



HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı

FOTOSENTEZ KONUSUNDA ANİMASYON GELİŞTİRİLMESİ VE ANİMASYON
KULLANIMININ ÖĞRENCİ BAŞARISINA ETKİSİ

Ersen AKTAŞ

Yüksek Lisans Tezi

Ankara, 2023

Liderlik, araştırma, inovasyon, kaliteli eğitim ve değişim ile

Daha ileriye... En iyiye...



Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı

FOTOSENTEZ KONUSUNDA ANİMASYON GELİŞTİRİLMESİ VE ANİMASYON
KULLANIMININ ÖĞRENCİ BAŞARISINA ETKİSİ

THE EFFECT OF ANIMATION DEVELOPMENT AND ANIMATION USE ON STUDENT
SUCCESS IN THE SUBJECT OF PHOTOSYNTHESIS

Ersen AKTAŞ

Yüksek Lisans Tezi

Ankara, 2023

Kabul ve Onay

Eğitim Bilimleri Enstitüsü M¼d¼rl¼đ¼ne,

Ersen AKTAŞ'ın hazırladığı "FOTOSENTEZ KONUSUNDA ANİMASYON GELİŞTİRİLMESİ VE ANİMASYON KULLANIMININ ÖĞRENCİ BAŞARISINA ETKİSİ" başlıklı bu çalışma j¼rimiz tarafından **Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalında Y¼ksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

J¼ri Başkanı Prof. Dr. Cem GERÇEK İmza

J¼ri Üyesi (Danışman) Prof. Dr. Esin ATAV İmza

Dr. Öğr. Üyesi Bahattin İmza

J¼ri Üyesi Deniz ALTUNOĐLU

Bu tez Hacettepe Üniversitesi Lisans¼st¼ Eğitim, Öğretim ve Sınav Y¼netmeliđi'nin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki j¼ri üyeleri tarafından 12 / 06 / 2023 tarihinde uygun g¼r¼lm¼ř ve Enstit¼ Y¼netim Kurulunca / / tarihi itibarıyla kabul edilmiştir.

Prof. Dr. İsmail Hakkı MİRİCİ
Eğitim Bilimleri Enstitüsü M¼d¼r¼

Öz

Bu çalışmada, fotosentez konusunda 3 boyutlu animasyon geliştirmek, geliştirilen bu animasyonun 12. sınıf öğrencilerinin akademik başarıları üzerine etkisini incelemek ve animasyon kullanımı hakkında öğrenci görüşlerini tespit etmek amaçlanmıştır. Animasyon, Autodesk Maya 2023 ve Adobe After Effects 2022 programları kullanılarak, 3 boyutlu eğitsel bir materyal olarak geliştirilmiştir. Örnekleme yöntemi olarak seçkisiz olmayan örnekleme yöntemlerinden kolay ulaşılabilir örnekleme kullanılmıştır. Çalışma grubunu 2022-2023 eğitim öğretim yılı, Kayseri ilinde öğrenim gören 108 12. sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Araştırma deseni olarak ön test son test kontrol gruplu deneysel desen kullanılmıştır. Deney grubunda 54 kontrol grubunda 54 öğrenci yer almıştır. Deney grubunda animasyon destekli öğretim yöntemi, kontrol grubunda ise Biyoloji Öğretim Programında yer alan şekliyle dersler işlenmiştir. Araştırmada, öğrencilerin akademik başarıları, fotosentez konusunda geliştirilen başarı testi ile ölçülmüştür. Bu test kontrol ve deney gruplarında ön test ve son test olarak uygulanmıştır. Ayrıca deney grubundaki öğrencilerin üç boyutlu fotosentez animasyonuna ilişkin düşüncelerini belirlemek amacıyla "3B Fotosentez Animasyonuna Yönelik Açık Uçlu Sorular" bu gruba uygulanmıştır. Verilerin analizi için "Python 3.10" programlama dilindeki "Statistical functions (scipy.stats)" fonksiyonundan yararlanılmıştır. Araştırma verilerinin analizi için Kolmogorov-Smirnov benzerlik testi, Cohen's d etki büyüklüğü testi, Shapiro-Wilk normal dağılım testi ve Non-Parametrik Mann Whitney-U anlamlılık testi kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar, deney grubunun kontrol grubuna göre, istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde daha yüksek bir başarı gösterdiğini ortaya koymaktadır. Bu nedenle, geliştirilen animasyonun fotosentez konusunda öğrenci başarısı üzerinde olumlu bir etkisi olduğu sonucuna varılmıştır. Derslerde animasyonların kullanımına yönelik olarak olumlu görüşler ifade edilmiştir. Bu çalışmanın sonucunda, animasyonun öğrenci başarısı üzerindeki etkisini araştıran başka çalışmaların yapılması önerilmiştir.

Anahtar sözcükler: fotosentez, üç boyutlu (3B) animasyon, biyoloji öğretimi, materyal geliştirme, python veri analizi

Abstract

The study aimed to develop a 3D animation on photosynthesis, assess its impact on 12th-grade students' academic achievements, and gauge student opinions on its usage. The animation was created as an educational tool in 3D using Autodesk Maya 2023 and Adobe After Effects 2022 software. Convenient sampling, a non-probability sampling method, was employed. The study group comprised 108 12th-grade students studying in Kayseri province during the 2022-2023 academic year. The research design followed a pre-test post-test control group experimental design, with 54 students in the experimental group and 54 in the control group. The experimental group received instruction using the animation-supported teaching method, while the control group followed the regular Biology curriculum. Academic achievements were assessed using a photosynthesis-specific achievement test administered as a pre-test and post-test for both groups. Additionally, the experimental group answered open-ended questions about the 3D photosynthesis animation. Data analysis utilized the "Statistical functions (scipy.stats)" module in Python 3.10. Statistical tests included Kolmogorov-Smirnov goodness-of-fit, Cohen's d effect size, Shapiro-Wilk normality, and Non-Parametric Mann Whitney-U tests. The results revealed significantly higher academic success in the experimental group compared to the control group, suggesting a positive impact of the developed animation on student achievement in photosynthesis. Students expressed favorable views on the use of animations in lessons. Based on these findings, further research investigating the impact of animation on student achievement is recommended.

Keywords: photosynthesis, three-Dimensional (3D) animation, biology education, material development, python data analysis

Teşekkür

Bu tezin hazırlanması sırasında bana yol gösteren, her adımda destekleyen, özverili çalışmalarıyla tezimin başarılı bir şekilde tamamlanmasında katkı sağlayan değerli danışmanım Prof. Dr. Esin ATAV' öncelikle en derin teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca, moral ve motivasyonumun hep yüksek olmasını sağlayan, yüreğindeki sevgi ve destekle her zaman yanımda olan sevgili eşim Fatma AKTAŞ' a, Kızımın her gülüşü, her söylediği kelime beni her zaman destekledi ve tezimi tamamlama konusunda cesaret verdi. Yeri geldiğinde beraber animasyon yaptığımız, minik meleğim Arya İnci AKTAŞ 'a sevgiyle teşekkür ediyorum.

Ailem ise bana hayat boyu destek veren en büyük güç kaynaklarımdan oldu. Onların her zaman yanımda olduğunu bilmek, tezimi başarıyla tamamlamamda beni destekleyen en büyük faktörlerden biriydi. Kendilerine şükranlarımı sunuyorum.

Tezimin tamamlanmasında her türlü yardımı esirgemeyen, tüm arkadaşlarıma ve öğretmenlerime teşekkürlerimi sunarım.

Ersen AKTAŞ

İçindekiler

Kabul ve Onay.....	ii
Öz.....	iii
Abstract.....	v
Teşekkür.....	vi
Tablolar Dizini.....	x
Şekiller Dizini.....	xi
Simgeler ve Kısaltmalar Dizini.....	xii
Bölüm 1 Giriş.....	1
Problem Durumu.....	4
Araştırmanın Amacı ve Önemi.....	5
Araştırma Problemi.....	6
Sayıltılar.....	7
Sınırlılıklar.....	7
Tanımlar.....	7
Bölüm 2 Araştırmanın Kuramsal Temeli ve İlgili Araştırmalar.....	9
Öğrenme Sürecinde Animasyonların Etkisi ve Kullanımı.....	9
Biyoloji Eğitiminde Teknolojinin Önemi.....	10
Biyoloji Eğitiminde Animasyon Kullanımı.....	12
Üç Boyutlu (3B) Animasyon.....	13
Senaryo.....	14
Storyboard (Taslak Çizim).....	15
Render.....	16
Seslendirme.....	16
Post-Prodüksiyon (Son Düzenleme).....	17
Bölüm 3 Yöntem.....	19

Araştırmanın Yöntemi	19
Araştırmanın Çalışma Grubu	19
Veri Toplama Süreci.....	20
Veri Toplama Araçları	20
Verilerin Analizi	23
Üç Boyutlu Animasyonun Geliştirme Süreci	24
Müdahale gruplarının belirlenmesi	28
Uygulama Süreci.....	29
Bölüm 4 Bulgular, Yorumlar ve Tartışma.....	32
Deney ve Kontrol Gruplarının Betimsel İstatistiklerine İlişkin Bulgular	32
Yorumlar	44
Tartışma.....	45
Bölüm 5 Sonuç ve Öneriler.....	48
Sonuç.....	48
Öneriler	50
Kaynaklar	51
EK-A: Fotosentez Başarı Testi (FBS)	xiii
EK-B: Üç Boyutlu Fotosentez Animasyonuna İlişkin Açık Uçlu Sorular	xv
EK-C: Storyboard	xvi
EK-Ç: Uygulama Sırasında Çekilen Fotoğraf	xxiii
EK-D: Geliştirilen 3 Boyutlu Animasyon Görselleri	xxiv
EK-E: Python Kodları	xxvii
EK-F: Araştırma Etik Komisyon İzin Muafiyeti Formu/ Araştırma Etik Komisyonu Onay Bildirimi	xxx
EK-G: Etik Beyanı	xxxi
EK-Ğ: Yüksek Lisans/Doktora Tez Çalışması Orijinallik Raporu	xxxii

EK-H: Thesis/Dissertation Originality Report.....	xxxiii
EK-I: Yayımlama ve Fikrî Mülkiyet Hakları Beyanı	xxxiv

Tablolar Dizini

Tablo 1 <i>Fotosentez Başarı Testi İstatistikî Bilgiler</i>	21
Tablo 2 <i>Fotosentez Başarı Testi Madde Analizi</i>	22
Tablo 3 <i>Deney ve Kontrol Grubu Ön-test Puanlarına İlişkin Betimsel İstatistikler</i> 32	
Tablo 4 <i>Deney ve Kontrol Grubu Ön-Test Puanlarına İlişkin Uygulanan Test Sonuçları</i>	35
Tablo 5 <i>Deney ve Kontrol Grubu Son-Test Puanlarına İlişkin Betimsel İstatistikler</i>	37
Tablo 6 <i>Deney ve Kontrol Grubu Son-Test Puanlarına İlişkin Uygulanan Test Sonuçları</i>	40
Tablo 7 <i>Deney ve Kontrol Gruplarının Ön-Son Test Puanları Arasındaki Farklar</i>	41

