

Using Digital Technology-Generated Dynamic Visualization in Science Education – Perceptions of Pre-Service Science Teachers

Sakıp KAHRAMAN¹

Yaşar DEMİR²

Nazan DEMİR³

ABSTRACT. This study investigated the perceptions of pre-service science teachers who viewed digital technology-generated dynamic visualizations such as animation, short-film and documentary throughout the teaching of atmosphere-related environmental problems (global warming, acid rain etc.) and renewable energy sources (energy of sun, wind, wave etc.). The working group consisted of 103 junior pre-service science teachers enrolled at a mid-size university in the west of Turkey and only 82 of those voluntarily participated in the treatment evaluation process. In the study, descriptive research design was used. “The scale of opinion about the use of dynamic visualizations” which had been revised from the previous version was used as quantitative data collection tool in the study involving quantitative and qualitative data collection tools. In addition, “the questionnaire of opinion about the use of dynamic visualizations” consisting of open-ended questions developed by the researchers was utilized to obtain in-depth data. The quantitative data were analyzed by using descriptive statistic while the qualitative data were analyzed through content analysis. The results of the analysis indicated that the pre-service science teachers overwhelmingly support the use of dynamic visualizations and believe that they enhance their learning experiences. However, according to the pre-service science teachers, using dynamic visualization in science classroom facilitates the understanding of concepts and also provides the retention of knowledge. Furthermore, the participants claimed that the lessons conducted with the help of dynamic visualizations were interesting, enjoyable, and motivating. Moreover, it was found that there was no difference between the female and male pre-service science teachers’ perceptions regarding the treatment. The findings of the study were discussed in terms of importance of the use of dynamic visualizations in science and environmental education.

Key words: Using dynamic visualization in science classrooms, animation, video, digital technology, science education, environmental education, teacher training

SUMMARY

Purpose

Many of the activities carried out by humans to improve their own life standards have negative effects on ecosystems which are based on delicate balances in the world. More specifically, technological advancements that facilitate human life and the fossil fuels used to meet the world’s energy needs cause global environmental problems such as global warming, acid rain and ozone layer depletion. Although various attempts have recently been taken to protect the earth, a sensitive society seems to be a key factor in minimizing these problems (Erol, & Gezer, 2006; Özgen, 2012). However, researchers claimed that the level of consciousness plays an important role in the development of individuals’ environmental sensitivity (Çabuk & Karacaoğlu, 2003; Sadık, & Sarı, 2010). On the other hand, the results of the studies conducted to determine students’ awareness about environmental problems revealed that students at all levels have low level of knowledge and various misconceptions about global warming (Daniel, Stanisstreet, & Boyes, 2004; Kılınç, Stanisstreet, & Boyes, 2008; Rye, Rubba & Wiesenmayer, 1997; Shepardson, Niyogi, Choi, & Charusombat, 2009), acid rain (Dove, 1996), ozone layer depletion (Cordero, 2000; Pekel, & Özay, 2005) and greenhouse effect (Liarakou, Athanasiadis, & Gavrilakis, 2011). Furthermore, according to the results of many articles, not only students but also both pre-service and in-service teachers who have responsibility for the training of students have some misconceptions about atmosphere-related environmental problems (Arsal, 2010; Arslan, Cigdemoglu, & Moseley, 2012; Groves, & Pugh, 1999; Kahraman, Yalçın, Özkan, & Aggöl, 2008; Khalid, 2001; Michail, Stamou, & Stamou, 2006; Papadimitriou, 2004; Ratinen, 2011). Therefore, for many years, various teaching methods have been developed by researchers to eliminate students’ misconceptions and to create interesting learning environments. One of the most popular of these methods is technology-based learning involving also the use of dynamic visualizations. In other words, especially in recent years, digital technology-generated dynamic visualizations have been often used to enhance learning of students, to eliminate students’ misconceptions and to create interesting

¹ Assist. Prof. Dr., Canakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Education, kahramansakip@gmail.com

² Prof. Dr., Mugla Sitki Kocman University, Faculty of Science, yasdemir@mu.edu.tr

³ Prof. Dr., Mugla Sitki Kocman University, Faculty of Science, nazdemir@mu.edu.tr

learning environments (Barnea & Dori, 1996; Burke, Greenbowe, & Windschitl, 1998; Williamson & Abraham, 1995). But the literature analysis showed that although there are great number of studies investigating the effects of digital technology-generated dynamic visualizations used in teaching a variety of science concepts on student variables such as achievement, attitude, motivation, the number of the studies examining the effects of these type of visualizations in teaching atmosphere-related environmental problems is quite limited (Bozdogan, 2011). To fill the gap in the literature, in current study, the teaching of atmosphere-related environmental problems and renewable energy sources which play a critical role in solving these problems was performed with the support of the digital technology-generated dynamic visualizations such as animation, short-film and documentary. Therefore, this study investigated the perceptions of pre-service science teachers who viewed digital technology-generated dynamic visualizations throughout the teaching of atmosphere-related environmental problems (global warming, acid rain etc.) and renewable energy sources (energy of sun, wind, wave etc.).

Treatment

In this treatment which continued during a total of eleven lecture hours, atmosphere-related environmental problems (global warming, ozone layer depletion and acid rain) and renewable energy sources (energy of sun, wind, tidal, wave) which play a key role in minimizing these environmental problems were taught by using PowerPoint presentations. Simultaneously, digital technology-generated dynamic visualizations such as animation and short-film were used as supporting tool in the relevant sections. Additionally, a documentary (running time 120 minutes) which shows the diversity of life on earth and how humanity is threatening the ecological balance of the planet was shown to the participants after the teaching of the relevant topics. While the dynamic visualizations were presented to the pre-service science teachers, the split-attention principle alleged by Mayer (1997) was taken into account to prevent overload on the visual working memory.

Method

In this study, descriptive research design which describes simply achievement, attitude, behaviors, or other characteristics of a group of subjects was used (McMillan & Schumacher, 2006, p. 215). In this treatment performed on 103 third grade pre-service science teachers enrolled at a mid-size university in the west of Turkey, only 82 of those were voluntarily participated in the treatment evaluation process. Of these participants, 65 (79.3%) were female and 17 (20.7%) were male. The data of the study were gathered using mixed methods including both quantitative and qualitative data collection tools. "The scale of opinion about the use of dynamic visualizations" that had been prepared in the light of the scale used in a study conducted by Dasdemir (2006) was used to collect the quantitative data. Also, "the questionnaire of opinion about the use of dynamic visualizations" including four open-ended questions developed by the researchers was utilized to obtain more detailed and in-depth information about effectiveness of these type of visualizations used in the classroom. The quantitative data were analyzed by using descriptive analysis and the results were presented as frequency and percentage. In addition, the scores given by the pre-service science teachers were separately calculated for females and males, and then t-test was performed to determine whether there is a statistically significant difference between females' and males' opinions regarding the treatment. The qualitative data were analyzed through content analysis. During the content analysis, the combination of manifest (obvious) and latent (hidden) content coding was used to provide a more reliable and valid analysis. In the analysis process, the pre-service science teachers' written responses for each question were categorized based on the meaning of content and, the results were given as frequency and percentage.

Results

The data that had been collected through the quantitative data gathering tool consisting of four categories were analyzed descriptively and the results of the analysis were presented as frequency and percentage. In the first category, the pre-service science teachers were asked to assess (on 6 points scale) the effects of the treatment on their own learning. When the scores given for this category were analyzed, it was seen that the mean for females was 5.62 and for males was 5.53. In the second

category, the participants were asked to evaluate (on 6 points scale) the effect of the treatment in attracting their attention to the topics presented in the classroom. When the responses of the participants were analyzed, the means for females and males were found to be 5.57 and 5.59, respectively. In the third category, the pre-service science teachers were asked to assess (on 6 points scale) the effect of the treatment in enhancing their environmental sensitivity. When the responses were analyzed, it was found that the means for females and males were 5.62 and 5.35, respectively. In the last category, the pre-service teachers were asked to evaluate (on 7 points scale) the treatment according to some certain criteria. The responses given by the participants for each criteria were calculated separately for females and males and the results revealed that the means of both gender groups were rather high and similar. More clearly, the mean for females was 6.31, while the mean for the males was 6.39. However, the results of the statistical analysis performed to determine whether there is a statistically significant difference between female and male pre-service science teachers' opinions regarding the lessons performed with the support of the dynamic visualizations indicated that there was no statistically significant difference between the means of females and males ($p > .05$).

In the qualitative data collection tool including four open-ended questions, first, the pre-service science teachers were asked to explain why the dynamic visualizations were effective on their learning (if they were effective). The participant responses were analyzed through content analysis and it was found that the majority of the participants have quite positive perceptions about science courses conducted with the support of the digital technology-generated dynamic visualizations. More clearly, 79.3% of the pre-service science teachers believe that the visualizations helped them to retain the knowledge longer, while 40.2 percent of them think that the lessons conducted with the help of the dynamic visualizations were interesting. However, 23.2% of the participants believe that the dynamic visualizations led to better learning. Moreover, 14.6 percent of the participants think that the dynamic visualizations helped to make the concepts easier to grasp. Furthermore, according to 9.8 percent of the pre-service science teachers, the dynamic visualizations helped to make the abstract concepts concentrate.

In the second question, the pre-service science teachers were asked to explain why the dynamic visualizations attracted their attention to the topics (if they attracted). When the participant responses were analyzed, it was seen that the majority of them reported that the dynamic visualizations were quite effective in attracting their attention to the topics presented. According to the results of the analysis, 23.2 percent of the respondents believe that the lessons conducted with the aid of the dynamic visualizations were more effective than traditional lessons. However, 15.9 and 14.6 percent of the pre-service science teachers claimed that the courses with dynamic visualizations were enjoyable and interesting, respectively. Furthermore, 7.3 percent of the pre-service science teachers defend that the dynamic visualizations attracted their attention as they created a realistic learning environment.

In the third question, the pre-service science teachers were asked to explain why the dynamic visualizations enhanced their environmental sensitivity (If they enhanced). When the responses given by the participants for this question were analyzed it was seen that their environmental sensitivity changed in a positive way. According to the results of the analysis, 32.9 percent of the pre-service science teachers reported that their awareness improved as a result of dynamic visualizations that present detailed information about environmental subjects in a realistic environment and that therefore their environmental sensitivity increased. However, 15.9 percent of the pre-service science teachers stated that the dynamic visualizations shown in the classroom urged them to realize the seriousness of environmental problems.

In the last question, the pre-service science teachers were asked to indicate whether the courses conducted with the aid of the technology-generated dynamic visualizations have any disadvantages. According to the results of the analysis, 75.6 percent of the participants believe that the courses conducted with the support of these type visualizations have no disadvantage. On the other hand, 12.2 percent of the pre-service science teachers claimed that the use of dynamic visualizations with long duration may be boring.

Discussion and Conclusions

The results of the study indicated that the pre-service science teachers overwhelmingly support the use of dynamic visualizations and believe that they enhance their learning experiences. According

to the participants, dynamic visualizations facilitate learning process, help make concepts clear and provide better understanding of content. All of these findings are supported by previous works searching to quantify the benefits of visualizations in relation to student learning (Kelly, & Jones, 2007; Marbach-Ad, Rotbain, & Stavy, 2008; McGregor, Griffeth, Wheat, & Byrd, 2004; Talib, Matthews, & Secombe, 2005). Moreover, the majority of the pre-service science teachers believe that the dynamic visualizations helped them retain knowledge which they acquire. Similarly, in a study conducted by McGregor, Griffeth, Wheat, & Byrd, (2004), 94.9 percent of the students believed that animations used in the classroom helped them retain information longer. Also, the results of the some empirical studies investigating the effect of visualizations on retention of knowledge showed that they were rather successful in retaining knowledge (Pilli, 2008; Williams, & Zahed, 1996). According to the principle of dual coding theory introduced by Paivio (1971) which is used often to explain the retention of knowledge, information is retained in long-term memory in two forms: visual and verbal. This theory claims that information represented both visually and verbally is recalled better than information represented only one way. In other words, the information presented as both visually and verbally is retained longer in the memory.

Although the effect of visualizations on learning is still controversial (Kim, Yoon, Whang, Tversky, & Morrison, 2007), one of the main reasons for the growing popularity of them seems to be the belief that visualizations are more interesting, aesthetically appealing, and therefore more motivating (Cook, 2006; Kim, Yoon, Whang, Tversky, & Morrison, 2007; McGregor, Griffeth, Wheat, & Byrd, 2004; Rieber, 1990; Tversky, Morrison, & Betrancourt, 2002). This assertion was also confirmed by some student statements in the current study. In other words, some pre-service science teachers in this study mentioned that the courses with dynamic visualizations were interesting, enjoyable and extraordinary. The similar findings were also observed in the study of Rotbain, Marbach-Ad, & Stavy (2008).

Although environmental sensitivity has a critical role in minimizing atmosphere-related environmental problems, the findings from the literature showed that students have low level of environmental sensitivity (Atasoy, & Ertürk, 2008; Çabuk, & Karacaoğlu, 2003; Özgen, & Kahyaoğlu, 2011). Therefore, it is very important to find out a promising technique for increasing learners' environmental sensitivity. In the present study, various dynamic visualizations – consisting of animation, short-film and documentary – were shown to the pre-service science teachers for this purpose and, the feedbacks obtained from them at the end of the treatment were quite positive. In other words, while some pre-service science teachers stated that the dynamic visualizations had helped them enhance their awareness on environmental subjects, some of them reported that they had urged them to realize the seriousness of environmental problems. Finally, it can be concluded that the use of dynamic visualizations may be an effective technique in developing environmental sensitivity on students because they create a more realistic learning environment than traditional textbooks.

Over the past twenty years, many researchers reported that digital technology-generated dynamic visualizations have positive effects on students' achievement, attitude and motivation (Barak, Ashkar, & Dori, 2011; Kelly, & Jones, 2007; Spotts, & Dwyer, 1996; Tüysüz, 2010; Velazquez-Marcano, Williamson, Ashkenazi, Tasker, & Williamson, 2004; Williamson, & Abraham, 1995). Therefore, in the light of findings from the current study and previous researches, it can be concluded that the use of digital technology-generated dynamic visualizations in science classrooms should be increased to enhance the understanding of students, to provide a different, motivating and enjoyable learning environment, to create a concrete and more realistic learning experience and to retain the information longer in the memory.

Limitations

This study is limited with pre-service science teachers' opinions regarding the use of digital technology-generated dynamic visualizations in science education. Therefore, future studies may investigate the effects of dynamic visualizations on variables such as achievement, attitude and motivation through experimental research methods. In addition, the findings of the research conducted on a small sample may be supported by studies that will be performed on a larger sample.

