



Artırılmış Gerçekliğin Fen Eğitiminde Kullanımının Tutum ve Motivasyona Etkisi

The Effect of Augmented Reality Use in Science Education on Attitude and Motivation

Mustafa SIRAĞAYA^a, Didem ALSANCAK SIRAĞAYA^a

^aAhi Evran Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Bilgisayar Teknolojileri Bölümü, Kırşehir, Türkiye

Öz

Bu çalışmanın amacı fen eğitiminde artırılmış gerçeklik kullanımının öğrencilerin tutum ve motivasyonlarına etkisini belirlemektir. Araştırmada öntest – sontest kontrol gruplu (eşleştirilmiş) yarı deneysel desen kullanılmıştır. Araştırmanın çalışma grubunu bir devlet okulunun 7. sınıfına devam etmekte olan 87 öğrenci oluşturmaktadır. Araştırma sonucunda artırılmış gerçeklik kullanımının öğrencilerin fen öğrenmeye yönelik motivasyonlarını artırdığı sonucuna ulaşılmıştır. Araştırmanın bir başka sonucuna göre, artırılmış gerçeklik öğrencilerin fen öğrenmeye yönelik tutumlarını olumlu şekilde değiştirmiştir.

Abstract

The purpose of this study is to determine the effect of augmented reality use in science education on students' attitudes and motivations. A quasi experimental, random matched design with pre-test – post-test and control group was used in the study. The study group was composed of 87 7th graders attending there separate classes of a state school. Research findings show that augmented reality has increased the motivation of the students towards science education. Another consequence of the research is that the augmented reality learning material has positively changed students' attitudes toward science learning.

Anahtar Kelimeler

artırılmış gerçeklik
fen eğitimi
tutum
motivasyon

Keywords

augmented reality
science education
attitude
motivation

Extended Abstract

Augmented reality is a technology that integrates real images with virtual objects simultaneously (Azuma, 1999). Especially the widespread use of mobile devices has opened up the use of augmented reality in educational settings (Wu et al., 2013). Educational use of augmented reality improves student achievement (Cai et al., 2014; Chen & Wang, 2015; Hsiao et al., 2012; Hwang et al., 2016; Shelton & Hedley, 2002; Vilkonienė, 2009; Zhang et al., 2014). Augmented reality has the advantages of increasing student participation (Delello, 2014; Dunleavy, Dede & Mitchell, 2009) and motivation (Chiang et al., 2014; Furió et al., 2015; Perez-Lopez & Contero, 2013; Solak & Cakir, 2015) and making classes more enjoyable (Chiang et al., 2014; Ibáñez et al., 2014). The examination of literature shows that it appears augmented reality is often used in science education. It is stated in these studies that the augmented reality provides important advantages in science education. However, studies have generally focused on the effect of augmented reality on cognitive factors (Bressler & Bodzin, 2013; Chen & Wang, 2015; Enyedy et al., 2012; Lin et al., 2013; Matcha & Rambli, 2013; Squire & Jan, 2007; Wang et al., 2014). The cognitive factors as well as affective factors (motivation, attitude etc.) are important for the success of the students (Tuan et al., 2005). Motivation is an important factor in the learning process. Motivation has an influence on success, critical thinking, high-level thinking skills in science education (Dede & Yaman, 2008; Wolters & Rosenthal, 2000). Another affective factor that has significant influence in the learning process is attitude. Attitude is the prevailing tendency that an individual has about any subject (Nuhoğlu, 2008). The fact that students have a positive attitude towards learning science will ensure that the decisions they make about this course are also positive. Augmented reality can contribute to improving students' attitudes and motivations towards science learning positively. The purpose of this study is to determine how the augmented reality affects the attitudes and motivations of students towards science education.

A quasi experimental, random matched design with pre-test – post-test and control group was used in the study. The study group was composed of 87 7th graders attending there separate classes of a state school. The students in the control group used normal course materials (course books, visual materials, video, etc.) while the students in the experimental group used the augmented reality application (SpaceAR). Motivation Scale toward Science Learning and Attitude Scale for Science and Technology Course were used in the study as data collection tools. The Motivation Scale developed by Dede and Yaman (2008) has five factors and 23 items. The Attitude Scale developed by Nuhoğlu (2008) has 23 items.

Research findings show that augmented reality has increased the motivation of the students towards science education. This result is supported by studies indicating that the use of augmented reality in science education improves the motivation of students (Chiang et al., 2014; Delello, 2014; Furió et al., 2015; Perez-Lopez & Contero, 2013). It is thought that the advantages provided by the use of augmented reality in educational settings caused this result. Another consequence of the research is that the augmented reality learning material has positively changed students' attitudes toward science learning. This result is supported by other studies in the literature (Akçayır et al., 2016; Hsiao et al., 2012; Hwang et al., 2016).

1. Giriş

Artırılmış gerçeklik (AG) gerçek dünya görüntüsünün eş zamanlı olarak sanal verilerle zenginleştirilmesini sağlayan teknolojidir (Azuma, 1999). Yani AG gerçek ortama eklediği sanal objelerle var olan gerçekliği zenginleştirmekte (Kerawalla, Luckin, Seljeflot ve Woolard, 2006) ve daha dinamik hale getirmektedir (Cheng ve Tsai, 2013). Bu eşsiz özelliğiyle AG kullanıcılarına, normal şartlarda duyu organlarıyla algılayabileceklerinden daha fazla bilgiyi algılama imkânı sunmaktadır (Sırakaya ve Seferoğlu, 2016).