Şekiller Dizini

Şekil 1 <i>Fotosentez Başarı Testi Puanlarının Dağılım Frekansları</i>	21
Şekil 2 <i>Deney Grubu Ön Test Histogramı</i>	34
Şekil 3 <i>Kontrol Grubu Ön Test Histogramı</i>	34
Şekil 4 <i>Deney ve Kontrol Grubu Ön Test Kutu Grafiği</i>	34
Şekil 5 <i>Deney Grubu Son Test Histogramı</i>	38
Şekil 6 <i>Kontrol Grubu Son Test Histogramı</i>	38
Şekil 7 <i>Deney ve Kontrol Grubu Son Test Kutu Grafiği</i>	39

Simgeler ve Kısaltmalar Dizini

FBT: Fotosentez Başarı Testi

FPS: Frame Per Second

K-S Testi: Kolmogorov-Smirnov testi

ÜBFAIS: Üç Boyutlu Fotosentez Animasyonuna İlişkin Açık Uçlu Sorular

Bölüm 1

Giriş

Canlı varlıklar, geniş bir yelpazede değişebilir ve çok çeşitli yaşam formlarına sahip olabilirler. Ne olursa olsun, canlı varlıklar yaşamak için solunum, boşaltım, büyüme ve gelişme, üreme gibi ortak birçok özellik paylaşırlar. Her canlı, metabolizmasını sürdürebilmek için bir enerji kaynağına ihtiyaç duyar. Dünya üzerindeki en büyük enerji kaynağı güneştir. Güneş enerjisi, hücrelerinde klorofil bulunan organizmalar tarafından kullanılır. Bu organizmalar, güneş enerjisini organik besin moleküllerine dönüştüren canlı varlıklardır. Bitkiler de bu organizmalar arasında yer alırlar. Bitkiler, fotosentez yoluyla ihtiyaç duydukları organik maddeleri üretebilirler.

Fotosentez, ışık enerjisinin organik besin moleküllerinin kimyasal bağ enerjisine dönüştürüldüğü bir süreçtir. Bu süreç, hücrelerinde klorofil bulunan ototrof organizmalarda gerçekleşir. Klorofil, bitkilerin yapraklarında bulunur ve güneş enerjisini alır ve kullanır. Fotosentez sürecinde, bitkiler CO₂ ve suyu kullanır ve bunları organik besin ve oksijene dönüştürürler. Bu süreçte, bitkiler aynı zamanda oksijen üretirler. Bu oksijen, diğer canlıların solunum için gerekli olan oksijen olarak kullanılır (Rabago, Joaquin, Lagunzad ve Carvajal, 2003).

Bitkiler, fotosentezle hem kendi ihtiyaçları için hem de diğer canlılar için organik madde ve oksijen üretirler. Bu nedenle, bitkiler ekosistemin temel taşlarından biridir ve hayatın devamlılığı için çok önemlidir.

Biyoloji dersleri, öğrencilere zorluklar yaşatabilen mikroskobik olayların sayısı ve kompleksliği nedeniyle öğrencilerin bu ders konularını anlaması zor olabilir. Bu durum, öğrencilerin derslerde başarısız olmalarına ve ilgilerini kaybetmelerine neden olabilir (Henderson ve Beichner, 1994; Cooper ve Robinson, 1995). Özellikle, mikroskobik olayların soyut olduğu ve gözlenmelerinin zor olabileceği düşünülmektedir (Schwartz, 2004).

Bu nedenle, literatürde öğretmenlerin öğrencilere somut örnekler sunması ve uygulamalı dersler düzenlemeleri önerilmektedir. Örneğin, öğrencilerin hücre yapısını ve işleyişini gerçek hayatta gözlemlmeleri ve uygulamalı dersler yapmaları, bu konuyu daha kolay anlamalarına ve ilgilerini korumalarına yardımcı olabilir (Felder ve Silverman, 1988; Dufresne ve Gerace, 1999). Ayrıca, öğrencilere konuları özelleştirmek için farklı öğrenme yolları sunmak da öğrencilerin konuyu anlamasına ve başarılı olmasına yardımcı olabilir (Felder ve Silverman, 1988; Dufresne ve Gerace, 1999).

Fotosentez, canlı varlıkların enerji üretimine dayalı olarak yaşamlarını sürdürebilmelerini sağlayan bir süreçtir. Ancak, öğrencilere bu konuyu anlatmak, öğretmenler için büyük bir zorluktur. Çünkü eğitimciler fotosentezin biyoloji derslerinde en zor konulardan biri olduğunu vurgulamaktadır (Eisen ve Stavy, 1992). Öğrencilerin fotosentez konusunu anlamasını sağlamak için öğretmenlerin, anlamayı kolaylaştıran farklı öğrenme yöntemleri kullanmaları gerekmektedir. Öğrencilerin, fotosentez sürecinin nasıl gerçekleştiğini göstermek için örneklerle desteklenmiş aktiviteler yapmaları, öğrenme sürecini kolaylaştırabilir.

Öğretmenler, fotosentezin öğrenciler için anlaşılması zor olduğunu ve bu konunun onlar için de öğretmenliği zorlaştırdığını ifade etmektedirler (Bahar, Johnstone ve Hansell, 1999). Ancak, fotosentezin önemi ve gerekliliği unutulmamalıdır. Fotosentez, inorganik maddeleri organik bileşiklere dönüştürerek heterotrof organizmalar için kullanılabilir hale getirir ve ekosistemler için hayati bir rol oynar (Dubay, Sheldon ve Anderson, 2006). Bu nedenle, öğrencilerin fotosentez konusunu anlamaları ve kavramlarını doğru bir şekilde öğrenmeleri önemlidir. Ancak, fotosentez süreci oldukça karmaşık ve soyut olduğu için, öğrenciler kavram ve anlama yanılgılarına sahip olabilirler, bu nedenle, öğretmenler, fotosentez konusunu anlatırken öğrencilere kavramları somut örneklerle ilişkilendirmeleri ve pratik uygulamalarla desteklemelidirler (Eisen ve Stavy, 1992).

Dubay, Sheldon ve Anderson (2006) tarafından yapılan bir çalışma, öğrencilerin bitkilerin beslenmesiyle ilgili yanlışlarını tespit etmiştir. Araştırmaya göre, birçok öğrenci bitkilerin su ve minerallerle beslendiğini düşünmektedir. Bununla birlikte, öğrencilerin fotosentez sürecini tam olarak anlamadıkları da ortaya çıkmıştır.

Fotosentez, öğrencilerin zor anladığı bir konu olması açısından öğretmenliği ve fotosentezin öğrenimini zorlaştıran bir konudur (Barak, Sheva, Gorodetsky ve Gurion, 1999). Barak ve arkadaşları (1999), fotosentezin sadece sözcükler ve kavramlar ile sınırlı olmadığını, aynı zamanda anlamın da önemli olduğunu vurgulamaktadır. Bu nedenle, öğretmenler anlama engelini aşmak ve öğrencilere fotosentezi etkili bir şekilde öğretmek için farklı öğretme stratejileri kullanmalıdır. Bu amacı gerçekleştirmek için, öğretim materyallerinin kullanımı gereklidir. Nwike ve Onyejebu (2013) tarafından belirtildiği gibi, öğretim materyallerinin kullanımı, öğrencilere konuyu daha iyi anlamalarına ve daha etkili öğrenmelerine yardımcı olacaktır.

Agun (1992), eğitimciler ve öğrenciler için faydalı olan ve böylece öğrenmeyi en üst düzeye çıkaran kaynaklar olarak öğretim materyallerini tanımlamaktadır. Fotosentez konusunda kullanılacak birçok öğretim materyali örneği vardır. Vikstrom (2008), gerçek bir bitki türünün kullanımının öğrencilerin anlayışını artırabileceğini önermektedir.

Öğretimde kullanılan modeller, bir olguya ilişkin ana fikirleri vurgulayabilen görsel bir yardımcıdır (McIlrath ve Huitt, 1995). Gage ve Berliner (1992) modellerin, konunun görsel bir temsili olarak, kesin ve yararlı bir bilgi sembolü sağladığını ve soyut konunun anlaşılmasını kolaylaştırdığını belirtmiştir.

Atik (2010), Derslerinde deneysel yöntemin kullanımının sunum yöntemine göre daha etkili olduğunu ve bu nedenle rehber materyal olarak geliştirilen deneylerin kullanılmasının önemli olduğunu vurgulamıştır.

Fotosentez konusunda, ders materyalleri olarak hazırlanan iki boyutlu görseller, modeller, renkli asetatlar, sunular ve kavram haritaları gibi öğretim materyallerine ek olarak, öğrencilere farklı bir öğrenme deneyimi sunmak amacıyla 3 boyutlu animasyon hazırlanmıştır.

Öğrencilerin fotosentez sürecini anlamaları, öğrenme süreçleri için önemlidir. Bu nedenle, fotosentez sürecini anlamada öğrencilerin başarısını arttırmak amacıyla animasyon kullanımı incelenmiştir. Capuno ve Suana (2016) tarafından yapılan bir çalışmada, animasyon kullanımının öğrencilerin fotosentez konusunda daha iyi anlama ve dolayısıyla daha yüksek başarı oranları elde etmelerine yardımcı olduğu gösterilmiştir. Bu nedenle, animasyonların öğrenme sürecinde kullanılmasının öğrencilerin fotosentez sürecini daha etkili şekilde anlamalarına ve öğrenmelerine katkı sağlayabileceği düşünülmektedir.

Fotosentez konusu birbirini izleyen olayları içeren ve bir sürecin anlatılmasını gerekli kılan ve biyoloji dersi açısından en temel konular arasında yer aldığından mevcuttan olandan farklı öğretim materyalleri ile desteklenmesi gereken konuların başında gelmektedir. Belli bir süreci anlatan konuların takip edilmesi ve tamamının hemen anlaşılması zor olduğundan 3D Animasyon gibi süreç anlatımına uygun olan öğretim materyallerinin geliştirilmesi ve kullanılması bu çalışmanın amacını oluşturmaktadır.

Problem Durumu

Fotosentez inorganik maddeleri organik bileşiklere dönüştürerek heterotrof organizmalar için kullanılabilir hale getirir ve ekosistemler için hayati bir rol oynar. Bu nedenle, öğrencilerin fotosentez konusunu anlamaları ve kavramlarını doğru bir şekilde öğrenmeleri önemlidir. Ancak, fotosentez süreci oldukça karmaşık ve her olay soyut olduğu için, öğrenciler kavram ve anlama yanılıklarına sahip olabilirler.