Fen Eğitiminde Dijital Teknoloji Ürünü Dinamik Görsel Kullanımı – Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Algıları

Sakıp KAHRAMAN¹

Yaşar DEMİR²

Nazan DEMİR³

ÖZ. Bu çalışmanın amacı, atmosfer ile ilgili çevre problemleri (küresel ısınma, asit yağmurları ve ozon tabakası delinmesi) ve bu problemlerin çözümünde kritik bir role sahip olan yenilenebilir enerji kaynaklarının öğretimi boyunca animasyon, kısa film ve belgesel gibi dijital teknoloji ürünü dinamik görselleri gözlemleyen fen bilgisi öğretmen adaylarının süreç ile ilgili algılarını belirlemektir. Bu temel amaçtan hareketle araştırmanın çalışma grubu, Türkiye'nin batısında bulunan orta büyüklükteki bir üniversitede öğrenim gören 103 üçüncü sınıf Fen Bilgisi Öğretmeni adayı olarak belirlenmiştir. Uygulama sonrası değerlendirme sürecine gönüllü olarak katılan 82 öğretmen adayının süreç ile ilgili görüşleri alınmıştır. Bu çalışmada betimsel araştırma deseni kullanılmıştır. Hem nicel hem de nitel veri toplama araçlarını bünyesinde barındıran bu çalışmada literatürden elde edilerek revize edilen “Dinamik Görsellerin Kullanımı Hakkında Görüş Ölçeği” nicel veri toplama aracı olarak, araştırmacılar tarafından geliştirilen ve açık uçlu sorulardan oluşan “Dinamik Görsellerin Kullanımı Hakkında Görüş Anketi” de daha derinlemesine bilgi toplamak için nitel veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. Ölçekten elde edilen nicel veriler betimsel olarak analiz edilmiş ve sonuçlar frekans ve yüzde değeri olarak sunulmuştur. Anketten elde edilen nitel veriler ise içerik analizine tabi tutulmuştur. Çalışmanın sonuçları, fen bilgisi öğretmen adaylarının dinamik görsel kullanımını şiddetle desteklediklerini ve daha iyi öğrenmelerini sağladığına inandıklarını ortaya koymuştur. Aynı zamanda, fen bilgisi öğretmen adaylarının dinamik görseller ile yürütülen dersleri dikkat çekici, öğretici, motive edici, zevkli, somutlaştırıcı, kalıcı ve anlaşılır olarak nitelendirdikleri tespit edilmiştir. Ayrıca, kız ve erkek öğretmen adaylarının dinamik görseller ile yürütülen derslere yönelik düşüncelerinin birbirleriyle benzerlik taşıdığı sonucuna da ulaşılmıştır. Araştırmanın bulguları, fen ve çevre eğitiminde dinamik görsellerin yeri ve önemi açısından tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Fen sınıflarında dinamik görsel kullanımı, animasyon, video, dijital teknoloji, fen eğitimi, çevre eğitimi, öğretmen eğitimi

GİRİŞ

İnsanoğlunun yaşam standartlarını yükseltmek adına gerçekleştirdiği aktivitelerin birçoğu dünyadaki hassas dengeler üzerine kurulu ekosistemlerin olumsuz yönde etkilenmesine sebep olmaktadır. Başka bir ifadeyle, insan hayatını kolaylaştıran teknolojik gelişmeler ve insanoğlunun ihtiyaç duyduğu enerjiyi karşılamak için kullandığı fosil yakıtlar küresel ısınma, asit yağmurları ve ozon tabakasındaki delinme gibi atmosfer ile ilgili bir takım küresel çevre sorunlarını da beraberinde getirmektedir. Bu çevre problemlerinin gün geçtikçe artış göstermesi, bilim dünyasını da çözüm arayışlarına yöneltmiştir. Bu konuda çeşitli çözüm önerileri ileri sürülmekle birlikte, araştırmacılar tarafından çevre bilincine sahip bireylerin yetiştirilmesinin çevre sorunlarının çözüme kavuşmasında kritik bir öneme sahip olduğuna vurgu yapılmaktadır (Erol ve Gezer, 2006; Özgen, 2012). Ancak gerek ulusal gerekse uluslararası düzeyde eğitimin hemen hemen her seviyesinde yürütülen araştırmalar, öğrencilerin küresel ısınma (Daniel, Stanisstreet ve Boyes, 2004; Kılınç, Stanisstreet ve Boyes, 2008; Rye, Rubba ve Wiesenmayer, 1997; Shepardson, Niyogi, Choi ve Charusombat, 2009), asit yağmurları (Dove, 1996), ozon tabakasındaki delinme (Cordero, 2000; Pekel ve Özyay, 2005) ve sera etkisi (Liarakou, Athanasiadis ve Gavrilakis, 2011) ile ilgili çeşitli kavram yanlışlarına sahip olduklarını göstermektedir. Hatta çevre bilincine sahip bireylerin yetiştirilmesinde önemli görevler üstlenen öğretmenlerin ve öğretmen olma yolunda ilerleyen öğretmen adaylarının da sözü edilen konulara ilişkin çeşitli kavram yanlışlarına sahip oldukları yapılan çalışmalarda rapor edilmektedir (Arsal, 2010; Arslan, Cigdemoglu ve Moseley, 2012; Groves ve Pugh, 1999; Kahraman, Yalçın, Özkan ve Aggöl, 2008; Khalid, 2001; Michail, Stamou ve Stamou, 2006; Papadimitriou, 2004; Ratinen, 2011).

¹ Yrd. Doç. Dr., Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, kahramansakip@gmail.com

² Prof. Dr., Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Fakültesi, yasdemi@mu.edu.tr

³ Prof. Dr., Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Fakültesi, nazdemir@mu.edu.tr

Kavramlar, madde, ağırlık, ısı, hayvan ve obje gibi kabaca basit bir kelimeye karşılık gelen zihinsel sunum birimleridir (Carey, 2000). Başka bir ifadeyle, kavramlar etrafımızdaki dünyayı açıklayabilmek için kullandığımız düşünce yapılarıdır. İnsanlar çevrelerinde gözlemledikleri olayları kendi bilgi ve sezgilerine dayanarak yorumlamaya çalışmakta ve bu olaylara ilişkin zihinsel modeller geliştirmektedirler (Canpolat ve Pınarbaşı, 2011; Khalid, 2001). Ancak geliştirilen bu zihinsel modeller her zaman bilim camiası tarafından kabul gören bilimsel doğrularla tutarlı olmayabilir (Canpolat, Pınarbaşı, Bayrakçıken ve Geban, 2004; Khalid, 2001). Bilim adamları tarafından kabul edilen bilimsel gerçeklere aykırı bir şekilde gelişen bu yanlış düşünceler genellikle kavram yanılgısı veya alternatif kavramlar olarak adlandırılmaktadır (Barnea ve Dori, 1996; Fisher, 1985; Nakhleh, 1992; Schmidt, 1997). Kavram yanılgılarının oluşumunda fiziksel çevre ve sosyal ortam (aile, arkadaş veya medya) etkili olabileceği gibi (Özmen, 2004) formal eğitimin de bir etken olabileceği belirtilmektedir (Guzzetti, Snyder, Glass ve Gamas, 1993). Bu nedenle, fen eğitiminde kavramsal düzeyde öğrenmenin gerçekleştirilmesine ve öğrencilerde eskiden beri süregelen kavram yanılgılarının ortadan kaldırılarak bilim otoriteleri tarafından kabul gören gerçeklerle uyumlu anlayışların oluşturulmasına yönelik olarak kavram haritaları (Wallace ve Mintzes, 1990), kavramsal değişim metinleri (Tekkaya, 2003; Köse, Kaya, Gezer ve Kara, 2011), somut modellerin kullanımı (Dori ve Barak, 2001) gibi çeşitli öğretim yöntemleri ileri sürülmüştür. Bu yöntemlerden biri de, teknolojiye yaşanan ilerlemelerin bir neticesi olarak son dönemde oldukça popüler olan animasyon ve video gibi dijital teknoloji ürünü dinamik görsellerin kullanımını da içeren teknoloji destekli öğretim yöntemidir.

Son dönemde teknolojiye yaşanan hızlı gelişmeler, okul duvarları içerisine nüfuz eden bilgisayarların özellikle fen sınıflarında daha yoğun bir şekilde kullanılmasına neden olmuştur. Soyut olayların ağırlıkta olduğu fen derslerinde somut bir öğrenme ortamı oluşturularak öğrencilerin kavram yanılgılarının giderilmesinde (Burke, Greenbowe ve Windschitl, 1998), akademik başarılarının artırılmasında (Williamson ve Abraham, 1995) ve geleneksel sınıf ortamının sıkıcı atmosferini ortadan kaldırarak daha eğlenceli bir öğrenme ortamının oluşturulmasında (Barnea ve Dori, 1996; 1999) bilgisayar teknolojisinin sunmuş olduğu imkânlardan sıklıkla yararlanılmaktadır. Bu bağlamda sık sık kullanılan bilgisayar ürünü dinamik görsellerden biri animasyonlardır. Çizilmiş objelerin hareketini tasvir eden simule edilmiş bir sinema filmi olarak tanımlanan animasyonların (Mayer ve Moreneo, 2002) eğitimde dikkat çekme, motivasyonu sağlama, ekstra bilgi sunma ve kompleks olayları sadeleştirme gibi farklı amaçlara hizmet edebileceğinden bahsedilmektedir (Weiss, Knowlton ve Morrison, 2002). Örneğin, Barak, Ashkar ve Dori (2011) tarafından yapılan bir çalışmada, animasyon kullanılan gruptaki öğrencilerin fen öğrenmeye karşı motivasyonlarının sadece ders kitabı ve durağan resimlerin kullanıldığı gruptaki öğrencilere kıyasla daha fazla geliştiği belirlenmiştir. Benzer şekilde, anime edilmiş yani hareket kazandırılmış öğrenme materyallerinin eşdeğer nitelikteki durağan öğrenme materyallerinden daha yararlı olduğu ifade edilmektedir (Spotts ve Dwyer, 1996; Taylor, Duffy ve Hughes, 2007). Ayrıca, dinamik süreçlerin bir animasyonla durağan bir resme oranla daha iyi sunulabileceği (Vermaat, Kramers-Pals ve Schank, 2003), öğrenme sürecinde animasyonun statik sıralı resimlerin kullanımından daha etkili olduğu (O'Day, 2006) ve seslendirilmiş animasyonların, seslendirmesi yapılmamış animasyonlara göre daha yararlı olduğu belirtilmektedir (Lowe, 2003; Mayer ve Moreno, 2002; Mayer ve Anderson, 1992; Sweller, 1994). Bu iddialara paralel olarak, Ardac ve Akaygun (2005) tarafından yürütülen bir çalışmada, dinamik görsellerin kullanıldığı gruptaki öğrencilerin statik görsellerin kullanıldığı gruptaki öğrencilere kıyasla daha iyi performans sergiledikleri tespit edilmiştir. Benzer şekilde literatürde, animasyonların fen eğitiminde etkili bir şekilde kullanılabileceğini gösteren çok sayıda çalışma yer almaktadır (Burke, Greenbowe ve Windschitl, 1998; Kelly ve Jones, 2007; Marbach-Ad, Rotbain ve Stavy, 2008; Williamson ve Abraham, 1995). Bununla birlikte, fen eğitiminde kullanılan dijital teknoloji ürünü dinamik görsellerden bir diğeri ise, gerçek objelerin hareketini tasvir eden bir sinema filmi olarak tanımlanan videolardır (Mayer ve Moreno, 2002). Pekdağ ve Le Maréchal (2010)'e göre kimya filmlerinin eğitim ortamında kullanımı öğrencilere çeşitli avantajlar sağlamaktadır. Örneğin, öğrenci merkezli öğrenme anlayışının benimsendiği günümüz eğitim sisteminde, eğitsel filmlerin kullanımının öğrencilere birlikte çalışmaları için uygun ortamlar sağlamada oldukça etkili olduğu belirtilmektedir (Pekdağ ve Le Maréchal, 2010). Ayrıca sınıf ortamında filmlerin kullanılmasının işlenecek konunun

öğretilmesinde öğretmene kolaylık sağlayacağı ve transfer edilmek istenilen kavramın zihinde inşa edilmesinde ise öğrenciye yardımcı olacağı belirtilmektedir (Pekdağ ve Le Maréchal, 2007a). Örneğin, Harwood ve McMahon (1997) tarafından “*World of Chemistry*” video serisi ile gerçekleştirilen deneysel bir uygulamada, video kullanımının öğrencilerin başarıları ve tutumları üzerinde etkileri incelenmiştir. Kontrol ve deney gruplu yürütülen bu çalışmada, her iki grubun da son test puanlarında artış gözlemlendiği ancak “*World of Chemistry*” video serisinin kullanıldığı deney grubundaki öğrencilerin başarıları ve tutumlarının kontrol grubundaki öğrencilere kıyasla anlamlı düzeyde yüksek olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Literatürde videoların kimya eğitiminde etkili bir şekilde kullanılabileceğini ortaya koyan başka çalışmalar da bulunmaktadır (Goll ve Woods, 1999).

Atmosfer ile ilgili küresel çevre problemlerinin (küresel ısınma, asit yağmurları, ozon tabakasının delinmesi) çözümüne giden yolda öğrencilerde doğru anlayışların geliştirilmesi oldukça önemli olmakla birlikte tek başına yeterli değildir. Aynı zamanda öğrencilerde çevre sorunlarının ciddiyetinin kavranmasını sağlayacak farkındalığın meydana getirilmesi, çevre sorunlarına karşı olumlu tutumların geliştirilmesi ve bu tür problemlerin çözümü için kavramsal düzeyde öğrenilen bilgilerin günlük hayata entegrasyonunu sağlayacak duyarlılığın oluşturulması, küresel çevre sorunlarının çözüme kavuşmasında ve doğal kaynaklar ile ekosistemlerin sürdürülebilirliğinin sağlanmasında ayrı bir öneme sahiptir. Bununla birlikte araştırmacılar, bireylerde çevre duyarlılığının geliştirilmesinin ise, bilinç düzeyinin artırılmasıyla mümkün olabileceğini ifade etmektedir (Çabuk ve Karacaoğlu, 2003; Sadık ve Sarı, 2010). Başka bir ifadeyle, çevre sorunlarına karşı duyarlılık ile çevre bilinç düzeyi arasında pozitif bir ilişki olduğu düşünülmektedir. Bu nedenle, hem çevre bilinci kazandıracak hem de çevre duyarlılığının oluşmasına yardımcı olacak öğrenme ortamlarının dizayn edilmesi ve geliştirilen bu ortamların öğrenme sürecine entegre edilmesi doğal çevrenin sürdürülebilirliğinin sağlanması açısından büyük önem taşımaktadır.

Animasyon tabanlı öğrenme ortamlarının öğrencilerin bilgi transferi ve fen ve teknoloji öğrenmeye karşı motivasyonları üzerindeki etkilerini inceleyen Rosen (2009), bu yöntemin öğrencilerin motivasyonları üzerinde pozitif etkileri olduğu sonucuna ulaşmıştır. Benzer bulgular Barak, Askhar ve Dori (2011) tarafından yürütülen deneysel bir çalışmada da rapor edilmiştir. Aynı şekilde, kimyasal bağlar konusunun öğretiminde deney grubunda üç boyutlu animasyonları da içeren bilgisayar destekli öğretim yöntemini, kontrol grubunda ise öğretmen merkezli geleneksel öğretim yöntemini kullanan Özmen (2008), grupların tutum ön testleri arasında anlamlı bir fark olmadığını ancak tutum son testlerinde meydana gelen artışın deney grubu lehine anlamlı düzeyde yüksek olduğunu tespit etmiştir. Lise düzeyinde moleküler biyolojiyi öğretmek için bilgisayar animasyonlarından yararlanan Rotbain ve çalışma arkadaşları (2008) uygulama sonrası, araştırmaya katılan öğrencilerin uygulanan yöntemi heyecan verici, ilginç ve farklı olarak nitelendiklerini rapor etmişlerdir. Literatürde çeşitli fen konularının öğretiminde kullanılan dijital teknoloji ürünü dinamik görsellerin motivasyon ve tutum gibi değişkenler üzerindeki etkilerini tespit etmeye yönelik gerçekleştirilmiş çok sayıda çalışma bulunmasına rağmen atmosfer ile ilgili çevre problemlerinin öğretiminde bu tür materyallerin etkilerini inceleyen araştırmaların (Bozdoğan, 2011) sınırlı sayıda oluşu dikkat çekmektedir. Aynı zamanda literatürde yenilenebilir enerji kaynaklarının öğretiminde ve çevre sorunlarına karşı duyarlılık oluşturma konusunda dijital teknoloji ürünü dinamik görsellerin etkisini belirlemeye yönelik bir çalışmaya rastlanamamıştır. Literatürdeki bu boşluğu doldurmak adına mevcut çalışmada, atmosfer ile ilgili çevre problemleri ve bu problemlerin çözüme kavuşmasında anahtar rol oynayan yenilenebilir enerji kaynaklarının öğretimi boyunca kullanılan dijital teknoloji ürünü dinamik görselleri gözlemleyen fen bilgisi öğretmen adaylarının süreç ile ilgili algıları tespit edilmeye çalışılmıştır. Aynı zamanda dinamik görseller ile yürütülen derslere karşı kız ve erkek öğretmen adaylarının bakış açıları arasındaki farklılıkların belirlenmesi de mevcut çalışmanın bir diğer hedefini oluşturmaktadır.