Teknolojide yaşanan gelişim, AG'yi sadece özel ekipmanlarla çalışan bir teknolojiden, kişisel bilgisayarlar ya da mobil cihazlarda kolaylıkla kullanılabilen bir teknoloji haline getirmiştir. Günümüzde AG'nin turizm, askeriye, sağlık, reklamcılık, eğitim gibi çok farklı sektörlerde kullanıldığı görülmektedir (Yen, Tsai ve Wu, 2013). Özellikle mobil cihazların yaygınlaşması, AG'nin eğitim ortamlarında kullanımının önünü açmıştır (Wu, Lee, Chang ve Liang, 2013). Bu durumun bir sonucu olarak, son yıllarda AG'nin eğitim amaçlı kullanımının önemli bir araştırma konusu haline geldiği görülmektedir. Yapılan araştırmalar AG'nin eğitim ortamlarına çok sayıda katkı sağladığına işaret etmektedir. AG kullanımının öğrencilerin başarılarını artırmasının (Cai, Wang ve Chiang, 2014; Chen ve Wang, 2015; Hsiao, Chen ve Huang, 2012; Hwang, Wu, Chen ve Tu, 2016; Shelton ve Hedley, 2002; Sırakaya, 2015; Vilkoniene, 2009; Zhang, Sung, Hou ve Chang, 2014) bu katkıların başında geldiği söylenebilir. Ayrıca yapılan araştırmalarda AG'nin yaparak yaşayarak öğrenmeyi (Singhal, Bagga, Goyal ve Saxena, 2012) ve sorgulayarak öğrenmeyi (Chiang, Yang ve Hwang, 2014; Squire ve Jan, 2007; Wang, Duh, Li, Lin ve Tsai, 2014) desteklediği belirtilmektedir. Öğrencilerin derse katılımlarını (Delello, 2014; Dunleavy, Dede ve Mitchell, 2009) ve motivasyonlarını artırmak (Chiang vd., 2014; Furió, Juan, Segui ve Vivó, 2015; Perez-Lopez ve Contero, 2013; Solak ve Cakir, 2015) gibi önemli avantajları olan AG, dersleri daha eğlenceli hale getirmektedir (Chiang vd., 2014; Ibáñez, Di Serio, Villarán ve Kloos, 2014). Kavramsal öğrenmeyi desteklerken (Abdüsselam, 2014; Enyedy, Danish, Delacruz ve Kumar, 2012; Kerawalla vd., 2006) öğrencilerin kavram yanlışlarında azalma sağladığı da (Rosenbaum, Klopfer ve Perry, 2006; Sırakaya, 2015; Tian, Endo, Urata, Mouri ve Yasuda, 2014) yapılan çalışmalarda elde edilen sonuçlar arasındadır. Bu sonuçlar ışığında bakıldığında AG'nin farklı alanların eğitiminde kullanılabilecek etkili bir araç olduğu söylenebilir.

Fen Eğitiminde Artırılmış Gerçeklik

Alanyazında yürütülen çalışmalar incelendiğinde, fen eğitiminde AG'nin tercih edilen bir araç olduğu görülmektedir (Tablo 1). Bu çalışmalarda AG teknolojisinin fen eğitimine önemli katkılar sağladığı sonucuna ulaşılmıştır. AG'nin fen eğitimine olan katkılarını belirlemek amacıyla yürütülen çalışmaların bir kısmı Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Fen eğitiminde yapılan artırılmış gerçeklik çalışmaları

Araştırmacı(lar)	Çalışma Konusu	Sonuçlar
Abdüsselam (2014)	Manyetizma	Konuların daha iyi anlaşılmasını sağlamış
Bressler ve Bodzin (2013)	Fen eğitimi	İşbirlikli öğrenmeyi artırırken bilişsel yükü azaltmış
Chen ve Wang (2015)	Astronomi	Başarıyı artırmış
Chiang vd., (2014)	Doğal bilimler	Başarı ve motivasyonu artırmış
Delello (2014)	Astronomi	Derse katılımı ve motivasyonu artırmış
Enyedy vd., (2012)	Kuvvet ve Hareket	Kavramsal öğrenmeyi desteklemiş
Furió vd., (2015)	Su döngüsü	Öğrencilerin motivasyonunu artırmış
Hsiao vd., (2012)	Ekoloji	Başarıyı artırmış ve olumlu tutum geliştirmiş
Huang, Chen ve Chou (2016)	Ekoloji	İstekliliği artırmış ve olumlu öğrenme çıktıları sağlamış
Hwang vd., (2016)	Ekoloji	Başarıyı artırmış ve olumlu tutum geliştirmiş
Ibáñez vd., (2014)	Elektromanyetizma	Eğlenerek öğrenme sağlamış
Kamarainen vd., (2013)	Ekosistem	Öğrenciler arasındaki etkileşimi artırmış
Kerawalla vd., (2006)	Astronomi	Kavramsal öğrenmeyi desteklerken, öğrencilerin olağanüstü deneyimler yaşamalarını sağlamış
Akçayır, Akçayır, Pektaş ve Ocak (2016)	Laboratuvar eğitimi	Öğrencilerin laboratuvar yeteneklerini geliştirirken, fizik laboratuvarına karşı olumlu tutum geliştirmelerini sağlamış
Lin, Duh, Li, Wang ve Tsai (2013)	Momentum	Öğrenme performansını artırmış
Matcha ve Rambli (2013)	Elektrik	İşbirlikli öğrenme sağlamış
Núñez vd., (2008)	İnorganik kimya	Başarıyı ve uzamsal yeteneği artırmış
Perez-Lopez ve Contero (2013)	Dolaşım sistemi	Öğrencilerin motivasyonlarını ve derse karşı olan ilgilerini artırmış
Rosenbaum vd., (2006)	Salgın hastalıklar	Öğrencilerin kavram yanlışlarında azalma sağlamış

Araştırmacı(lar)	Çalışma Konusu	Sonuçlar
Cai vd., (2014)	Mikro parçacıklar	Başarıyı artırmış
Shelton ve Hedley (2002)	Astronomi	Başarıyı ve kavram anlama düzeylerini artırmış
Squire ve Jan (2007)	Çevre	Sorgulayarak öğrenme ve 21. yy becerileri kazandırmada etkili bir araç olduğu anlaşılmış
Tian vd., (2014)	Astronomi	Öğrencilerin kavram yanlışlarını azaltmış
Vilkoniene (2009)	Sindirim sistemi	Öğrencilerin başarılarını artırmış
Wang vd., (2014)	Elastik	Sorgulayarak öğrenme sağlamış
Zhang vd., (2014)	Astronomi	Performansı geliştirmiş ve kalıcılığı artırmış

Tablo 1 incelendiğinde, farklı fen eğitimi konularının öğretiminde AG teknolojisinin kullanıldığı ve etkili sonuçlara ulaşıldığı görülmektedir. AG gerçek ve sanal birleştirilmesiyle, sınıf ortamında gözlemlenmesi mümkün olmayan durumların öğretimini olanaklı kılmaktadır (Kerawalla vd., 2006; Shelton ve Hedley, 2002). Böylelikle gerçek hayatta gözlemlenme imkânı bulunmayan astronomi olaylarından, yapılması mümkün olmayan kimyasal deneylere kadar geniş yelpazedeki fen konularının öğretimi yaparak yaşayarak öğretilmektedir. Ayrıca AG soyut kavramların somutlaştırılarak (Shelton ve Hedley, 2002; Shelton ve Stevens, 2004) daha kolay biçimde öğrenilmesini sağlamaktadır (Abdüsselam, 2014; Kamarainen vd., 2013; Núñez vd., 2008; Wu vd., 2013). Bu açıdan değerlendirildiğinde AG, manyetizma, elektrik, elektronlar gibi soyut konuların somutlaştırılarak öğretilmesine olanak tanımaktadır.

