında bir katılımcı (Ö1) ‘Ben kuvvet ve harekette ee net kuvvette çok şaşırıyordum ilk başlarda sonra Algodoo da canlandırdıktan sonra tam olarak ne olduğunu anladım’ bir başka katılımcı (Ö3) ‘Ee

*dengelenmiş kuvvet, net kuvvet, dengelenmemiş kuvvet..... gibi kavramları öğrenmiştim'* şeklinde görüşünü belirtirken, (Ö4) kodlu katılımcı '*Ee kuvvet ve harekette ee net kuvvet, dengelenmiş kuvvetler, ee Newton*' şeklinde düşüncesini ifade etmiştir. Diğer bir katılımcı (Ö6) '*Ya şimdi Algodoo kullandığımız derste ee atıyorum net kuvveti ee bir arabaya ettiği etkileri görmüştük, kuvvetin arabaya yaptığı etkileri görmüştük*' şeklinde görüşünü belirtmiştir. Kuvvet teması altında en az vurgulanan kod ise kuvvetin özellikleri (yönü, büyüklüğü, doğrultusu) kodu olmuştur. Katılımcılardan (Ö1) '*Kuvvetin yönünü iyice görebildik*' şeklinde görüşünü ifade ederek Algodoo'nun kavramların öğrenilmesindeki etkisine vurgu yapmıştır.

Hareket teması altında ise katılımcılar kuvvet ve hareket ünitesinde simülasyon kullanımının, *sabit sürat, yol-zaman grafikleri ve sürat zaman grafiklerinin* öğrenilmesinde katkısı olduğu yönünde görüşlerini belirtmişlerdir. Hareket teması altında en sık vurgulanan *sabit sürat* kodu ile ilgili bir katılımcı (Ö3) '*Aklımda kavramlar u sabit sürat...*' şeklinde görüş belirtirken, bir başka katılımcı (Ö5) '*Hani acaba hani nasıl daha nasıl fazla kuvvet uygulanıyor hani özellikle sabit sürat ta harekette falan çok zorlanıyordum, daha rahat öğrendim ...hani gördüm*' şeklinde görüşünü belirtmiştir. Hareket teması altında yol-zaman ve sürat-zaman grafikleri kodları ile ilgili bir katılımcı (Ö6) '*O gösterdiğiniz grafikler aklımda kalıyor o konuyu gördüğümüzde ve aklıma o gelince atıyorum bir soru sordunuz onu cevaplayabiliyorum ben*' şeklinde görüşünü belirtirken, Algodoo ile grafik oluşturmanın kavramların akılda kalmasına destek olduğunu vurgulamıştır.

### **3.2. Işık ve Ses Ünitesinde Simülasyon Kullanımının Kavramları Öğrenmeye Katkısına Yönelik Öğrenci Görüşleri**

Araştırmaya katılan öğrencilerden derslerde gerçekleştirilen Algodoo temelli etkinlikleri düşünmeleri istenerek, etkinliklerin ışık ve ses ünitesindeki hangi kavramları öğrenmelerine katkı sağladığını düşündükleri sorulmuştur. Öğrencilerin görüşme sorularına verdikleri yanıtların içerik analizi doğrultusunda 'ışık ve ses' ünitesinde simülasyon kullanımının kavramları öğrenmeye katkıları ışığın yansınması teması altında ele alınmıştır. Işığın yansınması teması altında araştırmaya katılan öğrenciler Algodoo temelli gerçekleştirilen simülasyon etkinliklerinin; *gelen ışın, yansıyan ışın, gelme açısı, yansıma açısı, yüzey normali, düzgün yansıma ve dağınık yansıma* kavramlarının öğrenimine katkı sağladığını düşündüklerini belirtmişlerdir. Gelen ışın ve yansıyan ışın kodu ile ilgili bir katılımcının görüşü (Ö3) '*Işık ve ses ünitesinde yansıyan ışın ile gelen ışında azıcık kafam karışıyordu, ... siz bize gösterdiğiniz zaman bunu uygulamalı bir şekilde tekrar tekrar daha iyi oldu ve öğrenmiş olduk*' şeklinde olurken, bir başka katılımcı görüşünü (Ö6) '*Gelen ışın Algodoo olmasaydı onları şey bir tane aynayla ışığı yapmak zorunda kalırdık ve yansıyan ışığı göremezdik*' şeklinde ifade ederken simülasyon yazılımının kavramların öğrenilmesine katkısını vurgulamıştır. Gelme açısı ve yansıma açısı kodları ile ilgili bir katılımcı (Ö4) '*Ee ışıktaki gelme açısı ve yansıma açısındaki dereceleri tam olarak anlayamıyordum. Algodoo da resimli bir şekilde görsel bir efektli bir şekilde yaptığımız için çok daha kolaylaştırmış halde olduğu için çok yaramıştı işime*' şeklinde görüşünü ifade ederek simülasyon yazılımının kavramların öğrenilmesini görselleştirerek kolaylaştırdığını vurgulamıştır. Yüzey normali kodu ile ilgili bir katılımcı görüşünü (Ö5) '*Ee ışık ünitesindeydik, ışık ee hatta hani bir doğru hani doksan derecelik açıyla hani geldiğinde kendi üzerinden geri yansırdı. Ben onu hiç anlamamıştım. Yani siz anlattığınızda da anlamamıştım. Hani gördüğümde daha iyi anladım. Sonuçta hani ee orda sizin anlatmanızla hani benim orda görmem daha hani daha farklı daha aklımda kaldı öğrendim*' şeklinde görüşünü ifade ederken simülasyon yazılımının kavramların