YÖNTEM

Araştırma Modeli

Bu araştırmada bir topluluğun başarı, tutum, davranış veya diğer karakteristiklerini basitçe tanımlayan bir araştırma tipi olan betimsel araştırma deseni kullanılmıştır (McMillan & Schumacher, 2006, p. 215) ve dijital teknoloji ürünü dinamik görsellerin desteğiyle yürütülen dersler hakkında fen bilgisi öğretmen adaylarının algılarının belirlenmeye çalışıldığı bu çalışmanın verileri, nicel ve nitel araştırma yaklaşımlarının kombinasyonu kullanılarak toplanmıştır. Nicel yaklaşımlar, olgu ve olayları nesnelleştirerek gözlemlenebilir, ölçülebilir ve sayısal olarak ifade edilebilir bir şekilde ortaya koyan araştırma türleridir. Nitel araştırmalar ise, gözlem, görüşme ve doküman inceleme gibi nitel veri toplama yöntemlerinin kullanıldığı, algıların ve olayların doğal ortamda gerçekçi ve bütüncül bir biçimde ortaya konmasına yönelik nitel bir sürecin izlendiği nitel araştırma yaklaşımı olarak tanımlanmaktadır (Yıldırım ve Şimşek, 2006, p. 39).

Çalışma Grubu

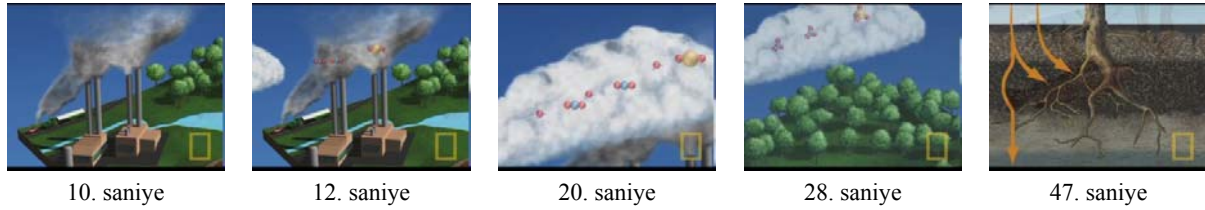
Araştırmanın çalışma grubunu Türkiye'nin batısında yer alan orta büyüklükteki bir üniversitede öğrenim gören 103 üçüncü sınıf Fen Bilgisi Öğretmeni adayı oluşturmaktadır. Ancak, uygulamaya dahil olan öğretmen adaylarından sadece 82'si uygulamayı değerlendirme sürecine gönüllü olarak katılmıştır. Değerlendirmeye katılan fen bilgisi öğretmen adaylarının 65'i (%79,3) kız, 17'si (%20,7) ise erkektir.

Uygulama

Bu araştırma dizayn edilirken geleneksel sınıf atmosferinden farklı olarak öğrenenlerin birden fazla duyusunu harekete geçirecek gerçeğe yakın bir öğrenme ortamının oluşturulmasıyla kavramsal düzeyde öğrenmenin sağlanarak ve öğrencilerin derse karşı ilgilerinin artırılarak akademik başarılarının yükseltilebileceği ve çevreye karşı duyarlılıklarının geliştirilebileceği varsayımlarından yola çıkılmıştır. Bu nedenle bu varsayımlara dayanılarak dizayn edilen bu uygulamada, atmosfer ile ilgili çevre problemleri (asit yağmurları, sera etkisi, küresel ısınma ve ozon tabakası delinmesi) ve bu problemlerin çözüme kavuşmasında büyük rol oynayan yenilenebilir enerji kaynaklarının (güneş, rüzgâr, dalga, gelgit enerjisi) öğretimi dijital teknoloji ürünü dinamik görsellerin desteğiyle gerçekleştirilmiştir. Toplam onbir ders saati boyunca süren bu uygulamada konuların öğretimi için, yer yer resimlerin entegre edildiği ve içeriğin yazılı olarak sunulduğu Microsoft PowerPoint programı kullanılmış ve eş zamanlı olarak ilgili kısımlarda animasyon ve kısa film gibi video gösterimleri yapılmıştır. Hareketli görsellerin sınıftaki gösterimleri, Mayer (1997) tarafından ileri sürülen bölünmüş-dikkat prensibi (*split-attention principle*) dikkate alınarak gerçekleştirilmiştir. Bu prensip, görsel ve sözel hafızaların kapasitelerinin sınırlı olduğunu ve bu nedenle içeriğin görsel üzerinde yazılı olarak değil de işitsel olarak aktarılması gerektiğini savunmaktadır. Yani bu prensipte, transfer edilmek istenen bilginin, gösterimi yapılan materyalin (animasyon vb.) üzerinde yazılı olarak aktarılması halinde görsel hafızanın aşırı yüklenebileceği ve bu sebeple izlenen materyaldeki önemli noktaların kaçırılabilmesi ifade edilmektedir. Bu nedenle bu çalışma kapsamında kullanılan materyallerin gösterimi yapılırken konu ile ilgili sürecin açıklaması eğitimci tarafından sesli olarak gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, gereken noktalarda izlenen videolar durdurulmuş ve gerekli açıklamalar yapıldıktan sonra tekrar izlenmeye devam edilmiştir. Ancak bu süreçte internetten ücretsiz olarak erişim sağlanarak elde edilen videolardan bazılarının içine yazılı olarak İngilizce açıklamaların yerleştirildiği tespit edilmiş ve bu durumun bölünmüş-dikkat prensibini ihlal edebileceği ve farklı bir dil olması sebebiyle öğrencilerin dikkatlerinin toplanmasında bir tehdit unsuru oluşturabileceği gerekçeleriyle bu tarz görsellerin çok gerekmedikçe kullanılmamasına özen gösterilmeye çalışılmıştır. Ayrıca, bazıları konuların kavramsal düzeyde öğretimine yönelik olarak geliştirilmiş, bazıları ise bireylerde çevre problemlerine karşı duyarlılık oluşturmaya yardımcı olacak şekilde dizayn edilmiş olan görsel materyallere internetten ücretsiz olarak erişim sağlanmıştır. Aşağıda asit yağmurları ile

ilgili 77 saniyelik bir videodan farklı zaman dilimlerinde yakalanan bazı kareler örnek olarak verilmiştir (Şekil 1).

Şekil 1. Asit yağmurları ile ilgili videodan farklı zaman dilimlerinde yakalanan kareler



Konuların anlatımının tamamlanmasının ardından, dünyadaki yaşam çeşitliliği ile gezegendeki ekolojik dengenin insanoğlu tarafından nasıl tehdit edildiğini konu alan ve ekolojik dengenin sürdürülebilirliğinin sağlanması için gereken çözüm önerilerinden bahseden 120 dakikalık videonun gösterimi yapılmıştır. Altyazı opsiyonuna da sahip olan belgeselin gösterimi esnasında bölünmüş-dikkat prensibini ihlal etmemek için aktarılmak istenilen bilgi, altyazı seçeneği pasif duruma getirilerek sadece sesli olarak izleyiciye sunulmuştur.

Veri Toplama Aracı

Çalışmada, nicel ve nitel olmak üzere iki farklı veri toplama aracı kullanılmıştır. Nicel verilerin elde edilmesinde, iki kategoriden oluşan ve öğrencilerin ders anlatımında kullanılan animasyonlar hakkındaki görüşlerini ortaya çıkarmak için Daşdemir (2006) tarafından yürütülen bir çalışmada kullanılan “Animasyon Görüş Ölçeği”nden yararlanılmıştır. Ancak mevcut çalışmada animasyonların dışında kısa film ve belgesel gibi diğer dinamik görseller de kullanıldığından dolayı içeriği revize edilen ölçeğin başlığı da “*Dinamik Görsellerin Kullanımı Hakkında Görüş Ölçeği*” şeklinde değiştirilmiştir. İki kategoriden oluşan ve ilk kategorisinde öğrencilerden, kullanılan görsellerin dersi anlamada ne derece faydalı olduğunu değerlendirmeleri istenen orijinal ölçeğe uzman görüşleri ışığında iki kategori daha eklenmiştir. Bu yeni eklenen kategorilerde katılımcılardan derste kullanılan dinamik görsellerin “derse karşı ilgi çekmede” ve “çevre sorunlarına karşı duyarlılık oluşturmada” ne derece etkili olduklarını altı puan (6= Çok iyi; 5= İyi; 4= Orta; 3= Az; 2= Çok az; 1= Hiç) üzerinden değerlendirmeleri istenmiştir.

Öğrencilerden animasyonlarla yürütülen dersleri belirli kriterlere (faydalı, öğretici, zevkli, yaratıcı, bilgi verici, teşvik edici ve kötü) göre değerlendirmeleri istenen orijinal ölçeğin ikinci kategorisindeki bu kriterlerin bazıları, literatürdeki dinamik görsel kullanımının öğrencilerin bilişsel ve duyuşsal özellikleri üzerindeki etkilerini araştıran çalışmaların bulgularındaki öğrenci ifadelerinden yararlanılarak uzman görüşleri ışığında değiştirilmiş ve katılımcılardan kullanılan dinamik görselleri revize edilen bu kriterlere (dikkat çekici, öğretici, motive edici, zevkli, somutlaştırıcı, anlaşılır ve kalıcı) göre yedi puan üzerinden değerlendirmeleri istenmiştir.

Revize edilerek son hali verilen ölçek dört kategoriden oluşmaktadır ve ölçeğin ilk üç kategorisinde katılımcılardan, uygulanan yöntemi sırasıyla “*öğrenmeye katkı*”, “*derse karşı ilgiye katkı*” ve “*duyarlılık oluşturmaya katkı*” kategorilerine göre altı puan üzerinden değerlendirmeleri istenmiştir. Dördüncü kategoride ise öğrencilerden uygulanan yöntemi, daha önce belirlenen yedi kritere (*dikkat çekici, öğretici, motive edici, zevkli, somutlaştırıcı, anlaşılır ve kalıcı*) göre yedi puan üzerinden değerlendirmeleri talep edilmiştir.

Ayrıca nicel verilerden elde edilen bulguların nedenlerini ortaya çıkarabilmek için fen bilgisi öğretmen adaylarının uygulanan yöntem hakkındaki görüşlerini daha detaylı ve derinlemesine incelemek adına araştırmacılar tarafından geliştirilen, dört adet açık uçlu sorudan oluşan ve geçerliği üç alan uzmanı tarafından incelenerek sağlanan “*Dinamik Görsellerin Kullanımı Hakkında Görüş Anketi*” nitel veri toplama aracı olarak araştırmada yerini almıştır. Nitel veri toplama aracında, araştırmaya katılan fen bilgisi öğretmen adaylarından uygulanan yöntemin “*dersi anlamada*”, “*derse karşı ilgilerini çekmede*” ve “*çevre sorunlarına karşı duyarlılıklarını arttırmada*” başarılı olup

olmadığını nedenleri ile birlikte açıklamaları istenmiştir. Anketteki son soruda ise, atmosfer ile ilgili çevre problemleri ve yenilenebilir enerji kaynaklarının öğretiminde dinamik görsel kullanımının herhangi bir dezavantajı olup olmadığı sorulmuş ve katılımcılardan cevaplarını nedenleri ile birlikte yazmaları istenmiştir.

Verilerin Analizi

Çalışmada elde edilen veriler nicel ve nitel olmak üzere iki farklı boyuttan oluşmaktadır. Öncelikle nicel veriler betimsel olarak analiz edilmiş ve elde edilen bulgular her iki cinsiyet için ayrı ayrı frekans ve yüzde değeri olarak verilmiştir. Ayrıca, uygulanan yöntemi bazı kriterlere göre değerlendirmeleri istenen fen bilgisi öğretmen adaylarının nicel veri toplama aracının dördüncü kısmına verdiği puanlar kız ve erkek öğretmen adayları için ayrı ayrı hesaplanmış ve uygulanan yonteme olan bakış açılarında cinsiyetler arasında bir farklılık olup olmadığının belirlenmesine yönelik olarak her bir madde için t-testi analizi yapılmıştır. Yazılı dokümanlar aracılığı ile toplanan nitel veriler ise içerik analizine tabi tutularak çözümlenmiştir. Temel amacı, toplanan verileri açıklayabilecek kavramlara ve ilişkilere ulaşmak (Yıldırım ve Şimşek, 2006, p. 227) olan içerik analizi, belirli kurallara dayalı kodlamalarla bir metnin bazı sözcüklerinin daha küçük içerik kategorileri ile özetlendiği sistematik, yinelenebilir bir teknik olarak tanımlanmaktadır (Büyüköztürk, Çakmak, Akgün, Karadeniz ve Demirel, 2009, p. 269). Bu çalışmada içerik analizi yapılırken, tek başlarına kullanıldığında doğurabilecekleri dezavantajları minimize etmek ve daha geçerli ve güvenilir bir analiz sağlamak amacıyla “Açık içerik kodlaması” ve “Gizli içerik kodlaması” kombinasyonu kullanılmıştır. Açık içerik kodlamasında araştırılmak istenen konuya ilişkin bir kelime ya da resim gibi metin içinde açık olarak görülebilecek bir kavram belirlenirken gizli içerik kodlamasında, metnin içinde doğrudan geçmeyen ancak altında yatan anlam aranmaktadır (Büyüköztürk, Çakmak, Akgün, Karadeniz ve Demirel, 2009, p.272). Bu analiz yöntemiyle, toplanan verileri açıklayacak kavramlara ve ilişkilere ulaşılmaya çalışılmıştır. Bu amaçla veri setindeki her bir soru için fen bilgisi öğretmen adayları tarafından verilen cevaplar doğrultusunda kategoriler tespit edilmiş ve bu kategoriler verilen benzer cevaplar doğrultusunda rakamsallaştırılmıştır. Verilerin çözümlenmesi aşamasında ilerleyen yazılı dokümanlarda yeni bir anlamla karşılaşılmışsa tüm dokümanlar bu anlama göre tekrardan incelenmiştir. Analiz sonucunda elde edilen sayısal değerler ise cinsiyet faktörü de dikkate alınarak kız ve erkek öğretmen adayları için ayrı ayrı frekans ve yüzde değeri olarak verilmiştir. Ayrıca nitel verilerin çözümlenmesi esnasında her bir öğretmen adayının yazılı dokümanı numaralandırılmış (Örneğin: KÖA09= Kız Öğretmen Adayı – 9. sıradaki yazılı doküman; EÖA37= Erkek Öğretmen Adayı – 37. sıradaki yazılı doküman) ve analiz sonuçlarını desteklemek için öğrenci ifadelerinden örnekler verilirken bu kodlamalar belirtilmiştir.