Bu nedenle, öğretmenler fotosentez konusunu anlatırken öğrencilere kavramları somut örneklerle desteklemeleri ve farklı öğrenme tarzlarını kullanmaları gerektiğini unutmamalıdır. Örneğin, görsel materyaller kullanarak fotosentez sürecini anlatmak, öğrencilere konuyu daha iyi anlamalarını sağlayabilir. Aynı şekilde, öğrencilere fotosentez sürecini gerçek hayatta nasıl gözlemleyebilecekleri hakkında bilgi vermek, konuyu daha somut hale getirecektir. Öğrencilere fotosentez sürecini modellemek veya gerçekleştirmek için fırsatlar sunmak da öğrenmelerini kuvvetlendirecektir. Özellikle, öğrencilerin kavramları uygulamak veya yapılandırmak için fırsatlar sunmak, konuyu daha iyi anlamalarını ve daha uzun süre hatırlamalarını sağlayacaktır. Çekbaş, Yakar, Yıldırım ve Savran (2003), Katırcıoğlu ve Kazancı (2003), Tutaysalgır (2006) ve White ve Bodner (1999) gibi birçok yurtiçi ve yurtdışında yapılmış araştırma, animasyon kullanımının kavramları anlama, akılda kalıcılığı ve akademik başarı üzerinde olumlu bir etkisi olduğunu göstermektedir. Öğrencilerin fotosentez konusunu anlamalarını ve kavramları uygulamalarını sağlamak için öğretmenlerin öğrenme tarzlarına ve öğrenme hedeflerine uygun öğretim yöntemleri kullanması gerekir. Bu çalışmada, fotosentez konusunda animasyon geliştirilerek, animasyonun öğrenci başarısına etkisi incelenmiştir.

Araştırmanın Amacı ve Önemi

Bu çalışma, öğrencilerin fotosentez konusunu daha iyi anlamalarını sağlamak için üç boyutlu bir animasyon geliştirmeyi amaçlamaktadır. Ayrıca, deney grubu ve kontrol grubu arasında gerçekleştirilen Fotosentez Başarı testi ile elde edilen puan farklılıklarını analiz ederek üç boyutlu animasyonun öğrencilerin fotosentez konusunu anlama düzeyine olan etkisini incelemektedir. Bu animasyon, fotosentez sürecini görsel olarak anlatmayı ve öğrencilerin konuya daha derinlemesine hâkim olmalarını sağlamayı hedeflemektedir. Böylelikle, animasyonun ders başarısı üzerindeki etkisi belirlenerek, alternatif materyallerin öğrencilerin konuyu anlamalarını artırma potansiyeli ortaya konulacaktır. Ayrıca, deney grubunda "Üç Boyutlu Fotosentez Animasyonuna İlişkin Açık Uçlu Sorular" testi uygulanmış

ve bu test sonuçları nitel olarak değerlendirilmiştir. Öğrencilerin animasyon hakkındaki görüşleri tespit edilmesi amaçlanmıştır.

Daha önce yapılan araştırmalar, animasyonların öğrenmeyi kolaylaştırdığını ve kavram öğretiminde başarıya etkisinin olduğunu göstermektedir (Bayram ve Koçak, 2013; Çelik, 2007; Daşdemir ve Doymuş, 2012; Efe, 2015; Emrahoğlu ve Bülbül, 2010). Ancak bu çalışma, Türkçe olarak özgün bir şekilde 3 boyutlu olarak geliştirilen animasyon materyalinin ücretsiz veya düşük maliyetli bir şekilde okullara veya öğretmenlere sunulabilecek olmasıyla öne çıkmaktadır. Bu durum, çalışmanın soyut ve zor bir konu olan fotosentez konusunu daha anlaşılır hale getirme potansiyeline sahip olduğunu vurgulamaktadır. Animasyonun etkisinin test edilmesi, eğitim ortamlarında sınırlı kaynaklara sahip olan bölgelerde dahi etkili bir öğretim aracının sunulabilmesi açısından büyük önem taşımaktadır.

Araştırma Problemi

Fotosentez konusunda geliştirilen 3 boyutlu animasyonun öğrencilerin fotosentez konusunu öğrenmedeki başarısına etkisi nedir ve öğrencilerin animasyon hakkındaki görüşleri nelerdir? Bu problem doğrultusunda, araştırmacının amacı fotosentez konusunun animasyonla öğretimini, biyoloji öğretim programında yer aldığı şekliyle olan öğretimle karşılaştırmaktır. Çalışmada öğrenci başarısının animasyon kullanımı ile ilişkisi incelenmiştir. Bu problem, öğrencilerin dersleri daha kolay anlamalarını ve öğrenmelerini sağlamaya yöneliktir. Bu araştırma sonucunda, animasyon kullanımının öğrenci başarısına etkisi ve öğrenci görüşleri ortaya konulmaya çalışılacaktır.

Alt Problemler

- 1- Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin fotosentez başarı testi öntest puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
- 2- Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin fotosentez başarı testi öntest ile sontest puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?

3- Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin fotosentez başarı testi sonuç puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?

4- Geliştirilen 3 boyutlu animasyon ile yapılan öğretim uygulamasına katılan deney grubu öğrencilerinin bu öğretim yöntemine ve animasyona ilişkin görüşleri nelerdir?

Sayıtlılar

1- Örneklem gruplarının yapılan testlerine verdikleri cevapların samimi ve ciddi olduğu varsayılmaktadır.

2- Deney ve Kontrol grupları arasında bir etkileşim olmadığı varsayılmaktadır.

3- Deney grubu ile kontrol grubu arasında, kontrol edilemeyen değişkenlerin eşit derecede etkisi olduğu varsayılmaktadır.

Sınırlılıklar

1- Bu çalışma, 2022-2023 eğitim öğretim yılının bahar dönemiyle sınırlıdır.

2- Bu çalışma, Biyoloji dersinde 12. sınıflarda öğretilen Canlılarda Enerji Dönüşümleri ünitesinin fotosentez bölümüyle sınırlıdır.

3- Bu çalışma Kayseri ilinde öğretim gören 108 öğrenci ile sınırlıdır.

Tanımlar

Fotosentez: Bitkilerin enerji üretim sürecidir, ışık enerjisi kullanarak karbondioksit ve sudan organik besin yapımıdır.

Animasyon: Hareketli görseller veya resimlerin bir sıralaması veya bir film şeridi şeklinde gösterimidir.

3 boyutlu animasyon: Bilgisayar grafikleri kullanarak üç boyutlu objelerin ve karakterlerin hareketlerinin, olayların ve sahnelerin tasarlanması, oluşturulması ve görselleştirilmesi işlemidir.

Render: 3B modelin veya sahnenin dijital olarak işlenerek, final görüntünün oluşturulması işlemidir.

FPS (Frame Per Second): saniyede görüntülenen kare sayısını ifade eder.

Bölüm 2

Araştırmanın Kuramsal Temeli ve İlgili Araştırmalar

Öğrenme Sürecinde Animasyonların Etkisi ve Kullanımı

Animasyon, birkaç resim veya diğer görsellerin arka arkaya getirilerek oluşturulan bir film şeklinde görüntülerin birbirlerine geçişi ile oluşturulan hareketli görüntülerdir (Alonso ve Mayer, 2004). Animasyon, tek tek resimleri veya hareketsiz nesnelere gösterim sırasında devinim duygusu verecek şekilde düzenleyip filme aktarma işidir (Özön, 2000). Türk Dil Kurumu Sözlüğü 'ne göre animasyon canlandırma olarak tanımlanmış ve tek tek resimleri veya hareketsiz cisimleri gösterim sırasında hareket duygusu verebilecek biçimde düzenleyip filme aktarma işlemi olarak belirtilmiştir (TDK, 2006). Ayrıca canlandırma, yaşamda devinen tüm nesnelere veya canlıların anlık görüntülerinin çizim aşamasından sonra teknolojik işlemlerle devinen imajlara dönüştürülmesi işlemidir (Sezgin, 1990, s. 192).

Animasyon teknolojisi sadece eğlence amaçlı kullanılmıyor, aynı zamanda eğitim alanında da önemli bir yer edinmiştir. Animasyonlar, öğrencilerin soyut kavramları anlamalarına yardımcı olmak için sık sık kullanılır. Animasyonun eğitimde kullanımı öğrencilerin kavrayışını ve bilginin kalıcılığını artırırken, görsel zekâyâ hitap ederek öğrenmelerine katkı sağlar. Yapılan araştırmalar, animasyon kullanımının eğitimde kalıcı öğrenmeye yüksek pozitif etkisi olduğunu ortaya koymaktadır (Pezdek ve Steven, 1984; Clary, 1997; Mayes, 1993; Daşdemir, 2006).

Animasyonlar, öğrenme sürecinde öğrencilerin dikkatini çekmek ve öğrenmelerini kolaylaştırmak amacıyla, formal ya da informal olan öğrenmelere yardımcı olmak için kullanılmaktadır. Animasyonların, öğrencilerin daha iyi anlama ve konunun hafızalarında daha uzun süre kalıcı olma ihtimalini artırdığı gösterilmiştir. Hsiao ve Hsiao'nun (2015) yaptığı bir çalışmada, animasyonun bilgisayar programlama öğreniminde öğrencilerin başarısını artırdığı görülmüştür. Animasyonun öğrenme sürecindeki etkisi konusunda

yapılan çalışmaların sonuçları, öğrenme sürecinde animasyonun etkisinin ne derecede olduğunu daha net bir şekilde ortaya koymaktadır.

Öğrenme sürecinde animasyonun etkisi hakkında yapılan araştırmalar incelendiğinde, animasyonların öğrenci başarısı üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olduğu görülmektedir (Hsiao ve Hsiao, 2015; Mayer ve Moreno, 2003). Animasyonların, öğrencilerin dikkatini çekme düzeyini arttırdığı ve öğrenme sürecini kolaylaştırdığı tespit edilmiştir (Rieber, 1990). Animasyonun, etkili bir öğrenme ortamı oluşturduğu da belirlenmiştir (Holmes ve Mayer, 2006). Clark ve Mayer (2012) tarafından yapılan bir çalışmada ise animasyonun bilgi transferine katkıda bulunduğu gösterilmiştir.

Animasyonların eğitimde kullanımının öğrencilerin tutum ve akademik başarılarında belirgin bir şekilde artış sağladığı belirlenmiştir. (Çepni vd., 2006; Katırcıoğlu ve Kazancı, 2003; Powel-Aeby ve Carpenter-Aeby, 2003; Rowe ve Gregor, 1999). Birçok araştırma, animasyon destekli öğretimin biyoloji, kimya, fizik ve yabancı dil eğitiminde diğer yöntemlere kıyasla daha etkili olduğunu, öğrencilerin motivasyonunu artırdığını, öğrenmelerine olumlu katkı sağladığını ve bilimsel süreç becerilerinin gelişimine yardımcı olduğunu göstermektedir. (Bosco, 1986; Fletcher, 1989, 1990; Khalili ve Shashaanib, 1994; Kulik vd., 1980; Kulik vd., 1983; Kulik vd., 1985; Kulik vd., 1986).