öğrenilmesini somutlaştırdığını ve öğrenmenin kolaylaştığına vurgu yapmıştır. Işığın yansımaları teması altında en az vurgulanan kodlar düzgün yansıma ve dağınık yansıma kodları ile ilgili bir katılımcı (Ö4) *'Dağınık yansıma, düzgün yansıma ...ile alakalı deneyler yaptığımız'* şeklinde görüşünü ifade etmiştir.

### 3.3. Algodoo Temelli Simülasyon Etkinliklerine Yönelik Öğrenci Görüşleri

Öğrencilerin Algodoo kullanımına yönelik görüşme sorularına verdikleri cevaplar incelendiğinde öğrencilerin tamamının Algodoo temelli etkinliklere yönelik olumlu görüşe sahip oldukları tespit edilmiştir. Bu alt problem kapsamında öğrenci görüşleri *bilimsel süreç becerileri* ve *kavramsal öğrenme* temaları altında ele alınmıştır. Bilimsel süreç becerileri teması altında sırasıyla *deney yapma*, *hipotez kurma*, *sonuç çıkarma-yordama* ve *model oluşturma* kodlarının en fazla tekrarlandığı tespit edilmiştir.

Deney yapma kodu ile ilgili öğrenciler Algodoo temelli simülasyon etkinlikleri ile laboratuvar ortamındaki malzeme eksikliği ve güvenlik sorunları gibi sebeplerden ötürü yapılamayan deneyleri Algodoo ortamında yapabildiklerini, Algodoo ile deney yapma ve deneyleri tekrarlama imkanlarının arttığını vurgulamışlardır. Bir katılımcı görüşünü (Ö1) *'Şartlar uygun olmayabiliyor ama Algodoo da her şey uygun olduğu için deney tamamıyla iyi oluyor ve anlayabiliyorum. İki bence sınıfta yapamadığımız deneylerin yapılabildiği bir program'* şeklinde ifade ederken, bir başka katılımcı (Ö2) *'Bir sürü hani sınıfta yapamadığımız etkinlikler oluyor, tehlikeli etkinlikler, bir sürü etkinlik oluyor. Ben bunu Algodoo'yla yaptım. Animasyonlarla hani sınıfta yapamadığımız tehlikeli mesela eee yangın filan evet çok tehlikeli sınıfta yapamayız böyle bir etkinliği dışarıda da aynı şekilde kötü şeylere sebep olabilir. Bunu Algodoo'yla yapacağız işte şekiller vardı, işte animasyonlar vardı, animasyonlarla yapacağız orda, gerçekleştireceğiz böyle etkinlikleri'* görüşünü ifade etmiştir. (Ö5) kodlu katılımcı da (Ö2) gibi Algodoo ortamında deneyleri gerçekleştirmenin tehlike yaratabilecek durumları ortadan kaldırdığını *'Bazı bize zarar verebilecek deneyler olabiliyor hani. ...hem orda kendileri yapmış olurlar hem de her hangi bir zarar ortaya çıkmamış olur'* şeklinde ifade etmiştir.