BULGULAR

Nicel Bulgular

Nicel veri toplama aracıyla toplanan verilerin betimsel olarak analiz edilmesiyle elde edilen sonuçlar, frekans ve yüzde değerleri olarak tablolar halinde aşağıda sırasıyla sunulmuştur (Tablo 1, 2, 3 ve 4).

Tablo 1. Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının “Animasyon ve video gibi dinamik görsellerin kullanımının öğrenmenize ne derece katkı sağladığını düşünüyorsunuz?” sorusuna verdikleri cevapların dağılımı

	Çok iyi (6)		İyi (5)		Orta (4)		Az (3)		Çok az (2)		Hiç (1)		Ortalama (Max= 6)
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	
Kız	40	61,5	25	38,5	-	-	-	-	-	-	-	-	5,62
Erkek	9	52,9	8	47,1	-	-	-	-	-	-	-	-	5,53
Toplam	49	59,8	33	40,2	-	-	-	-	-	-	-	-	5,60

Tablo 1’den de görüldüğü gibi, değerlendirmeye katılan kız öğretmen adaylarının %61,5’i uygulanan yöntemin işlenen konuyu öğrenmelerine çok iyi derecede katkı sağladığını ifade ederken bu oran erkek öğretmen adaylarında %52,9’dur. Bununla birlikte, derste kullanılan dinamik görsellerin öğrenmeleri üzerinde iyi düzeyde katkısı olduğunu düşünen kız katılımcıların oranı %38,5 iken bu oran erkek katılımcılarda %47,1’dir. Ayrıca en yüksek 6,00 puan üzerinden yapılan değerlendirmede, kız öğretmen adaylarının verdiği puanların ortalamasının 5,62, erkek öğretmen adaylarının ise 5,53 olduğu görülmektedir. Genel ortalama ise 5,60 olarak hesaplanmıştır.

Tablo 2. Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının “Animasyon ve video gibi dinamik görsellerin kullanımının derse karşı ilginizi arttırmada ne derece etkili olduğunu düşünüyorsunuz?” sorusuna verdikleri cevapların dağılımı

	Çok iyi (6)		İyi (5)		Orta (4)		Az (3)		Çok az (2)		Hiç (1)		Ortalama (Max= 6)
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	
Kız	41	63,1	21	32,3	2	3,1	1	1,5	-	-	-	-	5,57
Erkek	11	64,7	5	29,4	1	5,9	-	-	-	-	-	-	5,59
Toplam	52	63,4	26	31,7	3	3,7	1	1,2	-	-	-	-	5,57

Tablo 2’den de görüldüğü gibi, uygulamayı değerlendiren kız öğretmen adaylarının %63,1’i derste kullanılan dinamik görsellerin derse karşı olan ilgilerini canlı tutmada çok iyi derecede katkısı olduğunu belirtirken bu oran erkek öğretmen adaylarında %64,7’dir. Bununla birlikte, iyi düzeyde katkı sağladığını belirten kız katılımcıların oranı %32,3 iken bu oran erkek katılımcılarda %29,4’tür. Bu tür görsellerin kullanımının derse karşı ilgiyi arttırmada orta düzeyde etkili olduğunu düşünen kız öğretmen adaylarının oranı %3,1 iken erkek öğretmen adaylarının oranı %5,9’dur. Bunlara karşın sadece kız öğretmen adaylarının %1,5’i görsel materyallerin ilgi çekmede az düzeyde etkili olduğunu belirtmiştir. Ayrıca, en yüksek 6,00 puan üzerinden yapılan değerlendirmede, kız öğretmen adaylarının verdiği puanların ortalamasının 5,57, erkek öğretmen adaylarının verdiği puanların ortalamasının ise 5,59 olduğu görülmektedir. Bu kategori için genel ortalama ise 5,57 olarak bulunmuştur.

Tablo 3. Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının “Animasyon ve video gibi dinamik görsellerin çevre sorunlarına karşı duyarlılığınızı arttırmada ne derece etkili olduğunu düşünüyorsunuz?” sorusuna verdikleri cevapların dağılımı

	Çok iyi (6)		İyi (5)		Orta (4)		Az (3)		Çok az (2)		Hiç (1)		Ortalama (Max= 6)
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	
Kız	42	64,6	21	32,3	2	3,1	-	-	-	-	-	-	5,62
Erkek	7	41,2	9	52,9	1	5,9	-	-	-	-	-	-	5,35
Toplam	49	59,8	30	36,6	3	3,7	-	-	-	-	-	-	5,56

Tablo 3’ten de görüldüğü gibi, derste izledikleri dinamik görsellerin çevre sorunlarına karşı duyarlılıklarını arttırmada çok iyi düzeyde katkı sağladığını ifade eden kız öğretmen adaylarının oranı %64,6 iken aynı düşünceye sahip erkek öğretmen adaylarının oranı ise %41,2’dir. Bununla birlikte, kız katılımcıların %32,3’ü ve erkek katılımcıların %52,9’u duyarlılık geliştirmeye yönelik dizayn edilen dinamik görsellerin üzerlerinde iyi derecede etkili olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca, kız öğretmen adaylarının sadece %3,1’i ve erkek öğretmen adaylarının %5,9’u bu tür görselleri seyretmenin çevreye karşı duyarlılıklarının gelişmesinde orta düzeyde etkili olduğunu ifade etmişlerdir. Diğer taraftan, kız ve erkek öğretmen adaylarının bu kriter için 6,00 puan üzerinden yaptıkları değerlendirmede kız öğretmen adaylarının ortalaması 5,62, erkek öğretmen adaylarının ortalaması ise 5,35 olarak tespit edilmiştir. Aynı zamanda, bu kriter için hesaplanan genel ortalama ise 5,56’dır.

Tablo 4. Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının “Animasyon ve video gibi dinamik görseller ile yürütülen dersler” sorusuna verdiklerin cevapların dağılımı

Kategoriler	Cinsiyet	Puanlama														\bar{X} (Max=7)	p	Kategoriler	
		7		6		5		4		3		2		1					
		f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%				
Dikkat çekicidir	*K	43	66,2	12	18,5	9	13,9	-	-	-	-	-	-	-	1	1,5	6,45	0,57	Dikkat dağıtıcıdır
	E	10	58,8	7	41,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,59		
Öğreticidir	K	37	56,9	16	24,6	9	13,9	2	3,1	-	-	-	-	1	1,5	6,29	0,83	Öğretici değildir	
	E	8	47,1	7	41,2	2	11,8	-	-	-	-	-	-	-	-	6,35			
Motive edicidir	K	30	46,2	18	27,7	11	16,9	2	3,1	2	3,1	1	1,5	1	1,5	6,00	0,73	Motivasyon düşürücüdür	
	E	7	41,2	6	35,3	3	17,7	1	5,9	-	-	-	-	-	-	6,12			
Zevklidir	K	41	63,1	12	18,5	4	6,2	4	6,2	1	1,5	3	4,6	-	-	6,22	0,27	Sıkıcıdır	
	E	11	64,7	5	29,4	1	5,9	-	-	-	-	-	-	-	-	6,59			
Somutlaştırıcıdır	K	43	66,2	15	23,1	4	6,2	2	3,1	-	-	-	-	1	1,5	6,46	0,47	Somutlaştırıcı değildir	
	E	11	64,7	6	35,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,65			
Anlaşılır	K	39	60,0	16	24,6	5	7,7	4	6,2	-	-	-	-	1	1,5	6,32	0,37	Kafa karıştırıcıdır	
	E	7	41,2	5	29,4	4	23,5	1	5,9	-	-	-	-	-	-	6,06			
Kalıcıdır	K	44	67,7	10	15,4	8	12,3	1	1,5	1	1,5	-	-	1	1,5	6,40	0,87	Kalıcı değildir	
	E	10	58,8	4	23,5	2	11,8	1	5,9	-	-	-	-	-	-	6,35			
Genel	K															6,31	0,74	Genel	
	E															6,39			

*K= Kız; E= Erkek; \bar{X} = Ortalama; p<0,05

Tablo 4'ten de görüldüğü gibi, nicel veri toplama aracının dördüncü bölümünde fen bilgisi öğretmen adaylarından dinamik görsellerin desteğiyle yürütülen dersleri belirlenen yedi kritere göre 7,00 puan üzerinden değerlendirmeleri istenmiştir. Bu bölümdeki ilk kriter olan “*dikkat çekicilik*” kriterine verilen puanların ortalaması kız öğretmen adayları için 6,45, erkek öğretmen adayları için 6,59 olarak hesaplanmıştır. Dinamik görsellerin desteğiyle yürütülen dersler ile ilgili olarak dikkat çekicilik kriterine kız ve erkek öğretmen adayları tarafından verilen puanların ortalamaları arasında istatistiksel olarak bir farklılık olup olmadığını belirlemek için yapılan t-testi analizi sonuçları, erkek öğretmen adaylarının puan ortalamalarının kız adaylarından yüksek olmasına rağmen aralarında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark olmadığını göstermiştir ($p>,05$). İkinci kriter olan “*öğreticilik*” kriterine verilen puanların ortalaması kız öğretmen adayları için 6,29, erkek öğretmen adayları için 6,35 olarak belirlenmiştir. Yine yapılan istatistiksel analizler bu kriterde de cinsiyetler arasında anlamlı bir fark olmadığını ortaya koymuştur ($p>,05$). Bir diğer kriter olan “ *motive edicilik*” te ise kız katılımcıların puan ortalaması 6,00, erkek katılımcıların ortalaması ise 6,12 olarak tespit edilmiştir. Yapılan istatistiksel analizler bu kriterde kız ve erkek öğretmen adaylarının verdiği puanların ortalamaları arasında istatistiksel olarak önemli bir fark olmadığını göstermektedir ($p>,05$). Değerlendirmeye katılan öğretmen adaylarından dijital teknoloji ürünü dinamik görsellerle yürütülen dersleri değerlendirmeleri istenen bir diğer kriter, bu şekilde yürütülen derslerin “ *zevkli*” olup olmadığıdır. Değerlendirme sonuçlarına göre, bu kriterde kız öğretmen adaylarının verdikleri puanların ortalaması 6,22, erkek öğretmen adaylarının verdikleri puanların ortalaması 6,59 olarak bulunmuştur. Puan ortalamaları arasında fark olmasına rağmen yapılan istatistiksel analizler, kız ve erkek katılımcıların görsel materyaller ile yürütülen dersleri zevkli olarak düşünmeleri açısından aralarında anlamlı bir fark olmadığını ortaya koymuştur ($p>,05$). Değerlendirmede belirlenen bir diğer kriter, dinamik görsellerle yürütülen derslerin “ *somutlaştırıcı*” olup olmadığıdır ve bu kriterde verilen puan ortalamalarının kız öğretmen adayları için 6,46, erkek öğretmen adayları için 6,65 olduğu saptanmıştır. Bu kriterde kız ve erkek öğretmen adaylarının verdiği puanlar arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını tespiti için yapılan istatistiksel analizin sonuçları, cinsiyetler arasında istatistiksel açıdan önemli bir fark olmadığını ortaya koymuştur ($p>,05$). Animasyon ve video gibi dinamik görseller ile gerçekleştirilen derslerin “ *anlaşılır*” olup olmadığı da merak edilen bir diğer kıstastır. Bu kıstas için verilen puanların ortalamalarına bakıldığında ise, kız katılımcılar için 6,32, erkek katılımcılar için 6,06 olduğu görülmektedir. Ayrıca, yapılan analiz sonuçları, bu kriterde kız ve erkek öğretmen adayları tarafından verilen puanlar arasında istatistiksel olarak önemli bir fark olmadığını yönündedir ($p>,05$). Son olarak, görsel olarak yürütülen derslerin “ *kalıcı*” olup olmadığı da araştırmaya değer görülen bir diğer kriterdir. Bu maddede yapılan değerlendirmelerin sonuçlarına bakıldığında ise, kız öğretmen adaylarının ortalamasının 6,40, erkek öğretmen adaylarının ortalamasının 6,35 olduğu görülmektedir. Gerçekleştirilen istatistiksel analizler, “ *kalıcılık*” kriteri için de cinsiyetler arasında önemli düzeyde bir fark olmadığını ortaya koymuştur ($p>,05$). Son olarak tüm kriterler dikkate alınarak yapılan hesaplamalarda, uygulanan yöntem kız öğretmen adaylarının verdikleri puanların ortalamasının 6,31, erkek öğretmen adaylarının verdikleri puanların ortalamasının ise 6,39 olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca genel puanlar üzerinden yapılan istatistiksel analiz sonuçları, kız ve erkek katılımcıların bu tür bir uygulamaya yönelik bakış açıları arasında istatistiksel açıdan önemli düzeyde bir farklılık olmadığını ortaya koymuştur ($p>,05$). Bununla birlikte, araştırmada kullanılan dinamik görselleri değerlendirme sürecine katılan fen bilgisi öğretmen adaylarının bu kategoriye verdikleri puanların ortalaması cinsiyet ayrımı dikkate alınmaksızın 6,32 olarak hesaplanmıştır.

Nitel Bulgular

Araştırmaya dahil olan fen bilgisi öğretmen adaylarının uygulanan yöntem ile ilgili açık uçlu sorulara verdiği cevaplar içerik analizine tabi tutulmuştur. Bu kapsamda tespit edilen anahtar ifadeler, verilen benzer cevaplar doğrultusunda rakamsallaştırılarak tablolar halinde aşağıda sunulmuştur (Tablo 5, 6, 7 ve 8). Ayrıca, ilgili tablonun altında her bir soruya ilişkin katılımcıların yazılı dokümanlarından elde edilen bazı örnek ifadelere de yer verilmiştir.