Yürütülen çalışmalar incelendiğinde AG teknolojisinin fen konularının öğretiminde çok önemli avantajlar sağladığı görülmektedir. Bu çalışmalarda genellikle AG'nin bilişsel faktörler üzerindeki etkilerine odaklanıldığı (Bressler ve Bodzin, 2013; Chen ve Wang, 2015; Enyedy vd., 2012; Lin vd., 2013; Matcha ve Rambli, 2013; Squire ve Jan, 2007; Wang vd., 2014) dikkati çekmektedir. Ancak öğrencilerin başarılı olmalarında bilişsel faktörler gibi duyuşsal faktörler de önemli bir rol oynamaktadır (Tuan, Chin ve Shieh, 2005). Bu duyuşsal faktörler arasında yer alan motivasyon, bir ihtiyacın karşılanması için gerekli sürecin başlatılması olarak tanımlanmaktadır (Waterman, 2005). Motivasyon öğrenme sürecinde önemli rol oynayan bir faktördür. Fen eğitiminde yapılan çalışmalarda, motivasyonun başarı, eleştirel düşünme, üst düzey düşünme becerisi gibi öğrenme sürecinde kritik role sahip olan kavramlar üzerinde etkili olduğu ve yüksek motivasyonlu öğrencilerin derse daha fazla katılım gösterdikleri belirtilmektedir (Dede ve Yaman, 2008; Wolters ve Rosenthal, 2000). Bu durum öğrencilerin motivasyonunun yüksek tutulmasının gerekliliğini ortaya çıkarmaktadır. Öğrenme sürecinde önemli etkiye sahip olan bir diğer duyuşsal faktör de tutumdur. Tutum bireyin herhangi bir konu hakkında sahip olduğu ön eğilim olarak tanımlanabilir. Tutum bireyin karar verme sürecinde yanlış davranmasına neden olarak bireyin davranışlarına yön vermektedir (Nuhoğlu, 2008). Yani öğrencilerin fen öğrenmeye karşı olumlu tutuma sahip olmaları, bu ders hakkında alacakları kararların da olumlu olmasını sağlayacaktır. Bu bağlamda AG sahip olduğu özelliklerle öğrencilerin fen öğrenmeye karşı tutum ve motivasyonlarını olumlu şekilde geliştirmelerine katkıda bulunabilir. Nitekim alanyazında AG teknolojisinin öğrencilerin tutum ve motivasyonuna etkisini araştıran çalışmalar bulunmaktadır. Ancak bu çalışmalarda veri toplama aracı olarak, yansıtma kâğıtları (Delello, 2014), araştırmacılar tarafından geliştirilen anket (Furió vd., 2015; Hsiao vd., 2012; Perez-Lopez ve Contero, 2013) gibi araçların kullanıldığı görülmektedir. Ayrıca ulusal literatürde benzer bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu durum AG kullanımının öğrencilerin fen öğrenmeye yönelik tutum ve motivasyonlarını nasıl etkilediğini geçerliği ve güvenilirliği test edilmiş veri toplama araçlarıyla ölçmenin gerekliliğini ortaya çıkarmaktadır.

AG kullanımının öğrencilerin fen eğitimine yönelik tutum ve motivasyonları üzerindeki etkisinin belirlemeyi amaçlayan bu çalışmada, aşağıdaki araştırma sorularına yanıt aranacaktır:

1. AG uygulamaları öğrencilerin fen eğitimine yönelik motivasyonlarını farklılaştırmakta mıdır?
2. AG uygulamaları öğrencilerin fen eğitimine yönelik tutumlarını farklılaştırmakta mıdır?

2. Yöntem

Araştırma Deseni

Araştırmada öntest – sontest kontrol gruplu (eşleştirilmiş) yarı deneysel desen kullanılmıştır. Bu desende hazır gruplardan ikisi belli değişkenler üzerinden eşleştirilmeye çalışılır. Eşleştirilmesi tamamlanan grupların kontrol ve deney gruplarına atanması ise rastgele olarak gerçekleştirilir (Büyüköztürk, Kılıç Çakmak, Akgün, Ö., Karadeniz ve Demirel, 2008). Gruplara deney süreci başlamadan öntest ve deneysel işlemin sonunda ise sontestte olmak üzere iki kere ölçüm uygulanır (Karasar, 2012).

Uygulama Süreci

Deneyisel işlem sürecinde AG uygulamasının öğrencilerin Fen Bilimleri dersine yönelik olan tutum ve motivasyonları üzerindeki etkisi test edilmeye çalışılmıştır. Bu amaçla kontrol grubundaki öğrencilerin derste normal ders materyalleri (ders kitabı, görsel materyaller, video vb.) kullanması sağlanırken, deney grubundaki öğrencilerin AG uygulaması (UzayAR) ile ders işlemleri sağlanmıştır. Uygulama süreci, “Güneş Sistemi ve Ötesi: Uzay Bilmecesi” ünitesinin işlenmesi (4 hafta) ve öntest ve sontestlerin uygulanması (2 hafta) olmak üzere toplamda 6 hafta (24 ders saati) sürmüştür.