Sonuç çıkarma-yordama kodu ile ilgili bir katılımcı (Ö2) *'Mesela kuvvet ne olduğunu bilmiyorum ee Algodoo'da bakıyorum orda gerçekleştiriyoruz onu orda ee hareketleriyle her şeyini orda görüyorum ne olduğunu daha iyi anlayabiliyorum'* şeklinde görüş bildirirken başka bir katılımcı (Ö5) *'Ee bir hipotez öne sürmüştünüz yani aslında doğru olsa bile orda onun kanıtlanmış halini gördüğüm zaman hani daha rahat oldu benim için hani beynime daha iyi işlediğini düşünüyorum'* şeklinde görüş bildirirken derste yapılan simülasyon etkinliklerinin hipotez doğrulamaya etkisine vurgu yapmıştır. Hipotez kurma kodu ile ilgili bir katılımcı (Ö5) *'Eee şimdi hani bunu yaparsak ne olacak acaba hani ee ileri mi gidecek geriye mi gidecek diye hani sürekli bir tahmin yürütüyoruz...'* şeklinde görüşünü ifade ederken simülasyon etkinliklerinin öğrencileri düşünmeye teşvik ettiğini belirtmektedir. Model oluşturma kodu altında ise bir katılımcı (Ö5) *'...görsel öğeler çok fazla hani özellikle çizim yaptırırken çok fazla işime yarayabilirdi'* şeklinde görüşünü ifade etmiştir.

Kavramsal öğrenme teması altında öğrencilerin özellikle Algodoo temelli etkinliklerin soyut kavramların somutlaştırılmasına ve görselleştirilmesine katkı sağladığını vurguladıkları ortaya çıkmıştır. Bir katılımcı (Ö1) *'Algodoo'da canlandırarak tam olarak ne olduğunu görebiliyoruz'* şeklinde görüş belirtirken bir başka katılımcı (Ö3) *'Çünkü eee normal kitaplarda düz bir anlatım var ama Algodoo'yla ee hem anlatıyoruz hem orda görsel bir içerik olduğu için çok faydası olduğunu düşünüyorum'* şeklinde görüşünü ifade ederken Algodoo



programını ders kitapları ile karşılaştırarak görsel açıdan avantajlarını vurgulamıştır. Diğer bir katılımcı (Ö4) *'Eee anlamakta zorlandığım bir konu eee ışıktaydı... Algodoo da resimli bir şekilde görsel bir efektli bir şekilde yaptığımız için çok daha kolaylaştırmış halde olduğu için çok yaramıştı işime. Bu yüzden kolaylık sağlandı'* şeklinde düşüncesini belirtmiştir. (Ö5) kodlu katılımcı ise *'Ama hani gördüğüm bir şey daha çok aklımda kalır benim. Hani o yüzden daha iyi oluyor yani onu kullanırken daha iyi öğreniyorum. Daha çok aklımda kalıyor, sınavlarda hani belki onu gözümün önüne getirerek soruları çözüyorum'* şeklinde görüş bildirirken Algodoo etkinliklerinin soyut fen kavramlarını görselleştirerek akılda kalıcılığını arttırdığını belirtmiştir. Kavramsal öğrenme teması altında sıkça vurgulanan diğer bir kod ise bireysel öğrenme olmuştur. Araştırmada öğrencilerin Algodoo yazılımı ile hem sınıf içerisinde hem de okul dışında bilgisayarlarına kurarak deneyler tasarlamalarının yaparak yaşayarak aktif bir şekilde öğrendiklerini ve bu şekilde öğrenmenin bireysel öğrenmelerine katkı sağladığı tespit edilmiştir. Bir katılımcı (Ö3) *'... kendi bilgisayarına da bu uygulamayı yükledim ama biraz öğrenmem zaman aldı ve ee kendi derslerim için de bunu kullanıyorum Algodoo 'yu'* şeklinde görüş belirtirken Algodoo'nun öğrenciler tarafından okul dışında kişisel bilgisayarlarında da kullanıldığını ortaya koymuştur. (Ö1), (Ö2), (Ö6) kodlu katılımcılar sırasıyla *'Öğrencilere tek tek o deneyleri yaptırmak isterdim veya maddelerin özelliklerini değiştirebilmek için onlarında kendilerinin yapıp tatması gerektiğini görmelerini isterdim'* *'Dediğim gibi hani animasyonlar, şekiller orda gerçekleştiriyoruz. Eee ben gördüğüm zaman nasıl olduğunu görüyorum ben orda. Ve kavramları filan o animasyonlarda görüp anlıyorum'* *'...Algodoo kavramları bize göre basitleştiriyor ve bize anlatıyor yani. Yani gerçek hayatta neler olabileceğini gösteriyor'* şeklinde görüşlerini ifade ederken Algodoo etkinliklerinin yaparak-yaşayarak öğrenmelerini sağladıklarını vurgulamışlardır. (Ö3) *'... Algodoo'dan gidebildiğimiz kadar gittiğimiz için, gezegenleri kendim yaratıp öğrencilerime işleyebildim dersi. Çünkü kendi yaptığım işi güvenerek yapıyorum'* şeklinde görüşünü ifade ederken, bir başka katılımcı (Ö4) *'...ee çünkü bir dediğim gibi konuyu anlamadığımda Algodoo sayesinde kendi başıma da yaptığım olmuştum Algodoo'da'* şeklinde görüşünü ifade etmiştir.