Tablo 5. Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının “*Derste kullanılan görsel materyallerin (animasyon, video vb.) öğrenmenize yardımcı olduğunu düşünüyor musunuz? Nasıl? Cevabınızı açıklayınız*” sorusuna verdikleri cevapların dağılımı

Kategoriler	Kız		Erkek		Toplam	
	f	%	f	%	f	%
Kalıcılığı sağlar	45	69,2	10	58,8	65	79,3
İlgi ve dikkat çekicidir	27	41,5	6	35,3	33	40,2
Daha iyi öğrenmeyi sağlar	13	20,0	6	35,3	19	23,2
Zevklidir	14	21,5	3	17,7	17	20,7
Öğrenmeyi kolaylaştırır	10	15,4	2	11,8	12	14,6
Anlaşılırdır	9	13,9	3	17,7	12	14,6
Soyut olayları somutlaştırır	4	6,2	4	23,5	8	9,8
Pekiştiricidir	4	6,2	1	5,9	5	6,1

Tablo 5'ten de görüldüğü gibi, kız öğretmen adaylarının %69,2'si ve erkek öğretmen adaylarının %58,8'i derste kullanılan dinamik görsellerin öğrenilen bilgilerin hafızaya görsel olarak kaydedilmesini sağladığını ve böylece kalıcılıklarını arttırdığını düşünürken kız katılımcıların %41,5'i ve erkek katılımcıların %35,3'ü bu tür materyallerle işlenen derslerin ilgi ve dikkat çekici olduğu yönünde görüş bildirmişlerdir. Bununla birlikte, kız öğretmen adaylarının %20,0'si ve erkek öğretmen adaylarının %35,3'ü görsel materyallerin daha iyi bir öğrenme sağladığını savunurken, kız katılımcıların %21,5'i ve erkek katılımcıların %17,7'si bu tür materyallerin desteği ile yürütülen derslerin zevkli geçtiği yönünde görüş rapor etmişlerdir. Ayrıca, kız öğretmen adaylarının %15,4'ünün ve erkek öğretmen adaylarının %11,8'inin derslerde kullanılan animasyon ve video gibi dinamik görsellerin öğrenmeyi kolaylaştırdığını düşündükleri tespit edilirken, kız katılımcıların %13,9'unun ve erkek katılımcıların %17,7'sinin bu tür materyallerin konuları anlaşılır kıldığına inandıkları sonucuna ulaşılmıştır. Tablodan da görüldüğü gibi, görsel materyallerin soyut olayları somutlaştırdığını düşünen kız katılımcıların oranı %6,2 iken bu oran erkek katılımcılarda %23,5'tir. Ayrıca, kız öğretmen adaylarının %6,2'sinin ve erkek öğretmen adaylarının %5,9'unun derste kullanılan dinamik görsellerin işlenen konuları pekiştirmeye yardımcı olduğunu düşündükleri belirlenmiştir. Aşağıda fen bilgisi öğretmen adaylarının yazılı dokümanlarından elde edilen bazı örnek ifadeler yer verilmiştir.

KÖA59: “*Derste kullanılan görsel materyallerin olumlu etkisi olduğunu düşünüyorum. Bir konuyu anlattıktan sonra ilgili görsel aktiviteler görmek daha akılda kalıcı ve daha anlaşılır oluyor.*”

EÖA34: “*Evet, öğrenmeye yardımcı olduğunu düşünüyorum. Çünkü görsel materyaller derslerde anlamayı kolaylaştırır. Bazen hocanın söylemek istediği bir söz görsel materyallerle daha rahat bir şekilde öğretilir.....*”

KÖA61: “*Dinleyerek, görerek ders işlemek her zaman daha etkilidir. Dersi videolarla ve belgelerle işlemeniz dersin ismini daha çekici kılıyor. Şahsen kimya deyince insan isteksiz geliyor derse ama bu sene ki kimya dersini sevdim....*”

EÖA32: “*Evet, yardımcı olduğunu düşünüyorum. Çünkü insan okuyarak ve yazarak öğrendiklerini görme ve işitme duyusuyla pekiştirdiğinde unutmaması kolay olmaz. Mesela, sınavda video ve animasyonlar aklıma geliyor ve bu şekilde öğrendiğim bilgileri hatırlayabiliyorum.....*”

KÖA62: “*....olumlu etki yapıyor. Çünkü kuru kuru anlatımda hem öğrenciler sıkılıyor hem de ders ilerledikçe anlamıyorlar. Materyal ya da animasyon, video olduğu zaman anlatımı dinlemek daha zevkli oluyor ve öğrencinin anlaması da kolaylaşıyor....*”

KÖA56: “Evet, dersi öğrenmede bize büyük faydası olduğunu düşünüyorum. Konular sözel olarak anlatıldığında bazen çok ilgi çekici olamayabiliyor ya da belli bir süreden sonra dikkatimiz dağıldığından konudan uzaklaşıyoruz. Ama video, animasyon vs. kullanıldığında hem konu daha net anlaşılıyor, hem dikkatimiz çok fazla dağılmıyor hem de konunun akılda kalıcılığı artıyor.”

KÖA51: “... olay ve maddelerin etkileşim ve sonuçlarını normal hayatımızda gözlemlememiz mümkün değil. Ancak ders teorik olmaktan biraz uzaklaşarak görsel materyallerle zenginleştirildiğinde olaylar daha anlamlı bir boyuta taşındı. Bunun sonucunda bizden beklenen öğrenme ve farkındalık bence istenen yere ulaşabildi.”

KÖA15: “Kesinlikle yardımcı olduğunu düşünüyorum. Derslerin görsel olarak anlatımı her zaman daha akılda kalıcı olur. En azından benim açımdan. Sadece slaytla dersi dinlemek çok sıkıcı oluyor. Hatta bazen uykumuzun geldiği bile oluyor. Bu yüzden arada video izlemek hem ilgi çekici hem de daha eğlenceli yapıyor dersi.”

Tablo 6. Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının “Derste kullanılan görsel materyallerin (animasyon, video vb.) derse karşı olan ilginizi etkilediğini düşünüyor musunuz? Etkilediyse, ne şekilde (olumlu veya olumsuz) etkiledi? Cevabınızı açıklayınız” sorusuna verdikleri cevapların dağılımı

Kategoriler	Kız		Erkek		Toplam	
	f	%	f	%	f	%
Sözel anlatımdan daha etkileyici	17	26,2	2	11,8	19	23,2
Eğlenceli	10	15,4	3	17,7	13	15,9
İlgi çekici	9	13,9	3	17,7	12	14,6
Dikkat toplayıcı	9	13,9	2	11,8	11	13,4
Bilinmeyeni görselleştiren	6	9,2	1	5,9	7	8,5
Somutlaştıran	4	6,2	3	17,7	7	8,5
Gerçekçi	6	9,2	-	-	6	7,3
Merak uyandırıcı	4	6,2	2	11,8	6	7,3
Hem göze hem kulağa hitap eden	4	6,2	1	5,9	5	6,1
Sıra dışı bir etkinlik	4	6,2	-	-	4	4,9
Dinamik (hareketli)	3	4,6	-	-	3	3,7
Dersin akıcılığını sağlayan	2	3,1	1	5,9	3	3,7

Tablo 6’den da görüldüğü gibi, kız öğretmen adaylarının %26,2’si ve erkek öğretmen adaylarının %11,8’i dinamik görsellerle yürütülen derslerin geleneksel yani sözel olarak gerçekleştirilen derslere oranla daha etkileyici olduğunu ifade etmişlerdir. Bununla birlikte, kız öğretmen adaylarının %15,4’ü ve erkek öğretmen adaylarının %17,7’si bu şekilde yürütülen derslerin eğlenceli olduğunu ifade ederken, kız katılımcıların %13,9’u ve erkek katılımcıların %17,7’si ise kullanılan görsellerin ilgi çekici olduğunu ve bu nedenle derse karşı ilgilerinin olumlu yönde etkilendiğini belirtmişlerdir. Aynı zamanda, kız öğretmen adaylarının %13,9’u ve erkek öğretmen adaylarının %11,8’i dikkatlerinin çabuk dağıldığını ve derste kullanılan görsel materyallerin dikkatlerini derse vermelerinde oldukça etkili olduğu yönünde görüş bildirmişlerdir. Diğer taraftan, kız katılımcıların %9,2’si ve erkek katılımcıların %5,9’u daha önce görmedikleri konuların görsel olarak sunulmasının derse karşı ilgilerini pozitif yönde etkilediğini ifade etmişlerdir. Anlatılan konuları somutlaştırdığı için derse karşı ilgilerini arttırdığını savunan kız öğretmen adaylarının oranı %6,2 iken erkek öğretmen adaylarının oranı %17,7’dir. Bununla birlikte, kız öğretmen adaylarının %9,2’si bu tür görsellerin gerçekçi bir öğrenme ortamı oluşturduğu için derse karşı ilgilerini arttırdığını belirtmişlerdir. Kendilerinde merak uyandırdığı için ilgilerini çektiğini rapor eden kız katılımcıların oranı %6,2 iken aynı şekilde düşünen erkek katılımcıların oranı ise %11,8’dir. Animasyon ve film gibi dinamik görsellerin hem göze hem de kulağa hitap ettiği için derse karşı ilgiyi

arttırdığını düşünen kız öğretmen adaylarının oranı %6,2 iken erkek öğretmen adaylarının oranı %5,9'dur. Kız öğretmen adaylarının %6,2'sinin genellikle klasik yöntemle yürütülen en fazla PowerPoint sunumları ile desteklenen derslerden sonra bu tür bir uygulamayı sıra dışı bir etkinlik olarak gördükleri tespit edilmiştir. Ayrıca, kız öğretmen adaylarının %4,6'sı derslerde PowerPoint sunumlarının kullanımını yetersiz ve sıkıcı bulurken animasyon ve video ile yürütülen dersleri ilgi çekici bulmuşlardır. Bu durum sunumların durağan, animasyon ve filmlerin dinamik olması ile bağdaştırılabilir. Bununla birlikte, kullanılan görsellerin dersin akıcılığını sağlayarak derse karşı ilgiyi arttırdığını düşünen kız öğretmen adaylarının oranı %3,1 iken erkek öğretmen adaylarının oranı %5,9'dur. Aşağıda fen bilgisi öğretmen adaylarının yazılı dokümanlarından elde edilen bazı örnek ifadeler yer verilmiştir.

EÖA30: “İlgilenmemi ve derse katılmam gerektiği içgüdüsunü etkilediğini düşünüyorum. Bunun olumlu şekilde etkilediğine inanıyorum. Çünkü dersi akıcı yapmakta, öğreneni sıkıkmamakta ve görsel alanda ilgisini çekip konudan koparmamaktadır.”

KÖA47: “Olumlu yönde etkiliyor. Derse karşı bir önyargıyla gelmeden zevkli geçeceğini düşündüğüm için ilgim artıyor.....”

KÖA24: “Etkiliyor. Görsel materyal çok olduğunda hem daha dikkatli dinliyoruz hem de anlatılan konu gözümüzün önünde canlı bir şekilde gerçekleştiği için daha etkili oluyor.”

EÖA35: “Dersteki kullanılan animasyon ve videolar derse olan ilgimi artırıyor. En başta bunları kullanmak dersi kuru ve yavan bir şekilde işlemenin dışına çıkarıyor. Yani öğrenciyi bilgilere boğup sıkıkmıyor. Kullanılan cümleler görsellikle birleşerek kalıcılığı artırıyor. Dersin daha eğlenceli bir hale gelmesini sağlayarak, güncel olaylar üzerinden gidilerek öğrencinin öğretmene bu konu hakkında yanlış bir bilgi söylersem ne olur kaygısını ortadan kaldırarak sadece o işi öğrenme duygusunu getiriyor.”

KÖA02: “Evet, derse karşı olan ilgimi fazlasıyla arttırdı. Direkt slayt'tan okunarak işlenen derslerin hiçbirini dinlemiyorum. Bu ders bu konuda fazlasıyla fark yarattı. Animasyon ve videolar gerçek hayatla özdeşleşen kesitler sunduğu için yüksek oranda dersi dinlememi sağladı.”

KÖA54: “Evet, olumlu bir şekilde etkiliyor. Derste izlediğimiz videolar, gördüğümüz görüntüler bize daha kalıcı ve gerçekçi bilgiler sunuyor. Örneğin, derste gördüğümüz deniz yılanı görüntüsünü daha önce hiç duymamış ve görmemişim.”

Tablo 7. Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının “Derste kullanılan görsel materyallerin (animasyon, video vb..) küresel çevre sorunlarına karşı duyarlılığınızı etkilediğini düşünüyor musunuz? Etkilediyse, ne yönde (olumlu veya olumsuz) etkiledi? Cevabınızı açıklayınız” sorusuna verdikleri cevapların dağılımı

Kategoriler	Kız		Erkek		Toplam	
	f	%	f	%	f	%
Çevre bilimcim dolayısıyla duyarlılığım arttı	20	30,8	7	41,2	27	32,9
Durumun ciddiyetini anlamamı sağladı	12	18,5	1	5,9	13	15,9
Gerçekleri direkt görmemi sağladı	11	16,9	2	11,8	13	15,9
Olayların farkına varmamı sağladı	1	1,5	3	17,7	4	4,9
Çevreye zarar verdiğimi fark etmemi sağladı	2	3,1	1	5,9	3	3,7

Araştırmaya dahil olan fen bilgisi öğretmen adaylarının hemen hemen hepsi yardımcı materyal olarak izledikleri dinamik görsellerin çevreye karşı duyarlılıklarını olumlu yönde değiştirdiğini belirtmekle birlikte, kız öğretmen adaylarının %30,8'i ve erkek öğretmen adaylarının %41,2'si bu durumu uygulanan yöntem sayesinde artan bilinç düzeyleri ile ilişkilendirmişlerdir. Bununla birlikte, kız katılımcıların %18,5'i ve erkek katılımcıların %5,9'u seyrettikleri görseller sayesinde var olan çevre problemlerinin ciddiyetini anladıklarını ve bu nedenle çevreye karşı daha duyarlı davranmaya başladıklarını belirtmişlerdir. Aynı zamanda kız öğretmen adaylarının %16,9'u ve erkek öğretmen adaylarının %11,8'i çevreye karşı duyarlılıklarının gelişmesinin altında yatan sebebin, çevre

problemlerinin neden olduğu tahribatlara derste kullanılan görseller aracılığıyla direkt şahitlik etmelerinin olduğunu ifade etmişlerdir. İzledikleri görseller sayesinde çevre problemleri sonucu meydana gelen olayların farkına vardıklarını ve dolayısıyla çevreye daha duyarlı davranmaya başladıklarını belirten kız öğretmen adaylarının oranı %1,5 iken erkek öğretmen adaylarının oranı %17,7'dir. Ayrıca kız katılımcıların %3,1'i ve erkek katılımcıların %5,9'u gösterimi yapılan görseller sayesinde çevreye zarar verdiklerini fark ettikleri için duyarlılıklarının arttığını beyan etmişlerdir. Aşağıda fen bilgisi öğretmen adaylarının yazılı dokümanlarından elde edilen bazı örnek ifadelere yer verilmiştir.