AG Öğretim Materyali

UzayAR Fen Bilimleri dersinin “Güneş Sistemi ve Ötesi: Uzay Bilmecesi” ünitesinde yer alan etkinlik ve kazanımlar dikkate alınarak, Sırakaya (2015) tarafından geliştirilmiş bir AG uygulamasıdır. UzayAR, öğrencilerin zihinlerinde canlandırmakta zorlandıkları uzay konularının 3 boyutlu modeller ve animasyonlar aracılığıyla anlaşılmasını kolaylaştırmayı amaçlamaktadır. UzayAR’ın geliştirilmesinde konu alanı uzmanlarından, teknik uzmanlardan ve öğretmenlerden destek alınmıştır. Unity oyun motoru kullanılarak geliştirilen UzayAR, toplamda 22 farklı AG etkinliğine sahiptir. Gökcisimlerini gözlemleme ve birbirinden ayırt edebilme, yıldızlar, takımyıldızları, yıldız kayması olayı, Güneş sistemini oluşturan gezegenler, uzay teknolojisi ve kullanılan araçlar gibi konularla ilgili etkinlikler yer almaktadır. Öğrenciler öğretmenin dağıttığı karekodları, tabletlerine gösterdiklerinde ilgili etkinliği görüntüleyebilmektedirler.

Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubunu bir devlet okulunun 7. sınıfına devam etmekte olan 87 öğrenci oluşturmaktadır. Çalışma grubunun işlem gruplarına ve cinsiyete göre dağılımı Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Çalışma grubu

Cinsiyet	Deney		Kontrol	
	f	%	f	%
Kız	23	53,5	18	41,9
Erkek	20	46,5	26	58,1
Toplam	43	100	44	100

Veri Toplama Araçları

Fen Öğrenmeye Yönelik Motivasyon Ölçeği: Dede ve Yaman (2008) tarafından geliştirilen ölçek, 23 madde ve 5 faktörden oluşmaktadır. 5’li likert tipinde geliştirilen ölçekten alınabilecek en düşük puan 23 iken, en yüksek puan 115’tir. Ölçeğin yapı geçerliği için yapılan faktör analizi sonucunda, Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) katsayısı .850 olarak hesaplanmıştır. Ayrıca ölçeğe ait Cronbach Alpha iç tutarlık katsayısı 0,80 olarak bulunmuştur. Bu çalışmada yapılan analizler sonucunda Cronbach Alpha değerleri, öntest uygulamasında .903, sontest uygulamasında ise .916 olarak hesaplanmıştır. Bu değerler dikkate alındığında ölçeğin geçerli ve güvenilir bir ölçme aracı olduğu söylenebilir.

Fen Dersine Yönelik Tutum Ölçeği: Öğrencilerin Fen dersine yönelik tutumlarını belirlemek amacıyla Nuhoglu (2008) tarafından geliştirilen ölçek kullanılmıştır. Ölçek 10 olumlu ve 10 olumsuz olmak üzere toplam 20 maddeden oluşmaktadır. 3’lü likert tipinde hazırlanan ölçekte “Katılıyorum”, “Kararsızım”, “Katılmıyorum” seçenekleri yer almaktadır. Ölçeğin puanlanmasında “Katılıyorum” seçeneği +1, “Kararsızım” seçeneği 0 ve “Katılmıyorum” seçeneği -1 olarak (olumsuz maddelerde tersine kodlanmıştır) hesaplanmıştır. Nuhoglu (2008) ölçeğin yapı geçerliğini belirlemek için yaptığı faktör analizi sonucunda, Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) katsayısını .86 olarak hesaplamıştır. Ayrıca ölçeğin Cronbach Alpha iç tutarlık katsayısı 0,87 olarak hesaplanmıştır. Bu çalışmada yapılan analizler sonucunda Cronbach Alpha değerleri, öntest uygulamasında .786, sontest uygulamasında ise .843 olarak bulunmuştur. Bu değerler dikkate alındığında ölçeğin geçerli ve güvenilir bir ölçme aracı olduğu söylenebilir.

Verilerin Analizi

Verilerin analizinde parametrik testlerden yararlanılmıştır. Bu amaçla öncelikle verilerin parametrik test varsayımlarını karşılayıp karşılamadıkları kontrol edilmiştir. Her bir alt örneklem grubundaki üye sayısının 30 ve üzerinde olması (Roscoe 1975; Akt: Büyüköztürk vd., 2008) örneklem büyüklüğü varsayımını karşılamaktadır. Ayrıca çarpıklık basıklık katsayılarının ± 2 aralığında yer alması (George ve Mallery, 2010) ve yapılan grafik inceleme (Büyüköztürk, 2007) sonucunda verilerin normal dağıldığı sonucuna varılmıştır. Parametrik testler için gerekli varsayımlar karşılandığından verilerin analizinde bağımsız örneklem t testi ve bağımlı örneklem t testi kullanılmıştır.

3. Bulgular ve Yorumlar

Fen Öğrenmeye Yönelik Motivasyona İlişkin Bulgular

AG öğrenme materyalinin kullanıldığı deney grubu öğrencileri ile normal öğretim materyallerinin kullanıldığı kontrol grubu öğrencilerinin fen öğrenmeye yönelik motivasyonları bakımından birbirinden anlamlı farklılık gösterip göstermediğinin belirlenmesi için bağımsız örneklem t testi yapılmıştır. Sonuçlar Tablo 3’de sunulmuştur.

Tablo 3. Deney ve kontrol grubunda yer alan öğrencilerin fen öğrenmeye yönelik motivasyon öntest puanlarına ilişkin bağımsız örneklem t testi sonuçları

Test	Grup	N	$\bar{X}$	Ss	sd	t	p
Öntest	Kontrol	44	83.28	18.26	85	1.440	.153
	Deney	43	88.50	25.39			

Tablo 3 incelendiğinde, uygulama öncesinde deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin fen öğrenmeye yönelik motivasyonları arasında anlamlı bir farklılık olmadığı anlaşılmaktadır ($t_{(85)}=1,440$, $p>.05$). Bu bulgu deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin süreç başında fen öğrenmeye yönelik motivasyonları bakımından birbirlerine denk oldukları şeklinde yorumlanabilir.

AG öğrenme materyalinin, öğrencilerin fen öğrenmeye yönelik motivasyonları üzerindeki etkisini test etmek amacıyla, deney grubundaki öğrencilerin öntest ve son testte elde ettikleri puanlar için ilişkili örneklem t-testi uygulanmıştır. Test sonuçları Tablo 4’te verilmiştir.