Kavramsal öğrenme teması altında öğrenciler çoğunlukla Algodoo etkinliklerinin kavramsal öğrenmeyi kolaylaştırdığı yönünde görüş bildirmişlerdir. Bir katılımcı (Ö2) *'... Algodo Evet, mesela anlamadığım bir şeyi sınıfta gerçekleştirdiğimiz için çok rahat anlayabiliyorum onda hani ee animasyonlar filan olduğu için çok rahat anlamakta zorluk çekmiyorum Algodoo'yla yapıldığı zaman yani çok memnunum'* şeklinde düşüncesini ifade etmiştir. Bir başka katılımcı (Ö3) *'mesela benim çok zorlandığım burada dediğim gibi ışık var. Eee gelme açısı, yansıma açısı.. Eeemm kitapta yapılan görsellere baktığımda hareketsiz biçimde olduğu için genellikle her zaman aynı olarak düşünüyordum. Ama Algodoo da gelme açısı bir şekilde geliyor ondan sonra yansıyor ve eee bunu daha kolay anlayabildim'*, (Ö6) ise *'Ee çünkü Algodoo kavramları bize göre basitleştiriyor ve bize anlatıyor'* şeklinde Algodoo temelli etkinliklerin kavramsal öğrenmeyi kolaylaştırdığını belirtmiştir.

Ayrıca araştırmanın çalışma grubunu oluşturan katılımcıların tamamı Algodoo temelli etkinliklerin kavramsal öğrenmeyi arttırdığı yönünde görüş bildirmişlerdir. Kavramsal öğrenmeyi arttırma kodu altında bir katılımcı (Ö1) *'Mesela fende bir konuyu anlamak için o deneyi de anlamak gerekiyor. Ama bunu bazen sınıfta yaptığımızda deneyleri anlayamıyoruz. Şartlar uygun olmayabiliyor. Ama Algodoo'da her şey uygun olduğu için deney tamamıyla iyi oluyor ve anlayabiliyorum'* şeklinde görüş bildirirken bir başka katılımcı (Ö3) *'Katkı en fazla bence öğrenme açısından. Çünkü ee konuyu tam kavrayamamış öğrenciler Algodoo'yu kullandıkları zaman, ee uygulamayı gördükleri zaman çok daha iyi anlayabiliyorlar, bunu arkadaşlarımdan biliyorum. Çünkü düz bir yazı okuduğumuzda ee o yazı bizim aklımızda çok*

*kalamıyor ama uygulama gördüğümüz zaman gördüğümüz şey daha fazla hafızamızda kalabiliyor* şeklinde görüş bildirmiştir. Diğer bir katılımcı (Ö4) *'Ee Algodoo'yu iyi değerlendiriyorum. Çünkü bana gerçekten katkısı oldu. Dediğim gibi anlamadığım bir konuda ee Algodoo'ya başvurduğumda gerçekten iyi anlıyorum öncekine göre. Ee yani iyi bir katkısı oldu* şeklinde görüş bildirmiştir. Kavramsal öğrenmelerinin kolaylaştığı ve arttığı yönünde görüş bildiren öğrencilerden bir tanesi Algodoo etkinliklerinin akademik başarısını arttırdığı yönünde de görüş bildirmiştir. (Ö4) kodlu katılımcı *'Ee birinci sınavdan yani geçen sene Algodoo'yu kullanıyorduk birinci sınavdan galiba yetmiş iki almıştım. Ondan sonra siz başka bir konuyu Algodoo'yla anlatıp diğer sınavla birleştirdiğinizde yaklaşık seksen yedi mi ne almıştım. Yani yaklaşık on beş puanlık bir gelişme olmuştu. Ee bu da bence iyi bir puan gelişmesi yani bu şekilde'* şeklinde görüş bildirmiştir.