KÖA51: *“Evet, duyarlılığımı etkiledi. Bu etki olumlu yönde oldu. Daha önce doğru bildiğim pek çok yanlış olduğunu fark ettim ve görsel materyallerle zenginleştirilmiş derslerle doğrularını öğrenebildim. Bunun sonucunda artık daha bilinçli olacağıma inanıyorum.”*

KÖA70: *“Bu dersi almadan önce bu konularla ilgili bilgilerimin yetersiz olduğunu farkına vardım. Bu sorunların ne kadar ciddi boyutta olduğunu, önlem alınmazsa kendi ellerimizle kendi sonumuzu getirdiğimizin farkına vardım. Yani bu ders ile birlikte bu konular hakkındaki duyarlılığım arttı.”*

KÖA68: *“Evet. Etkilendiğimi düşünüyorum. Ağaç dikmek için ne yapabiliriz diye arkadaşlar arasında bile konuştuk. Daha az enerji tüketmeye çalışıyorum ve parfümü daha az kullanmaya başladım. Kısaca çevre için bir şeyler yapmaya başladım. Çevreye karşı duyarlılığım arttı.”*

EÖA33: *“Bu dersi almadan önce bunları duymuştum ancak ne kadar iyi ya da kötü bir şey olduğuna dair pek bilgim yoktu. Şimdi ne tür bir tehlikede olduğumuzu daha iyi anladım.”*

KÖA14: *“.....İzlediğimiz videoda kutuplardaki canlıların yaşam alanlarını nasıl daralttığını gördüm ve çok üzüldüm. Bu konuda da en azından kendi elimden geleni yapmaya başladım.....”*

KÖA16: *“Evet, izlediğimiz filmlerden, animasyonlardan olsa gerek, karşılaşılabileceğimiz sorunların ciddi boyutlarda olabileceği kanaatine vardım. Daha önce gerçekten bu konular ilgimi çekmezdi. Ama şu an öyle düşünmüyorum. Elimden geldiğince kendi çapımda enerjilerimizi yeterli düzeyde kullanmaya çalışıyorum.”*

EÖA40: *“Etkilese de üzerinden zaman geçtikten sonra aynı davranışlar devam ediyor.”*

Tablo 8. Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının “Derste kullanılan görsel materyallerin (animasyon, video vb.) herhangi bir dezavantajının olduğunu düşünüyor musunuz? Cevabınızı açıklayınız” sorusuna verdikleri cevapların dağılımı

Kategoriler	Kız		Erkek		Toplam	
	f	%	f	%	f	%
Dezavantajı olduğunu düşünmüyorum	49	75,4	13	76,5	62	75,6
Görselin uzun olması sıkıcı olabilir	9	13,9	1	5,9	10	12,2
Öğrenciler arası gereksiz iletişime ortam oluşturabilir	3	4,6	1	5,9	4	4,9
Her öğrenciye hitap etmeyebilir	-	-	1	5,9	1	1,2

Tablo 8'den de görüldüğü gibi, kız öğretmen adaylarının %75,4'ü ve erkek öğretmen adaylarının %76,5'i uygulanan yöntemin hiçbir dezavantajının bulunmadığı yönünde görüş bildirmişlerdir. Bununla birlikte, kız katılımcıların %13,9'u ve erkek katılımcıların %5,9'u derste kullanılan dinamik görsellerin (animasyon, video vb.) uzun süreli olması durumunda dikkat dağıttığını ve öğrenciyi dersten uzaklaştırdığını belirtmişlerdir. Ayrıca, kız öğretmen adaylarının %4,6'sı ve erkek öğretmen adaylarının %5,9'u dinamik görsellerin izlenmesi esnasında oluşan ortamın bazı öğrencilerin aralarında gereksiz iletişim kurmalarına neden olduğunu ve bu durumda çevresindeki arkadaşlarını rahatsız ettiğini ifade etmişlerdir. Bunların dışında, sadece erkek öğretmen adaylarının

%5,9'u bu tür bir uygulamanın her öğrenciye hitap etmeyebileceğini beyan etmiştir. Aşağıda fen bilgisi öğretmen adaylarının yazılı dokümanlarından elde edilen bazı örnek ifadelere yer verilmiştir.

KÖA51: *“Evet, küçük te olsa bir dezavantajı var. Ancak bu sadece uzun görsel materyallerden (video) kaynaklanan bir dezavantaj. Çok uzun materyaller kimi zaman konsantrasyonun bozulması sonucu sıkıcı olabiliyor.”*

KÖA75: *“Uzun süreli görsel materyallerin derste ilgiyi ve dikkati azalttığını düşünüyorum.”*

EÖA79: *“Görsel materyaller ilgi çektiği gibi dikkatte dağıtabilir. Bunun için animasyon ve belgesellerin kısa, öz ve anlaşılır olmasının derse daha olumlu bir hava katacağı düşüncesi içerisindeyim.”*

KÖA45: *“Hayır, kesinlikle düşünmüyorum. Çünkü öğrenci sıkıldığında, bazı şeyleri anlamadığında, kafasında tam olarak oturtmadığında bu materyaller öğrenciye yol gösterici ve onları motive edici niteliktedir.....”*

EÖA35: *“Bunun dezavantajı her öğrencinin bu olaya aynı bilinçle yaklaşmamasından doğuyor. Yani bir öğrenci derste video ile ilgilenip olay hakkında bilgilenmeye çalışırken başkası için bu konuşmaya vakit olarak görülebiliyor.....”*

KÖA29: *“Bence hiçbir dezavantajı bulunmamaktadır. Aksine avantajı olduğunu düşünüyorum. Dersin monoton havasını değiştirmesi, ilgimi ve dikkatimi toplamaya bir avantaj benim dersi öğrenmemde.”*

SONUÇ ve TARTIŞMA

Son yıllarda süratli bir gelişim grafiği çizen bilgisayar teknolojisi ile birlikte artış gösteren dijital teknoloji ürünü dinamik görsellerin sınıflardaki kullanımını da hız kazanmıştır. Özellikle öğrencilerde anlamlı ve kavramsal düzeyde öğrenmenin gerçekleştirilebilmesi adına geliştirilen dinamik görsellerin eğitim ortamlarındaki, özellikle de içerdiği soyut kavramlardan dolayı birçok öğrencinin öğrenmede zorluk yaşadığı (Barnea ve Dori, 1996; Nahum, Hofstein, Mamlok-Naaman ve Bar-Dov, 2004) fen sınıflarındaki kullanımını gün geçtikçe artmaktadır. Fen konularının kavramsal düzeyde öğretime yönelik yürütülen çalışmaların büyük bir çoğunluğu, dinamik görsellerin öğrencilerin akademik başarıları üzerinde olumlu etkilere sahip olduğuna dair sonuçlar ortaya koymaktadır (Marbach, Rotbain ve Stavy, 2008; Rotbain, Marbach-Ad ve Stavy, 2008; Williamson ve Abraham, 1995; Yang, Andre, Greenbowe ve Tibell, 2003). Bu nedenle mevcut çalışmada da, atmosfer ile ilişkili küresel çevre sorunları ve bu sorunların çözümünde önemli bir rol oynayan yenilenebilir enerji kaynaklarının öğretiminde, popülaritesi gün geçtikçe artan dijital teknoloji ürünü dinamik görseller kullanılmıştır ve sürecin işleyişi ve verimliliği ile ilgili bilgi toplamak için nicel ve nitel veri toplama araçları aracılığıyla sürece dahil olan fen bilgisi öğretmen adaylarının görüşlerine başvurulmuştur. Nicel veri toplama aracıyla elde edilen veriler analiz edildiğinde, ölçekte yer alan sorulara ilişkin ortalamaların oldukça yüksek olduğu yani katılımcıların sürece dair oldukça pozitif bir algıya sahip oldukları sonucuna ulaşılmıştır. Daha açık bir ifadeyle, derste kullanılan dinamik görsellerin öğrenmeleri üzerindeki etkilerini 6,00 puan üzerinden değerlendirmeleri istenen fen bilgisi öğretmen adaylarının bu soruya verdikleri puanların ortalamasının 5,60 gibi yüksek bir değer olduğu görülmüştür. Benzer şekilde, dinamik görsellerin derse karşı olan ilgiyi arttırmadaki etkisini 6,00 puan üzerinden değerlendirmeleri istenen fen bilgisi öğretmen adaylarının bu kritere verdiği puanların ortalaması 5,57 olarak hesaplanmıştır. Bununla birlikte, derste kullanılan dinamik görsellerin çevreye karşı duyarlılıklarını arttırmada ne kadar etkili olduğunu yine 6,00 puan üzerinden değerlendirmeleri istenilen öğretmen adaylarının bu kritere verdikleri puanların ortalaması ise 5,56 gibi yüksek bir değer olarak bulunmuştur. Ayrıca, nicel veri toplama aracının dördüncü kategorisinde uygulamayı daha önceden belirlenen bir takım kriterlere göre 7,00 puan üzerinden değerlendirmeleri istenilen fen bilgisi öğretmen adaylarının bu kriterlere verdiği puanların ortalaması da 6,32 gibi oldukça yüksek bir değer olarak hesaplanmıştır. Nicel veri toplama aracı ile elde edilen sayısal verilere dayanarak fen bilgisi öğretmen adaylarının dinamik görsellerle yürütülen derslere karşı oldukça olumlu düşüncelere sahip oldukları söylenebilir. Biyoloji dersinde kullanılan animasyonların etkililiğini tespit etmek için fen bilgisi ve sınıf öğretmeni adaylarının görüşlerine başvurulduğu benzer bir çalışma kapsamında da, uygulanan ölçüğe katılımcıların oldukça yüksek puanlar verdikleri tespit edilmiştir (Genç, 2013).

Nicel verilerden elde edilen sonuçları desteklemek ve bu sonuçların nedenlerini ortaya çıkarabilmek için nitel veri toplama aracında araştırmaya katılan öğretmen adaylarına öncelikle atmosfer ile ilgili çevre problemleri ve yenilenebilir enerji kaynaklarının öğretiminde kullanılan dinamik görsellerin öğrenmeleri üzerinde etkisi olup olmadığı sorulmuş ve cevaplarını nedenleri ile birlikte ifade etmeleri istenmiştir. Bu soruya verilen cevaplar analiz edildiğinde, öğretmen adaylarının bu tür materyallerle yürütülen derslerin öğrenmeyi kolaylaştırdığına, daha iyi öğrenme sağladığına, aktarılan bilgileri daha anlaşılır hale getirdiğine ve soyut kavramları somutlaştırdığına inandıkları görülmüştür. Örneğin, bu ders kapsamında küresel çevre sorunlarına bir çözüm yolu olarak yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik enerjisinin nasıl üretildiğini gösteren animasyonların ve kısa filmlerin gösterimi yapılmıştır ve bununla ilgili olarak “*Evet. Mesela, dalga, rüzgâr, güneş ışınları vb. olaylardan nasıl elektrik enerjisi üretildiğini izleyerek öğrenmiş olmam. Bunu sözel anlatımla sadece dinlemiş olsam bu kadar açık ve net öğrenemeyebilirdim*” (EÖA78) şeklindeki bir öğrenci ifadesi, aktarılan bilginin dinamik görseller ile nasıl da basitleştirildiğinin, anlaşılır hale dönüştürüldüğünün ve somutlaştırıldığına bir kanıtı niteliğindedir. Benzer şekilde, Talib, Matthews ve Secombe (2005) tarafından dinamik görsellerin yardımıyla elektrokimya kavramlarının öğretildiği bir çalışmada, öğrenciler daha kolay ve iyi öğrendiklerini belirtmişlerdir. Literatürde, derslerde kullanılan dinamik görsellerin öğrenme üzerinde pozitif etkileri olduğuna dair öğrenci görüşlerinin yer aldığı başka çalışmalar da bulunmaktadır (Dooley, Stuessy, Magill ve Vasudevan, 2000; Kelly, & Jones, 2007; Marbach-Ad, Rotbain ve Stavy, 2008; McGregor, Griffeth, Wheat ve Byrd, 2004; Rotbain, Marbach-Ad ve Stavy, 2008). Öğrenenler için tasarlanan öğrenme ortamlarında birden çok duyuyu hedef alan uyaranlar ve bunların öğrenen ile etkileşimi, çoklu öğrenme ortamı kavramını ortaya çıkartmıştır (Yılmaz ve Akkoyunlu, 2006). Çoklu ortam ile öğrenme üzerine yapılan araştırmalar; sadece kelimeleri içeren geleneksel iletişim biçiminden daha ziyade, kelime ve resimleri içerecek şekilde tasarlanmış çoklu ortam araçlarından öğrencilerin daha derinlemesine öğrendiklerini ortaya koymuştur (Pekdağ, 2010). Yani kelimelerin ve görsellerin birlikte kullanımının sadece kelimelere göre öğrenme üzerinde daha etkili olduğu ileri sürülmektedir (Mayer ve Moreno, 2002; Pekdağ ve Le Marechal, 2007b). İkili kanal (dual channel), sınırlı kapasite (limited capacity) ve aktif öğrenme (active learning) varsayımlarından yola çıkarak çoklu ortam öğrenme bilişsel teorisini (Cognitive theory of multimedia learning) ileri süren Mayer (1999)’e göre, bir ifadeyi hem sözcüklerle hem de resimlerle açıklamak yalnızca sözcüklerle açıklamaktan daha etkilidir. Başka bir ifadeyle, kodlamada birden fazla kanalın kullanılması öğrenmede etkililiği arttırmaktadır.

Mevcut araştırmanın bulgularına bakıldığında, fen bilgisi öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğunun derste kullanılan dinamik görsellerin, öğrendikleri bilgilerin kalıcılığını sağladığı yönünde görüş bildirdikleri görülmektedir. Hatta “..... bir sınavda bile aklımıza soru ile ilgili bir şey gelmediğinde direkt derste video, belgesel, animasyon vb. aklımıza geliyor ve beynimizde canlandırabiliyoruz” (KÖA53) şeklindeki bir öğrenci ifadesi de, bu iddiaların kanıtı niteliğindedir. McGregor, Griffeth, Wheat ve Byrd (2004) tarafından yürütülen bir çalışmaya katılan öğrencilerin %94.9’u, derste kullanılan bilgisayar ürünü animasyonların, bilgilerin daha uzun süre zihinlerinde kalmasına yardım ettiğini ifade etmişlerdir. Mayer (1997)’e göre, resimler ve kelimeler gibi birden fazla yolla sunulan bilgi öğrenciler tarafından alındığında çoklu öğrenme gerçekleşmiş olup, bu öğrenme ortamlarının kalıcılığa etkisi birçok araştırmacı tarafından yapılan deneysel çalışmalarla test edilmeye çalışılmıştır. Örneğin, Pilli (2008) tarafından yapılan bir çalışmada kullanılan bilgisayar destekli öğretim materyallerinin ilköğretim dördüncü sınıf öğrencilerinin öğrendikleri matematik bilgilerinin kalıcılığını sağlamada oldukça başarılı sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. Benzer şekilde, Williams ve Zahed (1996) tarafından yürütülen bir çalışma kapsamında, bilgisayar destekli öğretim ile geleneksel öğretim yönteminin öğrenme ve kalıcılık üzerindeki etkileri incelenmiştir. Çalışmanın sonuçları, öğrenmenin her iki grupta da gerçekleştiğini ve aralarında anlamlı bir fark olmadığını gösterirken bir ay sonra uygulanan kalıcılık testinde bilgisayar destekli öğretim uygulanan gruptaki öğrencilerin önemli derecede yüksek puan aldıklarını ortaya koymuştur. Benzer bulgulara literatürdeki diğer çalışmalarda da rastlanmaktadır (Atam ve Tekdal, 2010; Hançer ve Yalçın, 2009; Sezgin, 2002). Paivio (1971) tarafından ortaya atılan ve resimlerin kelimelerden daha iyi hafızada tutulduğunu açıklamak için araştırmacılar tarafından sık sık kullanılan ikili kodlama teorisine göre, hem sözel hem de görsel formda kaydedilen bilgi daha iyi hatırlanmaktadır. Yani, iki

kodlamanın bir kodlamadan her zaman daha etkili olduğu (Pekdağ, 2010) ve hem görsel hem de işitsel kanallarla kodlanan bilgilerin hatırlanma olasılığının daha yüksek olduğu belirtilmektedir (Yalın, 2006). Hatırlama (7 günlük) üzerinde gösterim sırası (yakın zaman etkisi), izlenen görselin türü (animasyon, slayt gösterimi ve video) ve anlatımın türü (anlaşılabilir ve anlaşılabilir) gibi faktörlerin etkili olmadığı belirlenen bir çalışmada, araştırmaya katılan öğrencilerin araştırmacı tarafından sorulan sorulara aktarılan metinden çok izlenen görselden yararlanarak cevap verdikleri tespit edilmiştir. Örneğin aynı çalışma kapsamındaki bir öğrenci, asit yağmurları ile ilgili izlenen bir filmi hafızasında kalanlarla şu şekilde yorumlamıştır:

İkinci film, asit yağmurları ve onun doğa üzerindeki etkilerinden bahsetti. Biz asit yağmurlarının ağaçların yapraklarına zarar verdiğini ve heykelleri aşındırdığını gördük. Aynı zamanda bize yağmurun nasıl asitleştiğinden bahsedildi (Bulutlar fabrikaların salımını yaptığı gazın asiditesini almaktadır).