Biyoloji Eğitiminde Teknolojinin Önemi

Biyoloji eğitimi, doğal dünyanın ve yaşamın incelenmesine odaklanır ve öğrencilere bu alanlarda temel bilgileri öğretir. Ancak, biyoloji eğitiminde teknolojinin önemi sadece bilgi aktarımını kolaylaştırmakla sınırlı değildir. Antonoglou, Charistos ve Sigalas (2011) tarafından yapılan bir çalışmada, moleküler simetri konusunda teknoloji destekli bir karma dersin tasarımı, geliştirilmesi ve uygulanması incelenmiş ve öğrencilerin bu dersin sonuçlarına ve tutumlarına olumlu etkileri olduğu bulunmuştur. Turkoguz (2012) ise görsel medya araçlarını kullanarak kimya öğretmeyi öğrenmenin, tutum ve motivasyon açısından

olumlu sonuçlar verdiğini belirtmiştir. Bu şekilde, teknolojinin sağladığı araçlar, öğrencilerin derslere olan ilgilerini artırır ve öğrenme deneyimlerini daha heyecan verici ve ilgi çekici hale getirir.

Bilgisayar destekli eğitim, biyoloji öğreniminde teknolojinin en belirgin örneğidir. Öğrencilerin biyolojik sistemleri ve süreçleri daha kolay anlamalarını sağlar ve genellikle zorlu materyalleri daha anlaşılır bir şekilde sunar. Örneğin, 3D animasyonlar, öğrencilere canlılardaki karmaşık yapıları ve işlevleri görselleştirerek öğrenme sürecini kolaylaştırır. (Capuno ve Suana, 2016).

Diğer bir teknolojik araç ise laboratuvar cihazlarıdır. Biyoloji laboratuvarları, canlıların yaşam süreçlerinin incelenmesinde hayati bir rol oynar. Ancak bazı laboratuvar deneyleri pahalı ve zorlu olabilir. Bu nedenle, sanal laboratuvarlar, öğrencilerin biyolojik süreçleri incelemesini sağlar ve öğrencilerin laboratuvar deneyimi kazanmasını kolaylaştırır. (Güngör ve Özkan, 2017; Yanto ve Edi, 2014).

Bununla birlikte, teknoloji sadece öğrencilere biyoloji öğrenmeleri için araçlar sağlamakla kalmaz, aynı zamanda biyolojik araştırmaların da gelişmesine katkıda bulunur. Örneğin, DNA dizileme teknolojisi, biyolojik dünyanın anlaşılmasını önemli ölçüde ilerlettiği görülmüştür. Bu teknoloji, canlıların genetik yapılarının incelenmesini ve genlerin işlevlerinin anlaşılmasını kolaylaştırmıştır. (Mehta ve Mehta, 2017).

Biyoloji eğitiminde teknolojinin önemi büyüktür. Teknolojinin sağladığı araçlar, öğrencilerin biyolojiye olan ilgisini artırır ve öğrenme deneyimlerini daha heyecan verici ve ilgi çekici hale getirir. Ayrıca, teknoloji biyolojik araştırmaların da gelişmesine katkıda bulunur ve bilim insanlarının canlıların dünyasını daha iyi anlamalarını sağlar. Bu nedenle, biyoloji öğretmenleri, teknolojinin biyoloji eğitimindeki önemini anlamalı ve öğrencilere teknolojinin sunduğu fırsatları sunmaları gerekmektedir.

Biyoloji Eğitiminde Animasyon Kullanımı

Animasyonlar, biyoloji eğitiminde öğrenci başarısını arttırmada etkili bir yöntemdir. Capuno ve Suana (2016) tarafından yapılan bir çalışmada, 3 boyutlu animasyonun biyoloji öğreniminde öğrencilerin anlama ve öğrenme süreçlerini kolaylaştırdığı bulunmuştur. Bu nedenle, animasyonun biyoloji eğitiminde öğrenci başarısı üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğu düşünülmektedir. Bu çalışmalar, animasyonun biyoloji eğitiminde kullanımının önemini vurgulamaktadır.

Animasyonlar, öğretmenlerin eğitim potansiyellerini artırmanın yanı sıra öğrencilerin aktif öğrenmelerini hızlandırarak ve zenginleştirerek destekler. Bilgisayar animasyonları, kavram ve işlemleri modellemek için birçok seçenek sunar. Öğrencilerin mevcut bilgileri ile yeni kavramları öğrenmeleri arasında köprü görevi görmektedirler. Animasyonlar aynı zamanda, öğrencilerin yanlış kavramları yeniden formüle etmelerine yardımcı olur (Başaran, 2005).

Animasyonlar, grafikler, resimler, videolar ve dil kullanımıyla sunulan bilgilerin birleşiminden oluşan "multimedya öğrenme stili" olarak da bilinir. Bilgisayarların ve internetin animasyon gösterimine uyum sağlaması, animasyonların kullanımının yaygınlaşmasına ve popüler hale gelmesine sebep olmuştur. Animasyonlar, yetişkinlerden çocuklara kadar geniş bir kitleyi hedef alabilen öğretim materyalleridir. Bu büyük kitle, animasyonun öğrenmeye yardımcı olduğunu gösteren bilimsel verilerle kanıtlanmıştır (Bosco, 1986; Fletcher, 1989, 1990; Holliday, Brunner ve Donais, 1977). Bu sebeple, animasyonlar bir pazar haline gelmiş ve üretiminden sınıf ortamında sunumuna kadar birçok farklı boyutu bulunmaktadır.

Eğitimde animasyonlar tek başına yeterli değildir, sadece bir bileşenidir. Animasyonlar bazen sadece şekil olarak algılanabilir. Animasyonlar, şekillerle öğrenmeye kıyasla daha etkili bir öğrenme yöntemi olarak kabul edilir ve sözel bilgilerle birleştirildiğinde

öğrenme sürecini kolaylaştırdığı birçok araştırmayla desteklenmektedir. Animasyonların etkili olabilmesi için, sözel bilgilerle tutarlı olmaları gerekmektedir. Araştırmalar, gereksiz bilgi veya kolayca hayal edilebilecek konuları içeren animasyonların etkisiz olduğunu göstermektedir (Mayer ve Anderson, 1991).

Üç Boyutlu (3B) Animasyon

Üç boyutlu animasyon, boyanmış ve hareket ettirilen modellerin ardışık sıralanması prensibine dayanarak, bilgisayar ortamında x, y, z koordinatları kullanılarak üç boyutlu modeller oluşturma sanatıdır (Doyle, 1992). Bu teknoloji, derinlik yanılsaması yaratan iki boyutlu çizimlerin aksine, uzaysal bir mekân hissiyatı yaratır.

3 boyutlu animasyon, birçok adımdan oluşan bir süreçtir. İlk adım, karakterlerin, nesnelerin ve sahnelerin dijital olarak tasarlanmasıdır. Bu tasarım işlemi, bilgisayar destekli tasarım (CAD) yazılımı kullanılarak yapılır.

Daha sonra bu dijital tasarımlar, bilgisayar grafikleri (CG) yazılımı kullanılarak animasyonlu hale getirilir. Bu yazılımlar, dijital nesnelerin, karakterlerin ve sahnelerin hareketini, şeklini ve ışıklandırmasını kontrol etmeyi sağlar.

Animasyonlu nesne, karakter ve sahnelerin hareketi, belirli bir zaman çizelgesinde planlanır ve render edilir. Render işlemi, nesnelerin ve karakterlerin 3D yüzeylerini, renklerini, ışıklandırmalarını ve hareketlerini belirleyen matematiksel hesaplamaları kullanarak görüntü oluşturur.

Son olarak, görüntüler, post prodüksiyon (son düzenleme) aşamasında düzenlenir, ses efektleri, müzik ve diyalog eklenir ve sonuçta 3 boyutlu animasyon filmi oluşturulur.

Senaryo

Senaryo, bir film, dizi, oyun veya tiyatro eserinin hikayesini, karakterlerini ve diyaloglarını yazmak için kullanılan bir yazı türüdür. Senaryo, bir filmin yapım sürecinde temel bir belgedir ve tüm yapım ekibi için yol haritası niteliğindedir.

Eliot (1972), senaryonun bir düşüncenin sinemaya uygun bir şekilde yazıya aktarımı olduğunu ve belirli bir teknik yeteneğe dayanan, teknik kuralları dikkate alan bir metin ya da görüntü ve sese dönüşecek şekilde hazırlandığını ifade etmiştir.

Aytekin ve Eroğlu'na göre (2015), senaryo bir kılavuzdur ve seyircinin perdede ne göreceğini ve ne duyacağını belirleyen, seyirci ile sinema yapımında yer alan yaratıcıların bir araya gelmesini sağlayan bir metindir.

Senaryo yazım süreci, genellikle üç ana aşamada gerçekleşir (Temel, 2019). Fikir geliştirme, senaryo taslağı yazma ve senaryonun yazımını tamamlamadır.

Fikir geliştirme aşaması, senaryonun temel fikirlerinin belirlendiği aşamadır. Bu aşamada, senaryo yazarı konusu hakkında araştırma yapar ve karakterleri, hikâye örgüsünü ve diyalogları planlamaya başlar.

Senaryo taslağı yazma aşaması, senaryonun detaylandırıldığı aşamadır. Senaryo yazarı, karakterlerin, sahnelerin ve diyalogların detaylarını belirler ve senaryonun iskeletini oluşturur. Bu aşamada, senaryo yazarı, senaryonun hangi sahnelerde geçeceğini ve karakterlerin nasıl bir gelişim süreci yaşayacağını planlar.

Son aşama ise senaryonun yazımını tamamlama aşamasıdır. Bu aşamada, senaryo yazarı senaryoyu bir bütün olarak düzenler, diyalogları ve karakterlerin hareketlerini optimize eder.

Senaryo yazımı, zaman ve çaba gerektiren bir süreçtir ve başarılı bir senaryo yazmak, ilgi çekici bir hikâye oluşturmak, karakter gelişimlerini etkileyici bir şekilde tasvir

etmek ve diyalogları doğal bir şekilde yazmak gibi pek çok faktörü dikkate almayı gerektirir. Bu süreç, yazarın yaratıcılığına, tecrübesine ve araştırma becerilerine dayanır. Yazar, kendi düşüncelerini kullanarak bir izleyicinin bu parçalardan bir bütün oluşturmasını sağlayarak, iletişim ve bağlantı kurar. Bu şekilde kurulan iletişim ve bağlantı, en sanatsal iletişim biçimi olarak kabul edilir (Tarkovsky, 1986).

Storyboard (Taslak Çizim)

Storyboard, bir film, dizi, animasyon veya reklam filminin sahne düzeninin ve görüntülerinin, çizimler ve metinlerle görsel olarak tasarlandığı bir ön üretim aşamasıdır. Bu, hikâyenin görsel olarak anlatımını sağlamak ve yapım sürecini planlamak için kullanılır.

Storyboard, bir hikâye tahtası olarak tanımlanır ve senaryonun görsel olarak yansıtılmasının ilk adımıdır. Storyboard, çekimde kullanılacak olan sahnelerin, belirli ölçülerde hazırlanan karelere çizim olarak aktarılmasıdır (Çetiner, 2014).