Kavramsal öğrenme teması altında akran öğrenmesi kodu ile ilgili bir katılımcı (Ö5) *'Hani böyle olduğu zaman hem arkadaşlarımıza ben böyle yapıyorum hani sen böyle yaptın diye hem böyle bir yarışma gibi oluyor aynı zamanda ...hani işte benim cevabım doğru çıktı işte hani hem yanlış olduğunda da hani acaba niye yanlış diye merak ediyoruz hani çünkü diğerleri doğru yapmış acaba ben niye yanlış yaptım diye'* şeklinde görüş bildirirken Algodoo etkinliklerinin akran öğrenmesini destekleyerek kavramsal öğrenmeye katkı sağladığını söylenebilir. Ayrıca öğrencilerin Algodoo etkinliklerini eğlenceli ve ilgi çekici bulduklarını söylenebilir. Eğlenceli kodu ile ilgili bir öğrenci görüşünü (Ö5) *'Hem de ee yapıp hani orda yaptığımız zaman hemde çok eğleniyoruz hani...'* şeklinde ifade etmiştir. İlgi çekici kodu ile ilgili bir katılımcı (Ö1) *'İlgimi çekiyor çünkü ben hem hım bilgisayarını çok seviyorum ve özellikle bunun derslerde olması çok hoşuma gidiyor'* şeklinde görüş bildirirken bir başka katılımcı (Ö2) *'Ee çok güzel bir program bu'* şeklinde düşüncesini ifade etmiştir. Diğer bir katılımcı (Ö3) *'Eee Algodoo'yu 5. Sınıftan beri kullanıyoruz. Ee ama 6. Sınıfta daha çok etkisi olduğunu düşünüyorum'* şeklinde görüşünü ifade etmiştir. Öğrenciler Algodoo etkinliklerinin derse aktif katılımlarını sağladığı yönünde görüş bildirmişlerdir. Aktif katılımı sağlama kodu ile ilgili bir öğrenci (Ö1) *'Bence Algodoo ile deneyleri daha iyi anlayıp derse de katılımımız artıyor'* şeklinde görüş bildirirken başka bir katılımcı (Ö3) *'Algodoo'yu tanımlamak için ee bence kendi dünyamız diyebilirdim. Çünkü her şeyi kendimiz yaratıyoruz. Bize verilen her şey Algodoo'da var ve biz kendimiz bir dünya oluşturuyoruz'* şeklinde görüş bildirmiştir.

Teknolojiyi kullanma becerisi kodu altında ise bir katılımcı (Ö3) *'Eee beceri yönünden ise öğretmenimizde bazen kullandırmaya çalışıyor bazı uygulamalarda. Algodoo'yu yavaş yavaş bizde öğrenmeye başladık. Ee bu yüzden beceri konusunda da hayal gücümüzün geliştiğini düşünüyorum Algodoo'yla'* şeklinde görüş bildirirken başka bir katılımcı (Ö5) *'İyi bir ders hani işlerken çünkü hani teknoloji çağındayız ve hani belki böyle hani kalemle, kâğıtla ya da işte maketlerle uğraşmak yerine hem belki teknolojiyle ee bir şeyler yapılır daha çok ilgimi çekiyor'* şeklinde görüş bildirmiştir. Katılımcıların bu ifadelerinden Algodoo temelli etkinliklerin öğrencilerin teknolojiyi kullanma becerilerine de olumlu yönde katkı sağladığı söylenebilir.

#### 4. TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu araştırmada 6. sınıf “kuvvet ve hareket”, “ışık ve ses” üniteleri kapsamında Algodoo yazılımı gerçekleştirilen simülasyon etkinliklerine yönelik öğrenci görüşleri incelenmiştir. Araştırmada Algodoo yazılımının kavramları somutlaştırarak öğrenmeyi kolaylaştırdığı ve öğrencilerin her iki ünitedeki temel kavramları (net kuvvet, kuvvetin, dengelenmiş kuvvet, dengelenmemiş kuvvet, ağırlık, yerçekimi, gelen ışın, yansıyan ışın, gelme açısı, yansıma açısı, yüzey normali, düzgün yansıma ve dağınık yansıma gibi) öğrenilmesine katkı sağladığını düşündükleri tespit edilmiştir. Ayrıca araştırmanın çalışma grubunu oluşturan katılımcıların tamamı Algodoo temelli etkinliklerin kavramsal öğrenmeyi arttırdığı belirtmiştir. Dinçer ve Güçlü (2013) özellikle ortaokul öğrencilerinin soyut olması nedeniyle algılayamadıkları fizik kavramlarını simülasyonlar yardımıyla somutlaştırarak anlamlandırdıklarını ifade etmiştir. Benzer şekilde Demirci (2003) simülasyonlar ile öğrencilerin anlamakta zorlandıkları kavramları zihinlerinde daha kolay yapılandırdıklarını belirtmiştir.