Bu öğrenci yorumundaki kalın olarak yazılmış kelimelerin filmin anlatımına ait olduğu, italik olanların ise filmin anlatımına ait olmadığı belirtilmektedir. Yani öğrencilerin aktarılan konuyla ilgili sorulan sorulara, anlatımdan sadece bazı kavramları kullanırken kendi cümleleri ile izlediği görselin tasvirini yaparak cevap verdikleri görülmüştür (Pekdağ ve Le Marechal, 2007b). İlgili literatür ve mevcut çalışmanın bulguları ışığında, eğitimde görsel materyal kullanımının öğrenilen bilginin kalıcılığını sağlama açısından oldukça etkili olduğu söylenebilir. Bu nedenle, birden çok duyuyu harekete geçiren uyarıları bünyesinde barındıran öğrenme ortamlarının tasarlanması ve eğitim sürecine entegre edilmesi bilginin kalıcılığının sağlanması açısından kritik bir öneme sahiptir.

Akademik başarı üzerinde genellikle pozitif sonuçlar ortaya koysa da etkililiği hala tartışma konusu (Kim, Yoon, Whang, Tversky ve Morrison, 2007) olan görsel materyallerin popülaritesinin gün geçtikçe artmasının ana sebeplerinden biri de, oldukça ilgi çekici ve estetik açıdan cezbedici olmaları nedeniyle motivasyonu arttırmalarıdır (Barnea ve Dori, 1996; Cook, 2006; Kim, Yoon, Whang, Tversky ve Morrison, 2007; McGregor, Griffith, Wheat, ve Byrd, 2004; Rieber, 1990; Tversky, Morrisson ve Betrancourt, 2002). Mevcut çalışma kapsamındaki dinamik görsellerin desteğiyle yürütülen dersler hakkında pozitif düşüncelere sahip olan öğretmen adaylarının ifadeleri de bu iddiaları destekler niteliktedir. Daha geniş bir ifadeyle, araştırmaya dahil olan fen bilgisi öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu dinamik görseller ile yürütülen derslerin ilgi çekici, dikkat toplayıcı, motive edici, zevkli ve eğlenceli olduğu yönünde görüş bildirmişlerdir. Rotbain, Marbach-Ad ve Stavy (2008) tarafından moleküler biyolojide öğretimin bilgisayar animasyonları ile gerçekleştirildiği bir çalışmada, öğrenciler animasyonların heyecan verici, daha ilgi çekici ve farklı olduğunu belirtmişlerdir. Benzer şekilde, Esgin, Keskin, Kırışan ve Pamukçu (2011) tarafından yapılan deneysel bir çalışmada kullanılan bilgisayar oyununun, öğrencilerin motivasyonlarını arttırmada oldukça başarılı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Barak, Ashkar ve Dori (2011) tarafından yapılan bir çalışmada da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Motivasyondaki artış ile asıl hedeflenen akademik başarıda artış sağlamaktır. Yani öğrenmenin anahtar kavramlarından biri olan motivasyon (Dede ve Yaman, 2008) öğrencilerin başarılı olması için önemli bir faktör olarak görülmektedir (Freedman, 1997; Lee ve Brophy, 1996; Tella, 2007). Yapılan bir çalışmada, motivasyon ve akademik başarı arasında pozitif bir ilişki olduğu tespit edilmiştir (Eymur ve Geban, 2011). Bu nedenle, temel amaçlardan biri anlamlı öğrenmenin gerçekleşmesini sağlayarak öğrencilerin akademik başarılarını arttırmak olan eğitim sisteminde bu amaca hizmet edecek her türlü etkinliğin işe koşulması gerekliliği açıktır. Yani motivasyon gibi duyuşsal özelliklerdeki pozitif yöndeki değişimlerin başarı üzerindeki etkileri, öğrencilerin duyuşsal özelliklerini olumlu yönde etkileyecek öğrenme ortamlarının eyleme geçirilmesini şart koşmaktadır. Başka bir ifadeyle, geleneksel sınıf ortamının durağan ve sıkıcı atmosferini ortadan kaldırarak öğrencilerin akademik başarılarının artırılmasında motivasyonlarını üst seviyelere çekecek öğrenme ortamlarının dizayn edilmesi ve eğitim-öğretim sürecine entegre edilmesi büyük bir öneme sahiptir. Dolayısıyla, mevcut katılımcı görüşleri doğrultusunda motivasyon üzerinde pozitif etkileri olduğu belirlenen dinamik görsellerin sınıflardaki özellikle de fen sınıflarındaki kullanımının yaygınlaştırılmasıyla birlikte öğrencilerin başarılarının yükseltilebileceğine inanılmaktadır.

Dinamik görseller ile yürütülen derslerin sağladığı avantajların ve dezavantajların fen bilgisi öğretmen adaylarının gözüyle belirlenmeye çalışıldığı bu çalışmada, katılımcıların büyük bir çoğunluğu uygulanan yöntem hakkında olumlu bildirimlerde bulunmasına rağmen az sayıda katılımcı bu süreçte kullanılan animasyon ve kısa film gibi dinamik görsellerin çok uzun süreli olmaması gerektiğine dikkat çekmiştir. Yani araştırmaya dahil olan fen bilgisi öğretmen adaylarının küçük bir kısmı, gösterimi yapılan dinamik görsellerin uzun süreli olduğu taktirde sıkıldıklarını ve dikkatlerinin dağıldığını belirtmişlerdir. “*Sadece bazı videoların çok uzun olması onları sınıf ortamında sıkıcı kıldı. Daha kısa videolar daha verimli olmaktadır....*” (KÖA11) şeklinde bir katılımcı ifadesi bu sonuca bir kanıt olarak sunulabilir. Bu nedenle sınıflarda gösterimi yapılan eğitsel görsellerin önemli noktalara dikkat çekmek ve sadece gerektiği noktalarda anlatılan konunun daha iyi anlaşılmasına destek sağlamak amacıyla kullanılması gerektiği açıktır. Ayrıca ayrı bir çalışma kapsamında yapılacak deneysel uygulamalarla, öğrencilerin izletilen dinamik görsellere maksimum ne kadar süre odaklanabildiği tespit edilebilir.

Gerek ilköğretim gerekse üniversite düzeyinde yapılan araştırmalar, öğrencilerin çevre sorunlarına karşı duyarlılıklarının beklenen düzeyde olmadığını göstermekle (Atasoy ve Ertürk, 2008; Çabuk ve Karacaoğlu, 2003; Özgen ve Kahyaoğlu, 2011) birlikte araştırmacılar tarafından bireylerin çevre sorunlarına karşı duyarlı olabilmelerinin bu konuda bilinçli olmaları ile mümkün olabileceği belirtilmektedir (Çabuk ve Karacaoğlu, 2003). Mevcut çalışmadaki “*Çok bilgilendim. Bu videoları izlemeden önce bu konu ile alakalı çok az fikir sahibi idim. Daha sonra daha duyarlı olmaya gayret gösterdiğimi fark ettim*” (KÖA04) gibi bir öğretmen adayı ifadesi ve diğer bazı benzer katılımcı ifadeleri bu iddia ile aynı paralelliktedir. Yani araştırmaya katılan fen bilgisi öğretmen adayları, bilinç düzeyleri yükseldikçe çevreye karşı duyarlılıklarının da arttığını ifade etmişlerdir. Ayrıca araştırmaya katılan fen bilgisi öğretmen adaylarının bazıları izlenen görsellerle gerçekçi bir öğrenme ortamı oluşturularak çevre problemlerinin ciddiyetinin farkına varmalarının sağlandığını belirtmişlerdir. Bu durum, çevre sorunlarının doğa üzerinde yarattığı tahribatları öğrenciye sözel olarak aktarmanın, durumun ciddiyetinin kavranmasının önünde bir engel oluşturduğu şeklinde yorumlanabilir. Dolayısıyla, durumun ciddiyetinin farkına varamamış bir öğrenci kitlesinden çevreye karşı duyarlı olmasını beklemek pek olası görünmemektedir. Bu nedenle daha duyarlı bir toplum meydana getirmek için eğitimin her seviyesinde verilecek olan çevre eğitimi derslerinin bireylerin çevre sorunlarının ciddiyetini kavramalarına yardım edecek şekilde dizayn edilmesi gerekliliği açıktır. Buna yönelik olarak aslında ideal olan asit yağmurları, küresel ısınma ve ozon tabakasındaki delinme gibi çevre problemlerinin yol açtığı tahribatları ve bu problemlerin çözümüne önderlik eden yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını yerinde yani doğal ortamında gözlemleyebilecekleri fırsatları öğrencilere sunmaktır. Böyle bir eğitim gerçek ortamında öğrenmeyi sağlayacağı için motivasyonu arttıracak ve daha etkileyici, kalıcı ve öğretici olacaktır (Farmer, Knapp ve Benton 2007a; 2007b; Tortop, 2012). Ancak bu tür uygulamaların önünde maddiyat, güvenlik ve sorumluluk gibi bir takım engeller olduğundan dolayı gerçekleştirilmesi her zaman mümkün olmamaktadır. Bu tür engeller nedeniyle doğal ortamında gerçekleştirilemeyen uygulamalar, dinamik görsellerin kullanımı gibi alternatif yollarla gerçekleştirilerek öğrencilerin gerçeğe yakın bir ortamda görerek öğrenmeleri sağlanabilir. Mesela, “*.... Ama görsel materyaller sadece benim çevremde olan sorunlardan değil, tüm dünyadaki sorunlardan bahsediyor ve gidip göremeyeceğim (kutuplar gibi) yerlerdeki sorunları görsel materyalle görmek çok etkileyici....*” (KÖA29) şeklindeki bir öğrenci ifadesi, dijital teknolojinin sunduğu imkânların görerek öğrenmenin önünde var olan engelleri aşmada ne kadar güçlü bir araç olduğunun bir delili olma niteliğindedir. Başka bir ifadeyle, doğal ortamında görülmesi mümkün olmayan olayların, teknolojinin sağladığı imkânlarla sınıf ortamına taşınarak gerçeğe yakın ve somut bir öğrenme ortamında öğrenciye sunulabileceğinin bir göstergesidir. Sonuç olarak, eğitimin her seviyesinde çevre eğitimi derslerinin geleneksel sınıf ortamında mevcut ders kitapları ile sözel bir şekilde soyut bir ortamda yürütülmesi yerine mevcut dijital teknolojilerin sunduğu imkânlar dahilinde öğrencileri sürece dahil edecek ve onların sadece duyma duyularını değil aynı zamanda görme hatta dokunma duyularını da harekete geçirebilecek daha gerçekçi öğrenme ortamlarının oluşturularak gerçekleştirilmesinin hem çevre bilincini artırma hem de çevre sorunlarına karşı duyarlılık oluşturma noktasında daha yararlı olacağına inanılmaktadır.

Son yirmi yıl içinde, dijital teknoloji ürünü dinamik görsellerin basari, tutum ve motivasyon gibi öğrenci değişkenleri üzerinde pozitif etkileri olduğu bir çok araştırmacı tarafından ortaya konulmuştur (Barak, Ashkar ve Dori, 2011; Kelly ve Jones, 2007; Spotts ve Dwyer, 1996; Tüysüz, 2010; Velazquez-Marcano, Williamson, Ashkenazi, Tasker ve Williamson, 2004; Williamson ve Abraham, 1995). Bu nedenle, mevcut çalışmanın ve literatürdeki bulguların ışığında, öğrencilerin anlayışlarını geliştirmek, farklı bir öğrenme atmosferi oluşturarak öğrencilerin daha zevkli ve eğlenceli bir şekilde öğrenmelerine yardımcı olmak ve daha somut ve gerçekçi bir öğrenme ortamı yaratarak bilgilerin kalıcılığını sağlamak için fen sınıflarında bu tür öğretim materyallerinin kullanımının artırılması gerektiği sonucuna ulaşılabilir.

Bu çalışmanın bulguları, dijital teknoloji ürünü dinamik görsellerin desteğiyle yürütülen dersler hakkında toplanan fen bilgisi öğretmen adaylarının görüşleriyle sınırlı olup gelecekte yapılacak deneysel çalışmalarla, bu tür bir uygulamanın öğrencilerin başarıları, tutumları, motivasyonları, çevreye karşı duyarlılıkları gibi değişkenler üzerindeki etkileri istatistiksel yöntemler aracılığıyla araştırılabilir. Ayrıca küçük bir örneklem üzerinde gerçekleştirilen bu çalışmanın sonuçları, farklı öğrenim düzeyindeki öğrenciler üzerinde yürütülecek benzer çalışmalarla da desteklenebilir.

KAYNAKLAR

- Ardac, D., & Akaygun, S. (2005). Using static and dynamic visuals to represent chemical change at molecular level. *International Journal of Science Education*, 27(11), 1269-1298.
- Arsal, Z. (2010). İlköğretim öğretmen adaylarının sera etkisi ile ilgili kavram yanılgıları. *İlköğretim Online*, 9(1), 229-240.
- Arslan, H.O., Cigdemoglu, C., & Moseley, C. (2012). A three-tier diagnostic test to assess pre-service teachers' misconceptions about global warming, greenhouse effect, ozone layer depletion, and acid rain. *International Journal of Science Education*, 34(11), 1667-1686.
- Atam, O., & Tekdal, M. (2010). Fen ve teknoloji dersi ısı-sıcaklık konusunda hazırlanan simülasyon tabanlı bir yazılımın ilköğretim 5. sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına ve kalıcılığa etkisi. *Eğitim Teknolojileri Araştırma Dergisi*, 1(2).
- Atasoy, E. & Ertürk, H. (2008). İlköğretim öğrencilerinin çevresel tutum ve çevre bilgisi üzerine bir alan araştırması. *Erzincan Eğitim Fakültesi Dergisi*, 10(1), 105-122.
- Barak, M., Ashkar, M., & Dori, Y.J. (2011). Learning science via animated movies: Its effect on students' thinking and motivation. *Computers & Education*, 56, 839-846.
- Barnea, N., & Dori, Y.J. (1996). Computerized Molecular Modeling as a tool to improve chemistry teaching. *J. Chem. Inf. Comput. Sci.*, 36, 629-636.
- Barnea, N., & Dori, Y.J. (1999). High-School chemistry students' performance and gender differences in a computerized molecular modeling learning environment. *Journal of Science Education and Technology*, 8(4), 257-271.
- Bozdoğan, A.E. (2011). The effects of instruction with visual materials on the development of pre-service elementary teachers' knowledge and attitude towards global warming. *The Turkish Online Journal of Educational Technology (TOJET)*, 10(2), 218-233.
- Burke, K.A., Greenbowe, T.J., & Windschitl, M.A. (1998). Developing and using conceptual computer animations for chemistry instruction. *Journal of Chemical Education*, 75(12), 1658-1660.
- Büyüköztürk, Ş., Çakmak, E.K., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2009). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Ankara: Pegem Yayıncılık.
- Canpolat, N., Pınarbaşı, T., Bayrakçeken, S., & Geban, Ö. (2004). Kimyadaki bazı yaygın yanlış kavramalar. *GÜ, Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24(1), 135-146.
- Canpolat, N., & Pınarbaşı, T. (2011). Bazı kimya kavramlarına yönelik iki kademeli çoktan seçmeli bir testin geliştirilmesi ve uygulanması. *Erzincan Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(1), 55-80.
- Carey, S. (2000). Science education as conceptual change. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 21(1), 13-19.
- Cook, M.P. (2006). Visual representations in science education: the influence of prior knowledge and cognitive load theory on instructional design principles. *Science Education*, 90(6), 1073-1091.