Tablo 4. Deney grubunun fen öğrenmeye yönelik motivasyon ölçeği öntest ve son test puanlarının karşılaştırılması

Grup	Test	N	$\bar{X}$	Ss	sd	t	p
Deney	Öntest	43	88.50	15.39	42	-3.146	.003
	Sontest	43	93.84	13.24			

Tablo 4 incelendiğinde AG öğrenme materyalinin kullanıldığı deney grubundaki öğrencilerin uygulama öncesinde motivasyon puan ortalamaları ($\bar{X}=88.50$) iken, uygulama sonrasında bunun ($\bar{X}=93.84$)’e yükseldiği görülmektedir. Bu fark ilişkili örneklem t-testi ile analiz edildiğinde, son test lehine anlamlı bir farklılık bulunmaktadır ($t_{(42)} = -3.146$, $p<.05$). Bu bulgu AG öğrenme materyali kullanımının öğrencilerin fen öğrenmeye yönelik motivasyonları üzerinde olumlu etkiye sahip olduğu şeklinde yorumlanabilir.

Normal ders materyallerinin, öğrencilerin fen öğrenmeye yönelik motivasyonları üzerindeki etkisini test etmek amacıyla, kontrol grubundaki öğrencilerin öntest ve son testte elde ettikleri puanlar için ilişkili örneklem t-testi uygulanmıştır. Test sonuçları Tablo 5’te verilmiştir.

Tablo 5. Kontrol grubunun fen öğrenmeye yönelik motivasyon ölçeği öntest ve son test puanlarının karşılaştırılması

Grup	Test	N	$\bar{X}$	Ss	sd	t	p
Kontrol	Öntest	44	83.28	18.26	43	-.240	.811
	Sontest	44	84.02	19.18			

Tablo 5 incelendiğinde normal ders materyallerinin kullanıldığı kontrol grubundaki öğrencilerin uygulama öncesinde motivasyon puan ortalamaları ($\bar{X}=83.28$) iken, uygulama sonrasında bunun ($\bar{X}=84.02$)’e yükseldiği görülmektedir. Bu fark ilişkili örneklem t-testi ile analiz edildiğinde, aradaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı anlaşılmaktadır ($t_{(43)} = -.240$, $p>.05$). Bu bulgu normal ders materyallerinin öğrencilerin fen öğrenmeye yönelik motivasyonlarını artırmaya yönelik yeterli etkiye sahip olmadığı şeklinde yorumlanabilir.

Kullanılan araçlara bağlı olarak uygulama sonunda deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin fen öğrenmeye yönelik motivasyonlarında değişim olup olmadığının belirlenmesi için son testte elde edilen verilere bağımsız örneklem t testi uygulanmıştır. Sonuçlar Tablo 6’da sunulmuştur.

Tablo 6. Deney ve kontrol grubunda yer alan öğrencilerin fen öğrenmeye yönelik motivasyon sontest puanlarına ilişkin bağımsız örneklem t testi sonuçları

Test	Grup	N	$\bar{X}$	Ss	sd	t	p
Sontest	Kontrol	44	84.02	19.18	85	2.784	.007
	Deney	43	93.84	13.24			

Tablo 6 incelendiğinde, uygulama sonrasında deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin fen öğrenmeye yönelik motivasyonları arasında deney grubu lehine anlamlı bir farklılık olduğu anlaşılmaktadır ($t_{(85)} = 2.784, p < .05$). Bu bulgu, AG öğrenme materyalinin öğrencilerin fen öğrenmeye yönelik motivasyonlarını artırma bakımından olumlu etkisi olduğu şeklinde yorumlanabilir.

Fen Öğrenmeye Yönelik Tutuma İlişkin Bulgular

AG öğrenme materyalinin kullanıldığı deney grubu öğrencileri ile normal öğretim materyallerinin kullanıldığı kontrol grubu öğrencilerin fen dersine yönelik tutumları bakımından birbirinden anlamlı farklılık gösterip göstermediğinin belirlenmesi için bağımsız örneklem t testi yapılmıştır. Sonuçlar Tablo 7’de sunulmuştur.

Tablo 7. Deney ve kontrol grubunda yer alan öğrencilerin fen dersine yönelik tutumları öntest puanlarına ilişkin bağımsız örneklem t testi sonuçları

Test	Grup	N	$\bar{X}$	Ss	sd	t	p
Öntest	Kontrol	44	8.98	7.37	85	1.464	.147
	Deney	43	11.26	7.15			

Tablo 7 incelendiğinde, uygulama öncesinde deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin fen dersine yönelik tutumları arasında anlamlı bir farklılık olmadığı anlaşılmaktadır ($t_{(85)} = 1.464, p > .05$). Bu bulgu deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin süreç başında fen dersine yönelik tutumları bakımından birbirlerine denk oldukları şeklinde yorumlanabilir.

AG öğrenme materyalinin, öğrencilerin fen dersine yönelik tutumları üzerindeki etkisini test etmek amacıyla, deney grubundaki öğrencilerin öntest ve sontestte elde ettikleri puanlar için ilişkili örneklem t-testi uygulanmıştır. Test sonuçları Tablo 8’de verilmiştir.

Tablo 8. Deney grubunun fen öğrenmeye yönelik tutum ölçeği öntest ve sontest puanlarının karşılaştırılması

Grup	Test	N	$\bar{X}$	Ss	sd	t	p
Deney	Öntest	43	11.26	7.15	42	-1.207	.234
	Sontest	43	12.26	7.62			

Tablo 8 incelendiğinde AG öğrenme materyalinin kullanıldığı deney grubundaki öğrencilerin uygulama öncesinde tutum puan ortalamaları ($\bar{X}=11.26$) iken, uygulama sonrasında bunun ($\bar{X}=12.26$)’a yükseldiği görülmektedir. Ancak bu fark ilişkili örneklem t-testi ile analiz edildiğinde, aradaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmektedir ($t_{(42)} = -1.207, p > .05$). Bu bulgu AG öğrenme materyali kullanımının öğrencilerin fen öğrenmeye yönelik tutumları üzerinde herhangi bir etkiye sahip olmadığı şeklinde yorumlanabilir.

Normal ders materyallerinin, öğrencilerin fen öğrenmeye yönelik tutumları üzerindeki etkisini test etmek amacıyla, kontrol grubundaki öğrencilerin öntest ve sontestte elde ettikleri puanlar için ilişkili örneklem t-testi uygulanmıştır. Test sonuçları Tablo 9’da verilmiştir.