Storyboard, senaryonun bölümlerini görsel olarak ayrıştıran bir dizi çizim veya illüstrasyondan oluşur. Her sahne için farklı bir çerçeve oluşturmanın yanı sıra hangi hareketleri nerede keseceğinizi ve nereden başlayacağınızı anlayacağınız temel düzenlemeleri içerir (Taylor, 1999).

Storyboardlar, filmin yapım sürecinde önemli bir rehber niteliği taşırlar ve yapım ekibine filmin görünümü ve hissi hakkında bir fikir verirler. Genellikle düzenli bir çizim panosunda veya bir bilgisayar programı yardımıyla oluşturulurlar ve her bir sahne için ayrıntılı çizimler, açılar, kamera hareketleri ve diyaloglar içerirler. Detaylı ya da basit çizimlerden oluşabilen storyboardlar, ışık kaynakları gibi unsurları da içerebilirler. Önemli olan, nesnelerin büyüklükleri, konumları, sahne yerleşimleri ve senaryoda anlatılmak istenen duyguların doğru biçimde aktarılmasıdır. Storyboard çizimleri, basit çizgilerden ışık kaynakları ve renklendirmelerle ayrıntılı hale getirilen çizimlere kadar değişebilir. Storyboardlar, genel tasarım konseptini ve hissiyatını yansıtan, belirlenmiş ölçülerde

hazırlanan karelere çizimlerin aktarıldığı bir adımdır. Tasarımcı veya yönetmen tarafından da çizilebilen storyboardlar, ayrıca bir storyboard sanatçısı tarafından da hazırlanabilirler (Barnwell, 2011).

Render

Render, bilgisayar grafikleri ve animasyon endüstrisinde, dijital verilerin görüntüye dönüştürülmesi veya "üretilmesi" anlamına gelir. Render, bir 3B modelinin, animasyonun veya sahnenin bilgisayar tarafından hesaplanması ve sonunda bir resim veya video dosyası olarak kaydedilmesi işlemidir (Foley, 2003).

Render, birçok adımdan oluşan bir süreçtir. İlk olarak, 3B modeli veya sahneyi oluşturmak için bir bilgisayar programı kullanılarak bir dijital veri dosyası hazırlanır. Sonra, bu veriler, bilgisayar tarafından hesaplanan bir dizi matematiksel işlemle görüntü haline getirilir. Bu hesaplama süreci, her pikselin renginin, yoğunluğunun ve diğer özelliklerinin belirlenmesini içerir. Son olarak, elde edilen görüntü veya videonun kalitesi artırılarak veya düzenlenerek son dosya oluşturulur.

Render süresi, bilgisayarın işlem gücüne, sahne veya modelin karmaşıklığına ve dosyanın çözünürlüğüne bağlı olarak uzun sürebilir. Render işlemi, sonucunda elde edilen resim veya video dosyalarının kalitesine bağlıdır. Render işlemi sonucu elde edilen dosyalar, yüksek kaliteli görsel efektler veya animasyonlar için kullanılabilir ve film, dizi, reklam veya oyun endüstrisinde sıkça kullanılır (Watt ve Policarpo, 2004).

Seslendirme

Seslendirme, bir oyuncunun bir karakterin diyaloglarını veya bir belgeselin anlatımını seslendirmesi işlemidir (Freeman, 2005). Seslendirme genellikle film, televizyon, video oyunları, animasyonlar, reklamlar, belgeseller ve diğer multimedya ürünlerinde kullanılır (Whittaker ve Slaymaker, 2018).

Seslendirme işlemi, yapım sürecinde önemli bir adımdır. Seslendirme sanatçıları, karakterlerin veya belgesellerin tonunu, hikâyesini ve karakterlerin kişilik özelliklerini anlamak için senaryo veya senaryo özetlerini okumak için zaman ayırırlar. Seslendirme kayıtları, genellikle post prodüksiyon sürecinde düzenlenir ve efektlerle birleştirilir.

Post-Prodüksiyon (Son Düzenleme)

Post prodüksiyon, bir film, televizyon programı, reklam, animasyon veya diğer multimedya ürünleri için çekimlerin tamamlandıktan sonra gerçekleştirilen işlemlerdir. Bu işlemler, kurgu, renk düzeltmesi, efektler, ses tasarımı, müzik ve diğer son düzenlemeleri içerir (Tafler, 2015).

Post prodüksiyon süreci, çekimlerin bitiminden sonra başlar ve final ürünün tamamlanmasına kadar devam eder. Bu süreç, birçok farklı ekipman, yazılım ve teknolojiye yararlanır. Post prodüksiyon, çekim sırasında kaydedilen malzemelerin düzenlenmesini ve tamamlanmasını içerir (Dancyger, 2013).

Post prodüksiyonun ana adımları şunlardır (Langford, 2010):

Kurgu: Çekimlerin düzenlenmesi ve düzenlenmesi için kullanılan süreçtir. Kurgu süreci, hikâyenin anlatımını şekillendirmek için görüntülerin, seslerin ve diyalogların montajını içerir.

Renk düzeltmesi: Çekimlerin renk dengesi, doygunluğu ve kontrastı gibi görüntü özelliklerinin ayarlanması işlemidir. Renk düzeltmesi, film veya videoya atmosferik bir his katmak veya sahneler arasındaki geçişleri daha tutarlı hale getirmek için kullanılabilir.

Efektler: Görsel efektler, bilgisayar tarafından oluşturulan özel efektler ve animasyonlar gibi ekstra malzemelerin eklenmesidir. Bu efektler, film veya videoya ekstra bir boyut katmak veya özel efektleri simüle etmek için kullanılabilir.

Ses tasarımı: Ses efektleri, müzik ve diğer ses öğelerinin eklenmesi işlemidir. Ses tasarımı, film veya videoya daha fazla duygusal bağlantı ve gerçeklik hissi katmak için kullanılabilir.

Müzik: Film veya videoya uygun müzik parçalarının eklenmesi işlemidir. Müzik, hikâyenin anlatımını şekillendirmek, sahneler arasındaki geçişleri yumuşatmak ve izleyicinin duygusal tepkisini yönlendirmek için kullanılabilir.

Post prodüksiyon süreci, tamamlandıktan sonra final ürün hazır hale gelir. Bu aşamada, filmin, televizyon programının, reklamın veya animasyonun son düzenlemesi tamamlanır ve son olarak, hedef kitleye sunulmak için dağıtıma hazır hale getirilir.

Bölüm 3

Yöntem

Bu bölüm, Araştırma Yöntemi, Araştırmanın Evreni ve Örneklemi, Veri Toplama Süreci, Veri Toplama Araçları ve Verilerin Analizi, Deneysel İşlem Basamakları hakkında detaylı bilgi içermektedir.

Araştırmanın Yöntemi

Bu çalışmada, 12. sınıf öğrencilerinin fotosentez konusunu öğrenmeleri üzerine üç boyutlu animasyon destekli öğretimin etkisini incelemek amacıyla nicel araştırma desenlerinden ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel desen kullanılmıştır.

Yarı deneysel desenler bir ya da birkaç nedensellik koşulunun tam olarak karşılanmadığı durumları ifade eder (Erkuş, 2013). Bu çalışmada, gruplara bireylerin rastgele olarak atanması mümkün olmadığı için araştırma yarı deneysel bir planlama ile gerçekleştirilmiştir. Bu durumda, çalışmanın planlamasında bazı sınırlamalar bulunmaktadır, özellikle gruplara atama konusunda tam bir kontrol sağlanamamıştır.

Araştırmanın Çalışma Grubu

Bu araştırmanın çalışma grubu, Kayseri ilinin Melikgazi ilçesinde bulunan bir Anadolu Lisesinde sayısal bölümde okuyan 12. sınıf öğrencileri oluşturmaktadır. Örnekleme yöntemi olarak seçkisiz olmayan örneklem yöntemlerinden kolay ulaşılabilir örneklem kullanılmıştır. Deney grubunda 54 öğrenci ve kontrol grubunda 54 öğrenci olmak üzere toplamda 108 öğrenci çalışma grubunu temsil etmektedir.

Kolay ulaşılabilir örneklem yöntemi, araştırmanın hızlı ve pratik bir şekilde yürütülmesini ve maliyetini düşürmesini sağlar. Bu yöntemde araştırmacı, veri toplamak için kolaylıkla ulaşabileceği bir örneklemden seçim yapar (Creswell, 2013).

Veri Toplama Süreci

Bu çalışmada, öğrencilerin öğrenme başarıları için önce ön test yapılmış, daha sonra deney grubu öğrencilerine animasyon destekli öğretim yöntemi ile dersler verilirken kontrol grubuna biyoloji öğretim programında yer alan şekliyle konular işlenmiştir. Deney grubu ve kontrol grubu için haftada 4'er saat olmak üzere, toplamda 3 hafta boyunca 24 saat ders işlenmiştir. Öğrenme süreci tamamlandıktan sonra son test uygulanmış ve sonuçları karşılaştırılmıştır. Ayrıca, deney grubuna son test sonrasında "Üç Boyutlu Fotosentez Animasyonuna İlişkin Açık Uçlu Sorular" uygulanmıştır.

Veri Toplama Araçları

Bu çalışmada, "Fotosentez Başarı Testi" ve "Üç Boyutlu Fotosentez Animasyonuna İlişkin Açık Uçlu Sorular" veri toplama aracı olarak kullanılmıştır.

Fotosentez Başarı Testinin Geliştirilmesi

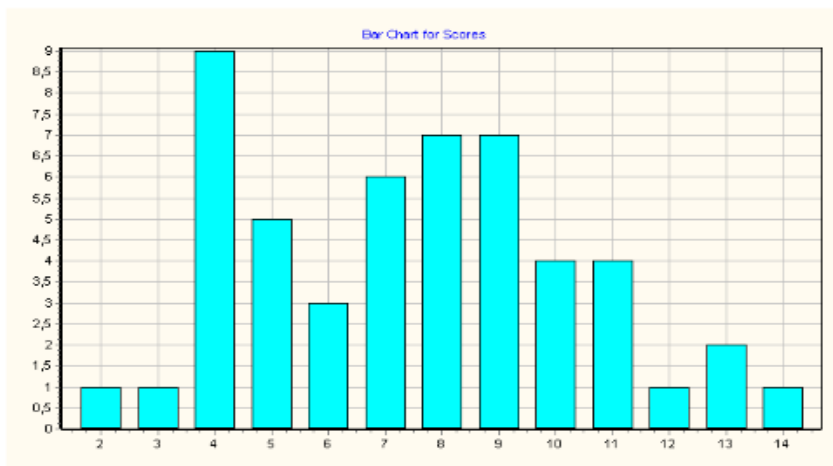
Bu çalışmada, öğrencilerin fotosentez konusundaki başarı düzeylerinin ölçülmesi amacıyla "Fotosentez Başarı Testi" hazırlanmıştır (EK-A). Test, 15 sorudan oluşmaktadır ve yenilenen Biyoloji Dersi Öğretim Programı ve 12. sınıf biyoloji ders kitabı incelenerek oluşturulmuştur. Özellikle, "Fotosentez sürecini şema üzerinde açıkla" ve "Fotosentezin canlılar açısından önemini sorgula" kazanımlarına odaklanılmıştır. Testlerin doğruluğu için 3 biyoloji öğretmeni uzmanına danışılmıştır. Sonrasında, KAYSERİ / DEVELİ - Develi Şehit Müsellim Ünal Anadolu Lisesi ve ANKARA / ÇUBUK - Çubuk Yıldırım Beyazıt Anadolu Lisesi'nde okuyan 51 12. sınıf öğrencisine uygulanarak elde edilen veriler analiz edilmiştir.