- Cordero, E., (2000). Misconceptions in Australian students' understanding of Ozone depletion. *Melbourne Studies in Education*, 41(2), 85-97.
- Çabuk, B., & Karacaoğlu, C. (2003). Üniversite öğrencilerinin çevre duyarlıklarının incelenmesi. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 36(1-2), 189-198.
- Daşdemir, İ. (2006). *Animasyon kullanımının ilköğretim fen bilgisi dersinde akademik başarıya ve kalıcılığa olan etkisi*. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi.
- Daniel, B., Stanisstreet, M., & Boyes, E. (2004). How can we best reduce global warming? School students' ideas and misconceptions. *International Journal of Environmental Studies*, 61(2), 211-222.
- Dede, Y., & Yaman, S. (2008). Fen öğrenmeye yönelik motivasyon ölçeği: Geçerlik ve güvenirlik çalışması. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi (EFMED)*, 2(1), 19-37.
- Dooley, K. E., Stuessy, C., Magill, J., & Vasudevan, P. (2000). *Cognitive and affective outcomes of animation on asynchronous learning of agricultural science concepts*. A paper presented at the 27th annual National Agricultural Education Research Conference, 27, San Diego, CA
- Dori, Y.J., & Barak, M. (2001). Virtual and physical molecular modeling: Fostering model perception and spatial understanding. *Educational Technology & Society* 4(1), 61-74.
- Dove, J. (1996). Student teacher understanding of the greenhouse effect, ozone layer depletion and acid rain. *Environmental Education Research*, 2(1), 89-100.
- Erol, G.H., & Gezer, K. (2006). Prospective of elementary school teachers' attitudes toward environment and environmental problems. *International Journal of Environmental and Science Education*, 1(1), 65-77.
- Esgin, E., Keskin, K., Kırısan, M., & Pamukçu, B.S. (2011). *Elektronik oyunların algoritma geliştirme konusunda akademik başarıya, kalıcılığa ve motivasyona etkisi*. 5th International Computer & Instructional Technologies Symposium, 22-24 September 2011, Fırat University.
- Eymur, G., & Geban, Ö. (2011). An investigation of the relationship between motivation and academic achievement of pre-service chemistry teachers. *Education and Science*, 36(161), 246-254.
- Farmer, J., Knapp, D., & Benton G.M. (2007a). An elementary school environmental education field trip: long-term effects on ecological and environmental knowledge and attitude development. *The Journal of Environmental Education*, 38(3), 33-42.
- Farmer, J., Knapp, D., & Benton, G. M. (2007b). Effects of primary sources and field trip experience on the knowledge retention and impact of multicultural content. *Journal of Multicultural Education*, 14(3), 27-31.
- Fisher, K.M. (1985). A misconception in biology: amino acids and translation. *Journal of Research in Science Teaching*, 22(1), 53-62.
- Freedman, M.P. (1997). Relationship among laboratory instruction, attitude toward science, and achievement in science knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(4), 343-357.
- Genç, M. (2013). Öğretmen adaylarının bilgisayar animasyonları hakkında görüşleri: hücre ve dokular örneği. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 9(2), 288-300.
- Goll, J.G., & Woods, B.J. (1999). Teaching chemistry using the movie Apollo 13. *Journal of Chemical Education*, 76(4), 506-508.
- Groves, F.H., & Pugh, A.F. (1999). Elementary pre-service teacher perceptions of the greenhouse effect. *Journal of Science Education and Technology*, 8(1), 75-81.
- Guzzetti, B.J., Snyder, T.E., Glass, G.V., & Gamas, W.S. (1993). Promoting conceptual change in science: a comparative meta-analysis of instructional interventions from reading education and science education. *International Reading Association*, 28(2), 116-159.
- Hançer, A.H., & Yalçın, N. (2009). Fen eğitiminde yapılandırmacı yaklaşıma dayalı bilgisayar destekli öğretimin akademik başarı ve kalıcılığa etkisi. *C.Ü. Sosyal Bilimler Dergisi*, 33(1) 75-88.
- Harwood, W.S., & McMahon, M.M. (1997). Effects of integrated video media on student achievement and attitudes in high school chemistry. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(6), 617-631.

- Kahraman, S., Yalçın, M., Özkan, E., & Aggöl, F. (2008). Sınıf öğretmenliği öğrencilerinin küresel ısınma konusundaki farkındalıkları ve bilgi düzeyleri. *G.Ü. Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28(3), 249-263.
- Kelly, R.M., & Jones, L.L. (2007). Exploring how different features of animations of sodium chloride dissolution affect students' explanations. *Journal of Science Education and Technology*, 16(5), 413-429.
- Khalid, T. (2001). Pre-service teachers' misconceptions regarding three environmental issues. *Canadian Journal of Environmental Education*, 6, 102-120.
- Kılınc, A., Stanisstreet, M., & Boyes, E. (2008). Turkish students' ideas about global warming. *International Journal of Environmental & Science Education*, 3(2), 89-98.
- Kim, S., Yoon, M., Whang, S.-M., Tversky, B., & Morrison, J.B. (2007). The effect of animation on comprehension and interest. *Journal of Computer Assisted Learning*, 23, 260-270.
- Köse, S., Kaya, F., Gezer, K., & Kara, İ. (2011). Bilgisayar Destekli Kavramsal Değişim Metinleri: Örnek Bir Ders Uygulaması. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 29, 73-88.
- Lee, O., & Brophy, J. (1996). Motivational patterns observed in sixth-grade science classrooms. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(3), 585-610.
- Liarakou, G., Athanasiadis, I., & Gavrilakis, C. (2011). What Greek secondary school students believe about climate change? *International Journal of Environmental & Science Education*, 6(1), 79-98.
- Lowe, R.K. (2003). Animation and learning: selective processing of information in dynamic graphics. *Learning Instruction*, 13, 157-176.
- Marbach-Ad, G., Rotbain, Y., & Stavy, R. (2008). Using computer animation and illustration activities to improve high school students' achievement in molecular genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(3), 273-292.
- Mayer, R.E., & Anderson, R.B. (1992). The instructive animation: helping students build connections between words and pictures in multimedia learning. *J. Educ. Psychol.* 84, 444-452.
- Mayer, R.E. (1997). Multimedia learning: Are we asking the right questions? *Educational Psychologist*, 32(1), 1-19.
- Mayer, R.E. (1999). Multimedia aids to problem solving transfer. *International Journal of Educational Research*, 31, 611-623.
- Mayer, R.E., & Moreno, R. (2002). Animation as an aid to multimedia learning. *Educational Psychology Review*, 14(1), 87-99.
- McGregor, K.W., Griffeth, S.L., Wheat, T.L., & Byrd, J. (2004). *Using computer-generated animation as additional visual elaboration in undergraduate courses – student perceptions*. Proceedings of the 23rd Annual Western Region Agricultural Education Research Conference, Honolulu, Hawaii, 24.
- McMillan, J.H., & Schumacher, S. (2006). *Research in Education: Evidence Based Inquiry (6th Ed.)*. Boston: Pearson.
- Michail, S., Stamou, A.G., & Stamou, G.P. (2006). Greek primary school teachers' understanding of current environmental issues: An exploration of their environmental knowledge and images of nature. *Science Education*, 91(2), 244-259.
- Nahum, T.L., Hofstein, A., Mamlok-Naaman, R., & Bar-Dov, Z. (2004). Can final examinations amplify students' misconceptions in chemistry? *Chemistry Education: Research and Practice*, 5(3), 301-325.
- Nakhleh, M.B. (1992). Why some students don't learn chemistry. *Journal of Chemical Education*, 69, 191-196.
- O'Day, D.H. (2006). Animated cell biology: A quick and easy method for making effective, high-quality teaching animations. *CBE—Life Sciences Education*, 5, 255-263.
- Özgen, N. (2012). Öğretmen adaylarının çevre sorunlarına yönelik tutumları: Türkiye örneği. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 20(2), 403-422.
- Özgen, N. & Kahyaoğlu, M. (2011). Öğretmen adaylarının çevre sorunlarına yönelik tutumlarının çeşitli değişkenler açısından incelenmesi. *Kuramsal Eğitim Bilim Dergisi*, 5(2), 171-185.
- Özmen, H. (2004). Some student misconceptions in chemistry: A literature review of chemical bonding. *Journal of Science Education and Technology*, 13(2), 147-159.

- Özmen, H. (2008). The influence of computer-assisted instruction on students' conceptual understanding of chemical bonding and attitude toward chemistry: A case for Turkey. *Computers & Education*, 51, 423-438.
- Paivio, A. (1971). *Imagery and verbal processes*. New York: Holt, Rinehart and Winston
- Papadimitriou, V. (2004). Prospective primary teachers' understanding of climate change, greenhouse effect, and ozone layer depletion. *Journal of Science Education and Technology*, 13(2), 299-307.
- Pekdağ, B., & Le Marechal, J. (2007a). Bilimsel filmlerin hazırlanması. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi (EFMED)*, 1(1), 57-84.
- Pekdağ, B., & Le Marechal, J.-F. (2007b). Memorisation of information from scientific movies. In R. Pinto and D. Couso (Eds.), *Contributions from science education research* (pp. 199-210). Dordrecht, The Netherlands, Springer.
- Pekdağ, B., & Le Maréchal, J.-F. (2010). Movies in chemistry education. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 11(1), 1-19.
- Pekdağ, B. (2010). Kimya öğreniminde alternatif yollar: animasyon, simülasyon, video ve multimedya ile öğrenme. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 7(2), 79-110.
- Pekel, F.O., & Özay, E. (2005). Turkish high school students' perceptions of ozone layer depletion. *Applied Environmental Education & Communication*, 4(2), 115-123.
- Pilli, O. (2008). *The effect of computer assisted instruction on the achievement, attitudes and retention of fourth grade mathematics courses*. Middle East Technical University, The Department of Educational Sciences, Doctoral Thesis.
- Ratinen, I.J. (2011). Primary student-teachers' conceptual understanding of the greenhouse effect: a mixed method study. *International Journal of Science Education*, DOI:10.1080/09500693.2011.587845.
- Rieber, L.P. (1990). Animation in computer-based instruction. *Educational Technology Research and Development*, 38(1), 77-86.
- Rosen, Y. (2009). The effects of an animation-based on-line learning environment on transfer of knowledge and on motivation for science and technology learning. *Journal of Educational Computing Research*, 40(4), 451-467.
- Rotbain, Y. Marbach-Ad, G., & Stavy R. (2008). Using a computer animation to teach high school molecular biology. *Journal of Science Education and Technology*, 17, 49-58.
- Rye, J.A., Rubba, P.A., & Wiesenmayer, R.L. (1997). An investigation of middle school students' alternative conceptions of global warming. *International Journal of Science Education*, (19)5, 527-551.
- Sadık, F., & Sarı, M. (2010). Student teachers' attitudes towards environmental problems and their level of environmental knowledge. *Çukurova University Faculty of Educational Journal*, 3(39), 129-141.
- Schmidt, H.-J. (1997). Students' misconceptions - looking for a pattern. *Science Education*, 81(2), 123-135.
- Sezgin, M.E. (2002). *İkili kodlama kuramına dayalı olarak hazırlanan multimedya ders yazılımının fen bilgisi öğretimindeki akademik başarıya, öğrenme düzeyine ve kalıcılığa etkisi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Shepardson, D.P., Niyogi, D., Choi, S., & Charusombat, U. (2009). Seventh grade students' conceptions of global warming and climate change. *Environmental Education Research*, (15)5, 549-570.
- Spotts, J., & Dwyer, F.M. (1996). The effect of computer-generated animation on student achievement of different types of educational objectives. *International Journal of Instructional Media*, 23(4), 365-75.
- Sweller, J. (1994). Cognitive load theory, learning difficulty, and instructional design. *Learning Instruction*, 4, 295-312.
- Talib, O., Matthews, R., & Secombe, M. (2005). Computer-animated instruction and students' conceptual change in electrochemistry: Preliminary qualitative analysis. *International Education Journal, ERC2004 Special Issue*, 5(5), 29-42.

- Taylor, M., Duffy, S., & Hughes, G. (2007). The use of animation in higher education teaching to support students with dyslexia. *Computer & Education*, 49(1), 25-35.
- Tekkaya, C. (2003). Remediating high school students' misconceptions concerning diffusion and osmosis through concept mapping and conceptual change text. *Research in Science & Technological Education*, 21(1), 5-16.
- Tella, A. (2007). The impact of motivation on student's academic achievement and learning outcomes in mathematics among secondary school students in Nigeria. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 3(2), 149-156.
- Tortop, H.S. (2012). Üstün yetenekli öğrencilerle yenilenebilir enerji kaynakları ile ilgili anlamlı alan gezisi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 12(1), 181-196.
- Tüysüz, C. (2010). The effect of virtual laboratory on students' achievement and attitude in chemistry. *International Online Journal of Educational Sciences*, 2(1), 37-53.
- Tversky, B., Morrisony, J.B., & Betrancourt, M. (2002). Animation: can it facilitate? *Int. J. Human-Computer Studies*, 57, 247-262.
- Velazquez-Marcano, A., Williamson, V.M., Ashkenazi, G., Tasker, R., & Williamson, K.C. (2004). The use of video demonstrations and particulate animation in general chemistry. *Journal of Science Education and Technology*, 13(3), 315-323.
- Vermaat, H., Kramers-Pals, H., & Schank, P. (2003). *The use of animations in chemical education*. In Proceedings of the International Convention of the Association for Educational Communications and Technology (pp. 430 - 441). Association for Educational Communications and Technology, Anaheim, CA
- Wallace, J.D., & Mintzes, J.J. (1990). The concept map as a research tool: Exploring conceptual change in biology. *Journal of Research in Science Teaching*, 27(10), 1033-1052.
- Williamson, V.M., & Abraham, M.R. (1995). The effects of computer animation on the particulate mental models of college chemistry students. *Journal of Research in Science Teaching*, 32, 521-534.
- Williams, T.C., & Zahed, H. (1996). Computer-based training versus traditional lecture: Effect on learning and retention. *Journal of Business and Psychology*, 11(2), 297-310.
- Weiss, R.E., Knowlton, D.S., & Morrison, G.R. (2002). Principles for using animation in computer-based instruction: theoretical heuristics for effective design. *Computers in Human Behavior*, 18, 465-477.
- Yalın, H.İ. (2006). *Öğretim teknolojileri ve materyal geliştirme*. Nobel Yayın Dağıtım: Ankara
- Yang, E., Andre, T., Greenbowe, T.J., & Tibell, L. (2003). Spatial ability and the impact of visualization/animation on learning electrochemistry. *International Journal of Science Education*, 25(3), 329-349.
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2006). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Yılmaz, M., & Akkoyunlu, B. (2006). The effect of different learning environments on retention. *Eurasian Journal of Educational Research*, 23, 209-218.