Tablo 9. Kontrol grubunun fen öğrenmeye yönelik tutum ölçeği öntest ve sontest puanlarının karşılaştırılması

Grup	Test	N	$\bar{X}$	Ss	sd	t	p
Kontrol	Öntest	44	8.97	7.36	43	.612	.544
	Sontest	44	8.40	6.84			

Tablo 9 incelendiğinde normal ders materyallerinin kullanıldığı kontrol grubundaki öğrencilerin uygulama öncesinde tutum puan ortalamaları ($\bar{X}=8.97$) iken, uygulama sonrasında bunun ($\bar{X}=8.40$)’a gerilediği görülmektedir. Bu fark ilişkili örneklem t-testi ile analiz edildiğinde, aradaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı anlaşılmaktadır ($t_{(43)} = .612, p > .05$). Bu bulgu normal ders materyallerinin öğrencilerin fen öğrenmeye yönelik tutumlarını artırmaya yönelik yeterli etkiye sahip olmadığı şeklinde yorumlanabilir.

Kullanılan araçlara bağlı olarak uygulama sonunda deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin fen öğrenmeye yönelik tutumlarında değişim olup olmadığının belirlenmesi için son testte elde edilen verilere bağımsız örneklem t testi uygulanmıştır. Sonuçlar Tablo 10’da sunulmuştur.

Tablo 10. Deney ve kontrol grubunda yer alan öğrencilerin fen öğrenmeye yönelik tutum son test puanlarına ilişkin bağımsız örneklem t testi sonuçları

Test	Grup	N	$\bar{X}$	Ss	sd	t	p
Son test	Kontrol	44	8.40	6.84	85	2.476	.015
	Deney	43	12.26	7.62			

Tablo 10 incelendiğinde, uygulama sonrasında deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin fen öğrenmeye yönelik tutumları arasında deney grubu lehine anlamlı bir farklılık olduğu anlaşılmaktadır ($t_{(85)} = 2.476$, $p < .05$). Bu bulgu, AG öğrenme materyalinin öğrencilerin fen öğrenmeye yönelik tutumlarını artırma bakımından olumlu etkisi olduğu şeklinde yorumlanabilir.

4. Sonuçlar ve Tartışma

Yapılan analizlere göre, AG öğrenme materyalinin öğrencilerin fen eğitimine yönelik motivasyonlarını artırdığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuç alanyazında fen eğitiminde AG kullanımının öğrencilerin motivasyonlarını artırdığını belirten çalışmalar tarafından desteklenmektedir (Chiang vd., 2014; Delello, 2014; Furió vd., 2015; Perez-Lopez ve Contero, 2013). Chiang vd. (2014) mobil AG uygulamasının ortaokul öğrencilerinin motivasyonunu anlamlı derecede yükselttiğini belirtmektedir. Çalışmada ayrıca mobil AG uygulamasının başarı bakımından da normal ders materyallerine göre anlamlı farklılık oluşturduğu sonucuna ulaşılmıştır. Delello (2014) çalışmasının sonucunda AG uygulamasının öğrencilerin motivasyonlarını ve derse katılımlarını artırdığını belirtmektedir. İlkokul öğrencileriyle su döngüsü konusunda uygulama yapan Furió vd. (2015), AG kullanan grubun anlamlı derecede daha yüksek motivasyona sahip olduğunu bulmuştur. Araştırmada AG’nin ilkökull öğrencilerinin derslerine destek olmak için kullanılabilecek etkili bir araç olduğu belirtilmektedir. Perez-Lopez ve Contero (2013) sindirim ve dolaşım sistemi konularında ilkökull öğrencileriyle yürüttüğü çalışmada geleneksel ortamlara göre AG’nin daha kalıcı öğrenme sağladığını belirtmişlerdir. Ayrıca yapılan gözlemler sonucunda öğrencilerin derse karşı olan motivasyon ve ilgilerinde artış olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Farklı eğitim seviyesindeki öğrencilerle, farklı konuların öğretiminde yapılan çalışmalarda AG’nin öğrencilerin motivasyonunu artırdığı görülmektedir (Chiang vd., 2014; Delello, 2014; Furió vd., 2015; Perez-Lopez ve Contero, 2013). AG karmaşık konuların öğrenilmesini kolaylaştırır (Abdüsselam, 2014; Kamarainen vd., 2013; Núñez vd., 2008; Yen vd., 2013). Ayrıca öğrencilerin derslerde daha fazla aktif rol almasını ve öğretmene daha fazla soru sormalarını sağlamaktadır (Delello, 2014; Zhang vd., 2014). Bunların yanı sıra AG öğrenme sürecini eğlenceli hale getirmektedir (Chiang vd., 2014; Ibáñez vd., 2014). AG ile öğretim yapan öğrencilerin motivasyonlarının daha yüksek olmasında bu avantajların etkili olduğu düşünülmektedir. Ayrıca AG uygulamaları normal ders materyallerine göre daha etkileşimli ve görsel olanaklar sunmaktadır. Bu durumda AG temelli öğrenme materyallerinin normal ders materyallerine göre daha motive edici olduğu söylenebilir (Shelton ve Hedley, 2002).

Araştırmanın bir başka sonucu da AG öğrenme materyalinin öğrencilerin fen öğrenmeye yönelik tutumlarını olumlu şekilde değiştirdiğidir. Fen eğitiminde yürütülen AG çalışmalarında da benzer olarak AG’nin öğrencilerin derse karşı olan tutumlarını olumlu biçimde değiştirdiği sonucuna ulaşılmıştır (Akçayır vd., 2016; Hsiao vd., 2012; Hwang vd., 2016). Uzun konuları öğrenciler tarafından merak edilen konular arasında yer almasına rağmen, çok sayıda soyut kavram içermesinden dolayı ortaokul öğrencilerine karmaşık gelmektedir. Astronomi konularının öğretiminde geleneksel öğretim materyallerinin kullanımı, öğrencilerin 3 boyutlu uzayı anlamalarında yeterli değildir (Aktamış ve Arıcı, 2013). Nitekim geleneksel öğretim materyalleri günümüz z kuşağı öğrencilerinin dikkatini derse çekme konusunda yetersiz kalmaktadır (Somyürek, 2014). AG ise öğrencilerin ilgi ve dikkatlerini derse çekme konusunda etkili bir araçtır (Delello, 2014; Perez-Lopez ve Contero, 2013). 3 boyutlu modeller ve gerçekçi uzay görüntüsünün öğrencilerin ders konusuna karşı olan merakını artırdığı düşünülmektedir. AG öğrenme materyalinin öğrencilerin ilgi, dikkat ve merakını canlı tutmasının, fen öğrenmeye yönelik tutumlarını olumlu şekilde etkilediği düşünülmektedir.