Teknolojinin her zamankinden daha ulaşılabilir olduğu günümüzde, Algodoo gibi kullanıcı dostu ve ücretsiz yazılımların akademik amaçlarla sınıf ortamında kullanımı eğitimciler tarafından sıklıkla önerilmektedir (da Silva ve ark., 2014). Simülasyonlar öğrencilerin güvenlik ya da zaman ve materyal kısıtlılığı nedeniyle yapamadıkları deneyleri yaparak sonuçlarını görmelerini sağlamaktadır (Moore ve Thomas, 1983; İşman ve ark., 2002). Bu yöntemle istedikleri kadar tekrar yapma imkanına sahip olan öğrenciler zaman ve mekandan bağımsız olarak kavramları inceleme fırsatına sahiptirler (Bozkurt, 2007). Algodoo yazılımı sınıf ortamına ek olarak öğrencilerin evlerinde kişisel bilgisayarlarına kurarak kullanabilecekleri bir yazılımdır ( de Silva ve ark., 2014; Hırca ve Bayrak, 2013). Bu çalışmaya katılan öğrenciler de sınıf ortamında Algodoo ile edindikleri verimli ve eğlenceli öğrenme deneyimlerinin akabinde bu yazılımı evlerindeki bilgisayarlarda kullanarak, sınıfta öğrendikleri konuları evde tekrar edebildiklerini ve ayrıca bu konulara ek olarak yaratıcılıklarını kullanarak Algodoo simülasyonu yardımı ile farklı süreçler de izlediklerini belirtmişlerdir.

da Silva ve arkadaşları (2014b) Algodoo programının kullanıcı dostu ve programlama gerektirmeyen doğasını öne çıkararak, öğretmen ve öğrencilerin bu simülasyon ortamında çalıştıkları fizik konusunun tüm boyutları ile keşfetmekte sorun yaşamadıklarını belirtmiştir. Bu çalışmada da katılımcı öğrenciler Algodoo kullanılarak öğretilen “Kuvvet ve Hareket” ve “Işık ve Ses” konularının bu konulardaki farklı kavramları öğrenmelerine yardımcı olmasının yanı sıra hipotez kurma, deney yapma, model oluşturma ve sonuç çıkarma-yordama gibi temel bilimsel süreç becerilerinin de bu konular özelinde geliştiğini vurgulamışlardır. Buna paralel olarak Hırca ve Bayrak (2013) da fen sınıflarında Algodoo kullanımının öğrencilerin problem çözme, akıl yürütme ve karar verme gibi üst düzey becerileri edinmesine katkı sağladığını bulmuştur.

Ülkemizde 2013 yılında güncellenen fen bilimleri öğretim programı araştırma-sorgulamaya dayalı öğretim stratejisi doğrultusunda yapılandırılarak öğrencilerin, araştıran sorgulayan, bilimsel süreç becerilerini kazanmış, fen okuryazarı bireyler olarak yetişmesini amaçlamaktadır. Aydoğdu ve Ergin (2009)’in ülkemizde ilköğretim düzeyindeki öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinin düşük düzeyde olduğunu belirten araştırması doğrultusunda, simülasyon temelli etkinliklerinin fen bilimleri sınıflarındaki önemi ortaya çıkmaktadır. Bu çalışmaya katılan öğrenciler Algodoo simülasyonunun fizik kavramlarını öğrenmelerine etkisi

üzerine görüşlerini belirtirken sıklıkla simülasyon kullanımının bilimsel süreç becerilerine olumlu etkilerinden bahsetmişlerdir. Buna ek olarak öğrenciler fiziksel imkansızlıklar sebebiyle gerçekleştiremedikleri fizik deneylerinin simülasyon ortamında farklı değişkenlerin manipüle edilerek gerçekleştirdiklerini ve bu sayede hipotez kurma ve bu hipotezlere bağlı olarak sonuç çıkarma-yordama gibi önemli bilimsel süreç becerileri kazandıklarını belirtmişlerdir. Gredler (1986) ve Huppert, Lomask ve Lazarowitz (2002) fen derslerinde simülasyon kullanımının öğrencilerin deneylerde değişkenleri birçok kez manipüle ederek tek bir bağlamda defalarca çıkarım yapmalarına yardımcı olduğunu altını çizmişlerdir. Bu çalışmaya katılan öğrenciler de benzer şekilde Algodo simülasyonunun kendilerine değişkenlere müdahale ederek farklı hipotezler kurma ve çıkarımlar yapma imkanı verdiğini belirtmişlerdir.