Verilerin analiz edilmesi sonucunda, testin madde güçlük indeksleri, ayırıcılık güçleri (Rpbis), puan dağılımları, doğru yanıt oranları gibi özelliklerinin belirlenmesi hedeflenmiştir. Bu bilgiler, testin geçerlik ve güvenilirliğinin değerlendirilmesinde kullanılacaktır.

Tablo 1*Fotosentez Başarı Testi İstatistikî Bilgiler*

Ölçek Özelliği	Değer
Ortalama Madde Güçlüğü	,498
Ortalama Ayırt Edici İndeks	,423
KR-20 Güvenirlik Katsayısı	,64

Tablo 1'deki verilere göre Ortalama Madde Güçlüğü değeri, testteki maddelerin ortalama olarak zorluk seviyesini gösterir. 0,498 değeri, testteki maddelerin ortalama olarak "orta" seviye zorlukta olduğunu gösterir. Ortalama Ayırt Edici İndeksi testteki maddelerin ortalama olarak başarılı olan ve başarısız olan öğrenciler arasındaki farkı gösterir. 0,423 değeri, testteki maddelerin ortalama olarak iyi bir ayırt edicilik gücüne sahip olduğunu gösterir. KR-20 Güvenirlik Katsayısı: Bu değer, testin güvenilirliğini ölçer. 0,64 değeri, testin güvenilirliğinin ortalama düzeyde olduğunu gösterir (Özdamar, 1999). Test Puanlarının Dağılım Frekansları Şekil 1'de gösterilmiştir.

Şekil 1*Fotosentez Başarı Testi Puanlarının Dağılım Frekansları*

Tablo 2*Fotosentez Başarı Testi Madde Analizi*

Soru No	Doğru Yanıt Oranı	Madde Güçlük İndeksi	Ayırt Edicilik İndeksi
1	.76	.31	.28
2	.73	.57	.48
3	.69	.25	.33
4	.55	.6	.53
5	.43	.29	.26
6	.45	.88	.7
7	.33	.22	.22
8	.53	.69	.56
9	.51	.74	.61
10	.61	.54	.4
11	.24	.34	.43
12	.25	.46	.47
13	.47	.16	.25
14	.24	.26	.28
15	.51	.43	.24

Tablo 2'de her bir soru için istatistikî bilgiler verilmiştir.

Üç Boyutlu Fotosentez Animasyonuna İlişkin Açık Uçlu Soruların Geliştirilmesi

Fotosentez konusunu öğrenme sürecinde animasyon kullanımının etkisini ölçmek için "Üç Boyutlu Fotosentez Animasyonuna İlişkin Açık Uçlu Sorular" geliştirilmiştir (EK-B). Bu sorular, animasyonla ilgili öğrencilerin düşüncelerini belirlemek için seçilmiş 8 sorudan oluşmaktadır ve öğrenci görüşlerini kapsamaktadır. Bu sorularla animasyonların öğrenme sürecine katkısını belirlemek amaçlanmaktadır.

Verilerin Analizi

Araştırmada toplanan verilerin analizi hakkındaki bilgiler aşağıda listelenmiştir.

Başarı testi oluşturulurken elde edilen veriler, Ortalama Madde Güçlüğü, Ortalama Ayırt Edici İndeks, KR-20 Güvenirlik Katsayısı, frekansları ve Doğru Yanıt Oranı gibi ölçümler hesaplanarak testin niteliği değerlendirilmiştir.

Araştırma sonucunda, Fotosentez Başarı Testinden elde edilen verilerin ön test ve son test aritmetik ortalamaları, standart sapmaları, minimum ve maksimum değerleri, Shapiro-Wilk P-değeri, varyansı, basıklık (kurtosis) ve çarpıklık (skewness) değerleri verilmiştir.

Ön test ve son test verileri üzerinden yapılan analizlerde, Fotosentez Başarı Testi için Mann Whitney U Testi İstatistik Değeri, Mann Whitney U Testi P Değeri, Benzerlik Düzeyi (K-S İstatistiği), Benzerlik Düzeyi ((K-S) P Değeri), Etki Büyüklüğü (Cohen's D) istatistiksel değerleri hesaplanmıştır.

Fotosentez Başarı Testi verileri arasındaki farkın anlamlı olup olmadığını belirlemek için Mann Whitney U testi kullanılmıştır.

Öğrencilerin Üç Boyutlu Fotosentez Animasyonuna İlişkin Açık Uçlu Sorulara verdikleri yanıtlar betimsel olarak analiz edilmiştir.

Python 3.10 kodlama dilinde "Statistical functions (scipy.stats)" fonksiyonu kullanılarak veriler değerlendirilmiş ve sonuçların yorumlanmasında 0.05 anlamlılık düzeyi kullanılmıştır.

Python'un veri analizi için tercih edilmesinin temel sebepleri arasında kullanım kolaylığı ve analizlerin hızlı bir şekilde gerçekleştirilebilmesi yer almaktadır. Python, araştırmacılar için erişilebilir ve kullanıcı dostu bir programlama dilidir ve zengin bir kütüphane desteği sunmaktadır.

Veri analizi için Python'da kullanılan "Statistical functions (scipy.stats)" fonksiyonları, istatistiksel analizlerin gerçekleştirilmesi ve sonuçların elde edilmesi için tercih edilmektedir. Bu fonksiyonlar, çeşitli istatistiksel testlerin uygulanmasını kolaylaştırır ve analiz sürecini basitleştirir.

Python'un esnek ve genişletilebilir yapısı, araştırmacıların analizlerinde istedikleri yöntemleri uygulayabilme özgürlüğünü sağlamaktadır. Tek bir satır kod ile istenen analizlerin yapılabilmesi, zaman tasarrufu sağlar ve analiz sürecini hızlandırır.

Kullanılan kodlar EK-E'de sunulmuştur.

Üç Boyutlu Animasyonun Geliştirme Süreci

Animasyon Geliştirme Akış Şeması

Konu araştırması. Fotosentez konusunu ve bu konuda kullanılacak animasyon tekniklerini araştırmak ve kaynakları derlemek.

Senaryo Hazırlama. Animasyonun içeriğini belirleyen bir senaryo hazırlamak. Bu senaryoda, animasyonun hangi bölümlerinin yer alacağı, her bölümde hangi kavramların işleneceği, karakterlerin ve nesnelerin nasıl hareket edeceği gibi konular yer almalıdır.

Taslak Çizimleri. Hazırlanan senaryoya göre, her bölümde yer alacak taslak çizimleri oluşturmak. Bu çizimler, animasyonun kare kare oluşturulmasında kullanılacaktır.

Modellerin Oluşturulması. Animasyonda yer alacak karakterlerin, bitkilerin ve diğer nesnelerin 3 boyutlu modellerinin oluşturulması. Bu modeller, bilgisayar ortamında hazırlanacak ve animasyonda kullanılacak.

Animasyonun Oluşturulması. 3 boyutlu modellerin kullanılacağı animasyonun hazırlanması. Animasyon, her karede oluşacak değişikliklerin hesaplanması ve ardışık karelerin oluşturulması ile gerçekleştirilir.

Efektlerin Eklenmesi. Animasyona, renklerin, ışıklandırmanın, ses efektlerinin, müziklerin ve diğer özel efektlerin eklenmesi.

Son Düzenleme. Animasyonun son halinin kontrol edilmesi ve gerekli düzenlemelerin yapılması. Bu aşamada, animasyonun akışının doğru olduğundan emin olunmalıdır.

Yayınlanma. Animasyonun uygun formatta kaydedilmesi ve yayınlanması.

Senaryo süreci. "Fotosentez" adlı animasyon filmi, fotosentezin genel süreçlerini, dünya için önemini ve bitkilerin suyu nasıl alıp yapraklarına taşıdıklarını anlatacaktır. Ayrıca, yaprakların fotosentezin en önemli parçası olduğu ve yaprak enine kesitinin bölümlerinin ne işe yaradıkları gösterilecektir. Animasyon filmi, fotosentezin evrelerini ve yan ürün olarak açığa çıkan oksijenin önemini de vurgulayacaktır.

Sahne 1: Bir ormanlık arazide bir bitki gösterilir ve bitkinin kökleriyle suyu nasıl aldığı gösterilir.

Sahne 2: Köklerden alınan su, bitkinin yapraklarına taşınır ve yaprakların fotosentezin en önemli parçası olduğu vurgulanır.

Sahne 3: Yaprak enine kesitinin bölümleri gösterilerek, güneş ışığının nerede kullanıldığı ve oluşan maddelerin nasıl taşındığı anlatılır.

Sahne 4: Fotosentezin evreleri gösterilerek, yan ürün olarak açığa çıkan oksijenin önemine değinilir.

Sahne 5: Animasyon filmi, fotosentezin dünya için ne kadar önemli olduğunu vurgulayan bir mesajla bitirilir.

Storyboard Oluşturulması (Taslak Çizimleri). Senaryo sürecinde belirtilen senaryo örneğine bağlı olarak storyboard (Taslak çizimleri) oluşturulmuş ve EK-C olarak sunulmuştur.

Modellerinin Oluşturulması. Bitkiler ve mekanların modellenmesi, Autodesk Maya programında gerçekleştirilmiştir. Bu modelleme sürecinde, polygonal modelleme yöntemi tercih edilmiştir. Polygonal modelleme, nesnelerin tasarımında esneklik ve düzenleme kolaylığı sağlayarak daha fazla kontrol imkanı sunar. Aynı zamanda gerçekçi ve detaylı modeller oluşturma yeteneği sayesinde animasyonun eğitimde etkili bir şekilde kullanılmasını sağlar. Polygonal modelleme yöntemi, hızlı işleme ve düşük sistem gereksinimleriyle animasyon projelerinin verimli bir şekilde tamamlanmasını sağlar. Autodesk Maya programıyla kullanılan polygonal modelleme yöntemi, nesnelerin 3 boyutlu görünümünü poligon adı verilen düzgün parçaların bağlantılarıyla oluşturur. Bu sayede, bitkiler ve mekanlar gibi öğelerin gerçekçi ve detaylı bir şekilde modellenmesi mümkün olmaktadır.

Modellerin texture işlemleri (renklendirme ve dokulandırma) de Autodesk Maya programı kullanılarak yapılmıştır. Daha sonra, kamera hareketleri ve ışıklar ayarlanmış ve animasyon render için hazır hale getirilmiştir.