Araştırma sonucu, AG teknolojisinin öğrencilerin fen öğrenmeye karşı tutum ve motivasyonlarını olumlu biçimde geliştirdiğini göstermektedir. Bu durum fen eğitiminde AG destekli öğretim materyallerinin kullanılmasının olumlu öğrenme çıktıları elde edilmesini sağlayacağı şeklinde yorumlanabilir.

Çalışmadan elde edilen sonuçlar ışığında, ileride yapılacak araştırmalarda aşağıdaki öneriler göz önünde bulundu-

rulabilir:

- AG'nin öğrencilerin fen öğrenmeye karşı tutum ve motivasyonlarını olumlu değiştirmesi sonucundan hareketle, fen eğitimi için AG tabanlı öğrenme materyallerinin geliştirilmesine yönelik daha kapsamlı çalışmalar yapılabilir.
- Bu çalışmada veri toplama aracı olarak ölçeklerden yararlanılmıştır. İleride yapılacak çalışmalarda daha zengin ve daha derinlemesine veriler elde edilmesi amacıyla ölçeklerin kullanılmasına ek olarak öğrencilerle görüşmeler ve gözlem yapılabilir.
- Bu çalışmada AG teknolojisinin fen eğitiminde kullanılması üzerine odaklanılmıştır. İleride yapılacak çalışmalarda, AG teknolojisinin farklı alanların eğitimindeki etkisi test edilebilir.
- Ortaokul öğrencileriyle yürütülen bu çalışmanın benzeri araştırmalar, farklı eğitim seviyelerinde tekrarlanarak, elde edilecek sonuçlar karşılaştırılabilir.
- AG teknolojisinin eğitim sürecine başarılı şekilde entegrasyonunun nasıl yapılması gerektiği hakkında çalışmalar yapılabilir.

5. Kaynakça

- Abdüsselam, M. S. (2014). Fizik öğretiminde artırılmış gerçeklik ortamlarının kullanımlarına ilişkin öğretmen ve öğrenci görüşleri: 11.sınıf manyetizma konusu örneği. *Pegem Eğitim ve Öğretim Dergisi*, 4(1), 59–74. <http://doi.org/10.14527/pegegog.2014.004>
- Akçayır, M., Akçayır, G., Pektaş, H. M. ve Ocak, M. A. (2016). Augmented reality in science laboratories: The effects of augmented reality on university students' laboratory skills and attitudes toward science laboratories. *Computers in Human Behavior*, 57, 334–342. <http://doi.org/10.1016/j.chb.2015.12.054>
- Aktamış, H., ve Arıcı, V. A. (2013). Sanal gerçeklik programlarının astronomi konularının öğretiminde kullanılmasının akademik başarı ve kalıcılığına etkisi. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 9(2), 58–70.
- Azuma, R. (1999). The challenge of making augmented reality work outdoors. *Mixed Reality: Merging Real and Virtual Worlds*, 379–390.
- Bressler, D. M. ve Bodzin, A. M. (2013). A mixed methods assessment of students' flow experiences during a mobile augmented reality science game. *Journal of Computer Assisted Learning*, 29(6), 505–517.
- Büyüköztürk, Ş. (2007). *Sosyal Bilimler İçin Veri Analizi El Kitabı*. Ankara: PegemA Yayıncılık.
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö., E., Karadeniz, Ş. ve Demirel, F. (2008). *Bilimsel Araştırma Yöntemleri*. Ankara: Pegem Akademi.
- Cai, S., Wang, X. ve Chiang, F.-K. (2014). A case study of Augmented Reality simulation system application in a chemistry course. *Computers in Human Behavior*, 37, 31–40. <http://doi.org/10.1016/j.chb.2014.04.018>
- Chen, C. ve Wang, C.-H. (2015). Employing augmented-reality-embedded instruction to disperse the imparities of individual differences in earth science learning. *Journal of Science Education and Technology*, 24(6), 835–847.
- Cheng, K.-H. ve Tsai, C.-C. (2013). Affordances of augmented reality in science learning: Suggestions for future research. *Journal of Science Education and Technology*, 22(4), 449–462.
- Chiang, T. H. C., Yang, S. J. H. ve Hwang, G.-J. (2014). An Augmented Reality-based Mobile Learning System to Improve Students' Learning Achievements and Motivations in Natural Science Inquiry Activities. *Educational Technology ve Society*, 17(4), 352–365.
- Dede, Y. ve Yaman, S. (2008). Fen öğrenmeye yönelik motivasyon ölçeği: Geçerlik ve güvenirlik çalışması. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 2(1), 19–37.
- Delello, J. A. (2014). Insights from pre-service teachers using science-based augmented reality. *Journal of Computers in Education*, 1(4), 295–311. <http://doi.org/10.1007/s40692-014-0021-y>
- Dunleavy, M., Dede, C. ve Mitchell, R. (2009). Affordances and limitations of immersive participatory augmented reality simulations for teaching and learning. *Journal of Science Education and Technology*, 18(1), 7–22. <http://doi.org/10.1007/s10956-008-9119-1>
- Enyedy, N., Danish, J. A., Delacruz, G. ve Kumar, M. (2012). Learning physics through play in an augmented reality environment. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 7(3), 347–378.
- Furió, D., Juan, M.-C., Segui, I. ve Vivó, R. (2015). Mobile learning vs. traditional classroom lessons: a comparative study. *Journal of Computer Assisted Learning*, 31(3), 189–201.
- George, D. ve Mallery, M. (2010). *SPSS for windows step by step: A simple guide and reference*. Boston: Pearson.
- Hsiao, K.-F., Chen, N.-S. ve Huang, S.-Y. (2012). Learning while exercising for science education in augmented reality among adolescents. *Interactive Learning Environments*, 20(4), 331–349.
- Huang, T.-C., Chen, C.-C. ve Chou, Y.-W. (2016). Animating eco-education: To see, feel, and discover in an augmented reality-based experiential learning environment. *Computers ve Education*, 96, 72–82. <http://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.02.008>
- Hwang, G.-J., Wu, P.-H., Chen, C.-C. ve Tu, N.-T. (2016). Effects of an augmented reality-based educational game on students' learning achievements and attitudes in real-world observations. *Interactive Learning Environments*, 24(8), 1895–1906.
- Ibáñez, M. B., Di Serio, A., Villarán, D. ve Kloos, C. D. (2014). Experimenting with electromagnetism using augmented reality: Impact on flow student experience and educational effectiveness. *Computers ve Education*, 71, 1–13.