Ulukök, Çelik ve Sarı (2013) sınıf öğretmenliği anabilim dalında öğrenim gören öğretmen adayları ile fen laboratuvarında simülasyon uygulamaları üzerine yapmış olduğu araştırmada, öğretmen adaylarının hem ilköğretim hem de lise de laboratuvarı kullanmadıklarını tespit etmiştir. Lisans eğitimlerinde simülasyon destekli fen laboratuvarı uygulamalarına katılan öğretmen adayları bu araştırmaya katılan öğrencilerin görüşleri ile paralel şekilde simülasyonların tekrar imkanı sağlama, soyut kavramları somutlaştırma, çok boyutlu düşünme imkanı sağlama, fen kavramlarını öğrenmeden etkil ve kalıcı olma, deneyleri eğlenceli hale getirme, güvenli olma ve derse yönelik ilgilerinin artmasını sağlama gibi olumlu yönlerini sıralamışlardır. Bu doğrultuda farklı eğitim kademelerinde fen kavramlarının öğretiminde kullanılması önerilmektedir. Araştırmadan elde edilen sonuçlar doğrultusundaki diğer öneriler aşağıdaki şekilde sıralanabilir;

- Bu araştırma da sınıf ortamında gerçekleştirilen simülasyon etkinlikleri, laboratuvar ortamında gerçekleştirilerek, simülasyonlarda yapılan uygulamalardan şartları uygun olan laboratuvar malzemeleri ile de yapılabilir.
- Simülasyon temelli etkinliklere öğrenciler aktif bir şekilde katılmalı, öğrencilerin değişkenleri değiştirmelerine ve ortaya çıkan sonuçları sorgulamalarına fırsat verilmelidir.
- Algodo fizik kavramları odaklı simülasyon geliştirmek için daha uygun bir arayüze sahip olmasına rağmen Algodo temelli simülasyon etkinlikleri farklı fen konuları kapsamında gerçekleştirilebilir.

## 5. KAYNAKLAR

- Ayas, A., Çepni, S., Johnson, D. ve Turgut, M. F. (1997), *Kimya öğretimi*. Ankara: YÖK/Dünya Bankası MEGP Hizmet Öncesi Öğretmen Eğitimi Yayınları.
- Aycan, Ş., Arı, E., Türkoğuz, S., Sezer, H. ve Kaynar, Ü. (2002). Fen ve fizik öğretiminde bilgisayar destekli simülasyon tekniğinin öğrenci başarısına etkisi: Yeryüzünde hareket örneği. *M.Ü. Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 15, 57-70.
- Aydoğdu, B. ve Ergin, Ö. (2009). Fen ve teknoloji dersi “Yaşamımızdaki Elektrik” ünitesine yönelik bilimsel süreç becerileri ölçeğinin geliştirilmesi. *New World Sciences Academy*, 4(2), 296-316.
- Bozkurt, E. (2007). *Fizik eğitiminde hazırlanan bir sanal laboratuvar uygulamasının geleneksel laboratuvara göre öğrenci başarısına etkisi: Doğru akımda RC devresi örneği*. <http://ietc2008.home.anadolu.edu.tr/ietc2008/60.doc> adresinden indirilmiştir.
- Çetin, O. ve Günay, Y. (2010). Fen eğitiminde web tabanlı öğretimin öğrencilerin akademik başarılarına ve tutumlarına etkisi. *Çukurova Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 3(38), 19-34.
- da Silva, S. L., da Silva, R. L., Guaitolini Kunior, J. T., Gonçalves, E., Viana, E. R., & Wyatt, J. B. L. (2014a). Animation with Algodo: A simple tool for teaching and learning physics. *Exatas online*, 5, 28-39.