Görüntünün İşlenmesi (Render Süreci). Oluşturulan 3 boyutlu modeller, storyboardda yer alan planlar için tek tek render alınmıştır. Bu render işlemi, Autodesk Maya programı ve Arnold renderer eklentisi kullanılarak CPU rendering tekniğiyle gerçekleştirilmiştir. Bu teknik, gerçekçi bir görsel elde etme amacıyla kullanılmıştır ve bu nedenle render süresi çok uzun sürmüştür. Animasyon oluşturulurken saniyede 24 kare olacak şekilde hazırlanmıştır. Her kare için, Intel(R) Core(TM) i7-10750H CPU @ 2.60GHz işlemci modelinde 1 saat (yaklaşık 60 dakika) beklenmiştir. Filmin animasyon bölümü, yaklaşık 7.200 frame'den oluşmuş ve 432.000 dakikalık bilgisayar iş gücünden yararlanılmıştır.

Seslendirme Süreci. Storyboard'da yazılan sesler, <https://www.narakeet.com/> adresinde dijital olarak seslendirilmiştir. Bu sesler, önceden yazılmış senaryo

doğrultusunda dijital ortamda üretilmiş ve animasyon ile birleştirilerek kullanıma hazır hale getirilmiştir.

Dijital olarak seslendirme tercih edilmesinin temel sebeplerinden biri, geleneksel ses stüdyolarının maliyetli ve erişimi zor olmasıdır. Geleneksel ses stüdyoları genellikle profesyonel ekipmanlar ve ses mühendisleri gerektirir, bu da yüksek maliyetlere yol açabilir. Ayrıca, bir ses sanatçısına ödenecek ücretler de bu maliyetlere eklenir.

Dijital seslendirme ise daha uygun maliyetli bir alternatif sunar. Ses kaydı ve düzenleme için dijital ortamlar ve yazılımlar kullanılabilir. Bu, profesyonel bir stüdyo ortamı olmadan da kaliteli ses kayıtlarının elde edilebileceği anlamına gelir. Böylece, bütçe kısıtlamaları olan projelerde veya sınırlı kaynaklara sahip eğitim kurumlarında bile seslendirme işlemi gerçekleştirilebilir.

Dijital olarak seslendirme aynı zamanda esneklik sağlar. Ses kayıtları istenilen zaman ve yerde yapılabilir. Ses sanatçılara fiziksel olarak ulaşmak veya belirli bir konumda çalışmak zorunluluğu ortadan kalkar. Bu da projenin daha hızlı ilerlemesini ve uygun bir ses kaydının elde edilmesini sağlar.

Bu nedenlerle, dijital olarak seslendirme, ses stüdyolarının maliyetli ve erişimi zor olmasından kaynaklanan sınırlamaları aşmak ve daha ekonomik bir seçenek sunmak için tercih edilir. Dijital ortamın sunduğu esneklik, maliyet tasarrufu ve kolay erişilebilirlik avantajları, projelerin bütçesini korurken kaliteli bir seslendirme sürecinin gerçekleştirilmesine olanak tanır.

Son Düzenleme (Post Production Kurgu - Montaj Süreci). Render edilen çıktılar, 1280 x 1024 çözünürlüğünde .exr formatında elde edilmiştir. Bu çözünürlük, özellikle eğitim ortamlarında yaygın olarak kullanılan akıllı tahta ve projektör cihazlarıyla uyumlu olması amacıyla tercih edilmiştir. Böylece, oluşturulan videoların okullarda kolayca paylaşılabilmesi ve yüksek kalitede görüntülenebilmesi sağlanmıştır.

Adobe After Effects 2022 programı, bu render edilen görüntüleri "image sequence" seçeneği kullanarak aktarabilme özelliğine sahiptir. Bu seçenek sayesinde, ardışık olarak sıralanmış görseller program içinde düzenli bir şekilde eklenir. Bu işlem, her bir görüntünün zamanlamasını ve sıralamasını doğru bir şekilde sağlar, böylece akıcı ve uyumlu bir video oluşturulabilir.

Son aşamada, bu görsellerle birlikte dijital olarak oluşturulmuş sesler birleştirilerek bir video haline getirilir. Sesler, önceden belirlenen senaryoya uygun olarak tasarlanır ve görsellerle senkronize bir şekilde entegre edilir.

Böylelikle, render edilen çıktılar Adobe After Effects 2022 programı kullanılarak "image sequence" seçeneğiyle aktarılır, ardından görseller ve dijital olarak oluşturulmuş sesler birleştirilerek bir video haline getirilir. Bu süreç, eğitim materyallerinin akıllı tahta ve projektör cihazlarında sorunsuz bir şekilde gösterilmesini sağlar ve öğrencilere yüksek kalitede bir görsel deneyim sunar.

Müdahale gruplarının belirlenmesi

Kayseri ili Melikgazi ilçesindeki bir Anadolu Lisesi'nde, 108 adet 12. sınıf öğrencisi bulunmaktadır. Bu öğrenciler, dört farklı sınıfa okul tarafından (A, B, C ve D) dağıtılmıştır. Kontrol ve deney gruplarının belirlenmesi sürecinde, grupların oluşturulmasında rastgele seçim yapılmıştır.

Bu rastgele seçim sürecinde, deney grubu olarak A ve C sınıfları, kontrol grubu olarak ise B ve D sınıfları belirlenmiştir. Bu seçimde, her bir grupta eşit sayıda öğrenci olmasına dikkat edilmiştir. Dolayısıyla, A ve C sınıflarındaki toplam öğrenci sayısı 54 iken, B ve D sınıflarındaki öğrenci sayısı da 54 olarak belirlenmiştir.

Böylelikle, öğrencilerin deney grupları ve kontrol grupları rastgele seçilmiş ve her bir grupta eşit sayıda öğrenci yer almıştır. Bu yöntem, deney grubuyla kontrol grubu arasındaki

farklılıkların ve müdahalenin etkilerinin daha güvenilir bir şekilde değerlendirilmesini sağlamayı amaçlamaktadır.

Uygulama Süreci

Uygulama 3 hafta boyunca devam etmiştir. Haftada 4 ders saati olmak üzere 12 ders saati kontrol grubuna, 12 ders saati deney grubuna uygulanmıştır.

Uygulama başlamadan önce hem kontrol grubuna hem de deney grubuna Fotosentez Başarı Testi öntest olarak uygulanmıştır. Uygulama bittikten sonra ise her iki gruba da Fotosentez Başarı Testi son test olarak uygulanmış ve Deney grubu için ayrıca uygulama sonrasında "Üç Boyutlu Fotosentez Animasyonuna İlişkin Açık Uçlu Sorular" uygulanmıştır. Uygulamalar 2018 Biyoloji Dersi Öğretim Programını kapsayacak şekilde hazırlanmıştır.

Kontrol grubu için uygulanan ders anlatım yöntemi

Öğrencilere dersin konusu ve önemi sözel olarak anlatılmaya başlanmıştır. Anahtar kavramlar (fotosentez, fotoliz, ışık, klorofil, kloroplast) tanıtılmış ve her birinin ne anlama geldiği örneklerle açıklanmıştır. Öğrencilere bu kavramların ne işe yaradığı ve fotosentez sürecindeki rolü vurgulanmıştır.

Fotosentezin canlılar açısından önemi sorgulanarak fotosentez sürecinin önemi düz anlatım yöntemiyle Biyoloji öğretim programında yer aldığı şekliyle aktarılmış ve fotosentez sürecinin anlaşılmasına katkı sağlayan bilim insanlarından örnekler verilmiştir.

Fotosentez süreci ders kitabında yer alan şema ve diyagramlar kullanılarak açıklanmıştır. Şemada, fotosentez sürecinin aşamaları ve bileşenleri gösterilmiştir. Öğrencilerin şemayı takip ederek süreci anlamalarına yardımcı olunmuştur.

Fotosentez sürecindeki ışığa bağımlı ve ışıktan bağımsız reaksiyonlar ders kitabından işlenerek süreçler tahtada açıklanmıştır. Öğrencilere bu reaksiyonların nasıl gerçekleştiği ve hangi ürünlerin oluştuğu vurgulanmıştır.

Dersi daha etkili hale getirmek için resimler, grafikler, slaytlar gibi görsel öğeler kullanılmış, ancak animasyon gösterilmemiştir. Öğrencilerin dikkatini çekmek ve konuyu daha iyi anlamalarını sağlamak için görseller aktif olarak kullanılmıştır.

Uygulama sonunda, öğrencilere öğrendiklerini özetlemeleri için fırsat verilmiştir. Önemli noktalar tekrar edilerek anahtar kavramlar vurgulanmıştır.

Deney grubu için uygulanan animasyon destekli ders anlatım yöntemi

Öğrencilere dersin konusu sözel olarak anlatılarak derse başlanmıştır. Ardından geliştirilen animasyonda fotosentezin önemini açıklayan kısım izletilmiş ve fotosentezin önemi vurgulanmıştır. Anahtar kavramlar (fotosentez, fotoliz, ışık, klorofil, kloroplast) tanıtılmış ve her birinin ne anlama geldiği geliştirilen animasyon izletilerek ilgili kavramlar açıklanmıştır. Öğrencilere bu kavramların ne işe yaradığı ve fotosentez sürecindeki rolleri vurgulanmıştır.

Fotosentezin canlılar açısından önemi animasyon üzerinden sorgulanarak fotosentez sürecinin anlaşılmasına katkı sağlayan bilim insanlarından görsel örnekler verilmiştir.

Fotosentez süreci geliştirilen animasyon üzerinden açıklanmıştır. Animasyonda, fotosentez sürecinin aşamaları ve bileşenleri gösterilmiştir. Öğrencilerin animasyonu takip ederek süreci anlamalarına yardımcı olunmuştur.

Fotosentez sürecindeki ışığa bağımlı, ışıktan bağımsız reaksiyonlar ve bu süreçler, geliştirilen animasyon üzerinden ayrı ayrı açıklanmıştır. Öğrencilere bu reaksiyonların nasıl gerçekleştiği ve hangi ürünlerin oluştuğu vurgulanmıştır.

Dersi daha etkili hale getirmek için görsel öge olarak geliştirilen animasyon kullanılmıştır.

Uygulamanın sonunda, öğrencilere öğrendiklerini özetlemeleri için fırsat verilmiştir. Tüm süreç animasyon üzerinden tekrar edilerek önemli noktalar animasyon üzerinden tekrar edilmiş ve anahtar kavramlar vurgulanmıştır.