- Kamarainen, A. M., Metcalf, S., Grotzer, T., Browne, A., Mazzuca, D., Tutwiler, M. S. ve Dede, C. (2013). EcoMOBILE: Integrating augmented reality and probeware with environmental education field trips. *Computers ve Education*, 68, 545–556. <http://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.02.018>
- Karasar, N. (2012). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Kerawalla, L., Luckin, R., Seljeflot, S. ve Woolard, A. (2006). Making it real: exploring the potential of augmented reality for teaching primary school science. *Virtual Reality*, 10(3–4), 163–174.
- Lin, T.-J., Duh, H. B.-L., Li, N., Wang, H.-Y. ve Tsai, C.-C. (2013). An investigation of learners' collaborative knowledge construction performances and behavior patterns in an augmented reality simulation system. *Computers ve Education*, 68, 314–321.
- Matcha, W. ve Rambli, D. R. A. (2013). Exploratory study on collaborative interaction through the use of Aagmented reality in science learning. *Procedia Computer Science*, 25, 144–153. <http://doi.org/10.1016/j.procs.2013.11.018>
- Nuhoglu, H. (2008). İlköğretim Fen ve Teknoloji dersine yönelik bir tutum ölçeğinin geliştirilmesi. *İköğretim Online*, 7(3), 627–639.
- Núñez, M., Quirós, R., Núñez, I., Carda, J. B., Camahort, E., Mauri, J. L., (2008). Collaborative augmented reality for inorganic chemistry education. *International Conference Proceedings. Mathematics and Computers in Science and Engineering*, WSEAS.
- Perez-Lopez, D. ve Contero, M. (2013). Delivering educational multimedia contents through an augmented reality application: A case study on its impact on knowledge acquisition and retention. *Turkish Online Journal of Educational Technology - TOJET*, 12(4), 19–28.
- Rosenbaum, E., Klopfer, E. ve Perry, J. (2006). On location learning: Authentic applied science with networked augmented realities. *Journal of Science Education and Technology*, 16(1), 31–45. <http://doi.org/10.1007/s10956-006-9036-0>
- Shelton, B. E. ve Hedley, N. R. (2002). Using augmented reality for teaching earth-sun relationships to undergraduate geography students. *Augmented Reality Toolkit, The First IEEE International Workshop*.
- Shelton, B. E. ve Stevens, R. (2004). Using coordination classes to interpret conceptual change in astronomical thinking. *Proceedings of the 6th international conference for the learning sciences*. Lawrence Erlbaum ve Associates, Mahweh, NJ.
- Sırakaya, M. (2015). *Artırılmış gerçeklik uygulamalarının öğrencilerin akademik başarıları, kavram yanlışlıkları ve derse katılımlarına etkisi*. Yayımlanmamış doktora tezi. Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Sırakaya, M. ve Seferoğlu, S. S. (2016). Öğrenme ortamlarında yeni bir araç: Bir eğitilence uygulaması olarak artırılmış gerçeklik. (Edt: A. İşman, F. Odabaşı ve B. Akkoyunlu), *Eğitim Teknolojileri Okumaları 2016* (ss. 417–438). Adapazarı: TOJET ve Sakarya Üniversitesi.
- Singhal, S., Bagga, S., Goyal, P. ve Saxena, V. (2012). Augmented chemistry: Interactive education system. *International Journal of Computer Applications*, 49(15), 1–5.
- Solak, E. ve Cakir, R. (2015). Exploring the Effect of Materials Designed with Augmented Reality on Language Learners' Vocabulary Learning. *Journal of Educators Online*, 12(2), 50–72.
- Somyürek, S. (2014). Öğrenme sürecinde Z kuşağının dikkatini çekme: Artırılmış gerçeklik. *Eğitim Teknolojisi Kuram ve Uygulama*, 4(1), 63–80.
- Squire, K. D. ve Jan, M. (2007). Mad city mystery: Developing scientific argumentation skills with a place-based augmented reality game on handheld computers. *Journal of Science Education and Technology*, 16(1), 5–29. <http://doi.org/10.1007/s10956-006-9037-z>
- Tian, K., Endo, M., Urata, M., Mouri, K. ve Yasuda, T. (2014). Multi-viewpoint smartphone AR-based learning system for astronomical observation. *International Journal of Computer Theory and Engineering*, 6(5), 396–400. <http://doi.org/10.7763/IJCTE.2014.V6.897>
- Tuan, H. L., Chin, C. C. ve Shieh, S. H. (2005). The development of a questionnaire to measure students' motivation towards science learning. *International Journal of Science Education*, 27(6), 639–654.
- Vilkoniene, M. (2009). Influence of augmented reality technology upon pupils' knowledge about human digestive system: The results of the experiment. *Online Submission*, 6(1), 36–43.
- Wang, H.-Y., Duh, H. B.-L., Li, N., Lin, T.-J. ve Tsai, C.-C. (2014). An investigation of university students' collaborative inquiry learning behaviors in an augmented reality simulation and a traditional simulation. *Journal of Science Education and Technology*, 23(5), 682–691.
- Waterman, A. S. (2005). When effort is enjoyed: Two studies of intrinsic motivation for personally salient activities. *Motivation and Emotion*, 29(3), 165–188.
- Wolters, C. A. ve Rosenthal, H. (2000). The relation between students' motivational beliefs and their use of motivational regulation strategies. *International Journal of Educational Research*, 33(7), 801–820.
- Wu, H.-K., Lee, S. W.-Y., Chang, H.-Y. ve Liang, J.-C. (2013). Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. *Computers ve Education*, 62, 41–49. <http://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2012.10.024>
- Yen, J.-C., Tsai, C.-H. ve Wu, M. (2013). Augmented reality in the higher education: Students' science concept learning and academic achievement in astronomy. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 103, 165–173. <http://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.10.322>
- Zhang, J., Sung, Y.-T., Hou, H.-T. ve Chang, K.-E. (2014). The development and evaluation of an augmented reality-based armillary sphere for astronomical observation instruction. *Computers ve Education*, 73, 178–188. <http://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.01.003>