- da Silva, S. L., Junior, J. T. G., da Silva, R. L., Viana, E., & Leal, F. F. (2014b). An alternative for teaching and learning the simple diffusion process using Algodoo animations. *arXiv preprint arXiv:1412.6666*.
- Daşdemir, İ. ve Doymuş, K. F. (2012). Fen ve teknoloji dersinde animasyon kullanımının öğrencilerin akademik başarılarına, öğrenilen bilgilerin kalıcılığına ve bilimsel süreç becerilerine etkisi. *Pegem Eğitim ve Öğretim Dergisi*, 2(3), 33-43.
- Demirci, N. (2003). *Bilgisayarla etkili öğretim stratejileri ve fizik öğretimi*. Ankara: Nobel Yayınları.
- Dinçer, S. ve Güçlü, M. (2013). Fen bilgisi eğitiminde bilgisayar destekli simülasyon kullanımının etkililiği ve yeni yönelimler: Bir meta-analiz çalışması. *International Journal of Human Sciences*, 10 (Special Issue), 35-48.
- Ekiz, D. (2009). *Eğitimde araştırma yöntem ve metodlarına giriş*. Ankara: Anı Yayıncılık.
- Gredler, M. B. (1986) A taxonomy of computer simulations. *Educational Technology*, 26, 7-12.
- Gregoric, B. (2015). Exploring Kepler's laws using an interactive whiteboard and Algodoo. *Physics Education*, 5(5), 511-515.
- Güvercin, Z. (2010). *Fizik dersinde simülasyon destekli yazılımın öğrencilerin akademik başarısına, tutumlarına ve kalıcılığa olan etkisi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Adana.
- Hırça, N. ve Bayrak, N. (2013). Sanal fizik laboratuvarı ile üstün yeteneklilerin eğitimi: Kaldırma kuvveti konusu. *Genç Bilim İnsanı Eğitimi ve Üstün Zeka Dergisi*, 1(1), 16-20.
- Huppert, J., Lomask, S. M., & Lazarowitz, R. (2002). Computer simulations in the high school: Students' cognitive stages, science process skills and academic achievement in microbiology. *International Journal of Science Education*, 24(8), 803-821.
- İlyasoğlu, U. ve Aydın, A. (2014). Doğru akım devreleri konusunun öğretiminde bilgisayar destekli öğretimin fen ve teknoloji öğretmen adaylarının başarısına etkisi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 22(1), 223-240.
- İşman, A., Baytekin, Ç., Balkan, F., Horzum, B. ve Kıyıcı, M. (2002). Fen bilgisi eğitimi ve yapısalcı yaklaşım. *The Turkish Online of Educational Technology*, 1(1), 41-47.
- Jimoyiannis, A., & Komis, V. (2001), Computer simulations in physics teaching and learning: a case study on students' understanding of trajectory motion, *Computers and Education*, 36, 183-204.
- Kırılmazkaya, G., Keçeci, G. ve Zengin, F. K. (2011). İlköğretim öğrencilerinin fen ve teknoloji dersinde performans görevlerini hazırlarken kullandıkları bilgi iletişim teknolojilerinin tespiti. *6<sup>th</sup> International Advanced Technologies Symposium (IATS'11)*, 16-18 May 2011, Elazığ, Turkey.
- Koyunlu Ünlü, Z. ve Dökme, İ. (2011). The effects of combining analogy-based simulation and laboratory activities on Turkish elementary school students' understanding of simple electric circuits. *TOJET: The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 10(4), 320-329.
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) (2015). F@tüh Projesi eğitimde geleceğe açılan kapı <http://fatihprojesi.meb.gov.tr/tr/index.php> adresinden erişilmiştir.
- Moore, J. L., & Thomas, F. H. (1983) Computer simulation of experiments: A valuable alternative to traditional laboratory work for secondary school science teaching. *School Science Review*, 64(229), 641-655.
- Polat, E. ve Tekin, A. (2013). Fen ve teknoloji dersinde animasyonla desteklenmiş web tabanlı eğitimin akademik başarıya etkisi. *International Journal of Human Sciences*, 10(Special Issue), 17-26.
- Rutten, N., van Joolingen, W. R., & van der Veen, J. T. (2012). The learning effects of computer simulations in science education. *Computers & Education*, 58(1), 136-153.
- Şengel, E., Özden, M. Y. ve Geban, Ö. (2002). Bilgisayar simülasyonlu deneylerin lise öğrencilerinin yerdeğiştirme ve hız kavramlarını anlamadaki etkisi. *V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi*. ODTÜ, Ankara.
- Tekdal, M. (2002). Etkileşimli fizik simülasyonlarının geliştirilmesi ve etkin kullanılması. *V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi*. ODTÜ, Ankara.
- Ulukök, Ş., Çelik, H. ve Sarı, U. (2013). Basit elektrik devreleriyle ilgili bilgisayar destekli uygulamaların deneysel süreç becerilerinin gelişimine etkisi. *Kuramsal Eğitim Bilim Dergisi*, 6(1), 77-101
- Yener, D., Aydın, F. ve Köklü, N. (2012). Genel fizik laboratuvarındaki öğrencilerin fiziğe karşı öz-yeterliliklerine animasyon ve simülasyonun etkisi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 12(2), 121-136.
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2008). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri (9. baskı)*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Yılmaz, M. ve Eren, A. (2014). Sınıf öğretmen adaylarına basit elektrik devreleri konusunun simülasyon ve laboratuvar uygulaması teknikleriyle öğretimi. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 4(2), 84-99.