Bölüm 4

Bulgular, Yorumlar ve Tartışma

Deney ve Kontrol Gruplarının Betimsel İstatistiklerine İlişkin Bulgular

Fotosentez Başarı Testine İlişkin Bulgular

Çalışmaya katılan öğrenciler, Fotosentez konusunu anlama düzeylerini ölçmek amacıyla geliştirilen Fotosentez Başarı Testi ile değerlendirilmiştir. Ön-test puanlarına ilişkin betimsel istatistikler Tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 3

Deney ve Kontrol Grubu Ön-test Puanlarına İlişkin Betimsel İstatistikler

Grup	Deney	Kontrol
N	54	54
Ortalama	41.61	42.10
Standart Sapma	17.56	13.99
Minimum Değer	6.67	26.67
Maksimum Değer	100.00	86.67
Shapiro-Wilk P-değeri	.00003	.0001
Varyans	302.76	192.31
Basıklık (Kurtosis)	1.85	.17
Çarpıklık (Skewness)	1,27	.81

Tablo 3 ön-test puanlarının betimsel istatistiklerini göstermektedir. Deney grubunun ortalama puanı, kontrol grubuna göre biraz daha düşüktür (41.61'e karşı 42.10). Standart sapma, deney grubunda kontrol grubuna göre daha yüksektir (17.56'ya karşı 13.99). Minimum değer, deney grubunda daha düşüktür (6.67'ye karşı 26.67), ancak maksimum değer kontrol grubunda daha düşüktür (86.67'ye karşı 100.00). Shapiro-Wilk testi P değeri, her iki grupta da

normal dağılım göstermediğini göstermektedir. Varyans, deney grubunda kontrol grubuna göre daha yüksektir (302.76'ya karşı 192.31). Basıklık ve çarpıklık, deney grubunda kontrol grubuna göre daha yüksektir. Elde edilen değerler Fotosentez başarı testinin 100 puan üzerinden değerlendirilmesi ile hesaplanmıştır.

Deney grubunun ön test başarı testi puanlarının ortalaması 41.61 iken kontrol grubunun ortalaması 42.10'dur. Ortalama değerler birbirlerine oldukça yakındır.

Standart sapma, her iki grup arasında farklıdır. Deney grubunun standart sapması 17.56, kontrol grubunun standart sapması ise 13.99'dur. Bu sonuçlar, kontrol grubunun daha homojen bir veri setine sahip olduğunu gösterirken, deney grubunun daha yüksek bir değişkenliğe sahip olduğunu göstermektedir.

Her iki grup için de minimum başarı testi puanı, deney grubu ön test başarı testi için 6.67 ve kontrol grubu ön test başarı testi için 26,67 olarak belirlenmiştir. Maksimum ön test başarı testi puanı ise deney grubu için 100.00 ve kontrol grubu için 86.67'dir.

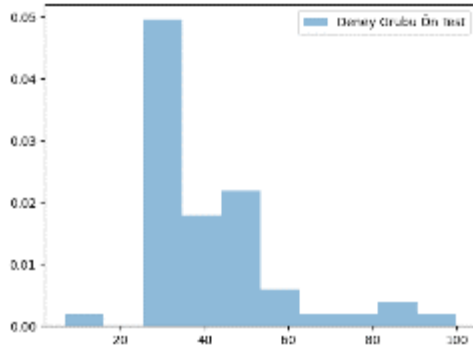
Shapiro-Wilk testi, her iki grup için de normal dağılım varsayımını test etmek için kullanılmıştır. Her iki grubun da p değerleri oldukça düşüktür (sırasıyla .00003 ve .0001), bu da normal dağılım varsayımının ihlal edildiğini gösterir.

Deney grubunun başarı testi puanlarının varyansı 302.76, kontrol grubunun başarı testi puanlarının varyansı ise 192.31'dir. Varyans, her iki grup arasındaki değişkenliğin ölçüsüdür. Bu sonuçlar, deney grubunun kontrol grubuna kıyasla daha yüksek bir değişkenliğe sahip olduğunu göstermektedir.

Her iki grup için de basıklık (kurtosis) ve çarpıklık (skewness) değerleri hesaplanmıştır. Deney grubunun basıklık değeri 1.85 iken kontrol grubunun basıklık değeri 0.17'dir. Deney grubunun çarpıklık değeri 1.27, kontrol grubunun çarpıklık değeri ise 0.81'dir. Bu sonuçlar, her iki grup arasındaki dağılımların farklı olduğunu göstermektedir. Deney grubunun dağılımı kontrol grubundan daha yüksek bir basıklığa ve çarpıklığa sahiptir.

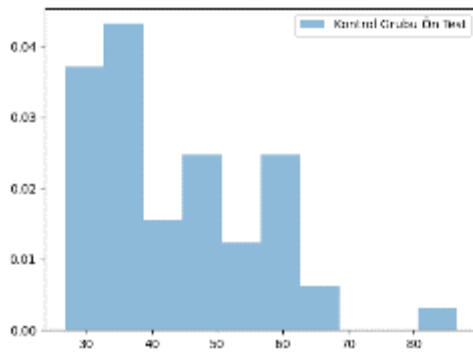
Şekil 2

Deney Grubu Ön Test Histogramı



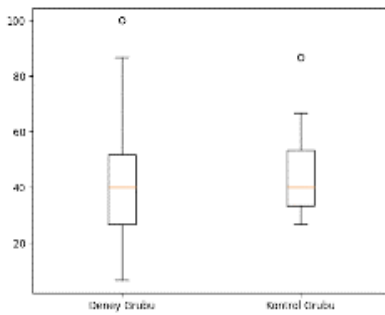
Şekil 3

Kontrol Grubu Ön Test Histogramı



Şekil 4

Deney ve Kontrol Grubu Ön Test Kutu Grafiği



Histogramlar ve kutu grafikleri incelendiğinde, verilerin normal dağılım göstermedikleri görülmektedir. İki grup veri arasında görsel olarak büyük farklılıklar görülmektedir. Deney grubu ön test ortalaması ile kontrol grubu ön test ortalaması yaklaşık aynıdır. Bununla birlikte, deney grubu verileri arasındaki dağılım daha geniştir. Bu, deney grubundaki katılımcıların farklı alt gruplardan oluştuğunu ve bu alt grupların farklı sonuçlar elde ettiğini gösterir. Kontrol grubundaki verilerin dağılımı, deney grubuna göre daha homojen olduğu görülmektedir.

Kutu grafiği incelendiğinde, deney grubunun minimum değeri 6.67, maksimum değeri ise 100'dür. Kontrol grubunun minimum değeri 26.67, maksimum değeri ise 86.67'dir. Bu da deney grubunun daha yüksek bir varyansa sahip olduğunu gösterir.

Deney grubundaki verilerin geniş bir dağılıma sahip olduğu ve daha yüksek bir varyansa sahip olduğu, ancak ortalama değerinin kontrol grubuyla benzer bir ortalamaya sahip olduğu görülmektedir. Verilerin normal dağılım göstermediği görülmüştür. Ayrıca Shapiro-Wilk testi sonuçları, histogramları ve kutu grafiklerini de desteklemektedir. Bunun sonucunda nonparametrik testlerden Mann-Whitney U testi, Kolmogorov-Smirnov(K-S), Cohen's D testi uygulanmıştır.

Tablo 4

Deney ve Kontrol Grubu Ön-Test Puanlarına İlişkin Uygulanan Test Sonuçları

Uygulanan Test	Elde edilen değerler
Mann Whitney U Testi İstatistik Değeri	1364.5
Mann Whitney U Testi P Değeri	.56
Benzerlik Düzeyi (K-S İstatistiği)	.07
Benzerlik Düzeyi ((K-S) P Değeri)	.99
Etki Büyüklüğü (Cohen's D)	-0.03

Tablo 4, deney ve kontrol grupları arasındaki ön-test puanlarına ilişkin uygulanan test sonuçlarını içermektedir. Elde edilen değerler Fotosentez başarı testinin 100 puan üzerinden değerlendirilmesi ile hesaplanmıştır.

Mann Whitney U testi, iki grup arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını belirlemek için kullanılmıştır. Elde edilen Mann Whitney U testi istatistik değeri 1364.5'tir ve p değeri 0.56'dır. Bu sonuçlar, deney ve kontrol grupları arasında önemli bir fark olmadığını göstermektedir.

Benzerlik düzeyi için KS istatistiği ve p değeri de hesaplanmıştır. İki grup arasındaki benzerlik düzeyi için KS istatistiği 0.07 ve p değeri 0.99'dur. Bu sonuçlar da deney ve kontrol grupları arasında benzerlik olduğunu göstermektedir.

Etki büyüklüğü (Cohen's d) değeri -0.03'tür. Bu değer, deney ve kontrol grupları arasındaki farkın küçük olduğunu göstermektedir.

Genel olarak, deney ve kontrol grupları arasındaki ön-test puanlarına dayalı olarak yapılan analizlerin sonuçlarını sunmaktadır. Tüm testler, deney ve kontrol grupları arasında ön test puanları açısından önemli bir fark olmadığını göstermektedir. Bu sonuçlar dikkate alındığında, iki grup arasındaki benzerlik düzeyinin yüksek olduğunu, grupların birbirine benzer olduğunu ve grupları arasında önemli bir fark olmadığını göstermektedir.

Çalışmaya katılan öğrenciler, Fotosentez konusunu anlama düzeylerini ölçmek amacıyla geliştirilen Fotosentez Başarı Testi ile değerlendirilmiştir. Test puanlarına ilişkin betimsel istatistikler Tablo 5'te verilmektedir. Elde edilen değerler Fotosentez başarı testinin 100 puan üzerinden değerlendirilmesi ile hesaplanmıştır.

Deney grubunun son test başarı testi puanlarının ortalaması 63.70 iken kontrol grubunun ortalaması 51.72'dur. Bu sonuçlara göre, deney grubu öğrencilerinin kontrol grubu öğrencilerinden daha yüksek bir ortalama başarı testi puanına sahip olduğu söylenebilir.

Tablo 5*Deney ve Kontrol Grubu Son-Test Puanlarına İlişkin Betimsel İstatistikler*

Grup	Deney	Kontrol
N	54	54
Ortalama	63.70	51.72
Standart Sapma	21.57	16.88
Minimum Değer	26.67	26.67
Maksimum Değer	93.33	100.0
Shapiro-Wilk P-değeri	.0004	.008
Varyans	457.05	279.73
Basıklık (Kurtosis)	-.35	.34
Çarpıklık (Skewness)	-.23	.78

Standart sapma, her iki grup arasında farklıdır. Deney grubunun standart sapması 21.57, kontrol grubunun standart sapması ise 16.88'dur. Bu, deney grubunun son-test puanlarının daha fazla değişkenlik gösterdiğini, kontrol grubunun ise daha homojen bir dağılıma sahip olduğunu göstermektedir.

Minimum ve maksimum değerlere bakıldığında, deney grubundaki en düşük son-test puanı 26.67 ve en yüksek son-test puanı 93.33'tür. Kontrol grubundaki en düşük ve en yüksek son-test puanları sırasıyla 26.67 ve 100.0'dır.

Deney ve Kontrol gruplarının son-test puanlarının normal dağılıma uygunluğu için Shapiro-Wilk testi yapılmıştır. Sonuçlar, Deney grubunda p-değeri 0.0004 ve Kontrol grubunda 0.008 olarak hesaplanmıştır. Her iki grup için de p-değerleri 0.05 anlamlılık düzeyinden düşük olduğundan, son-test puanları normal dağılmamaktadır.

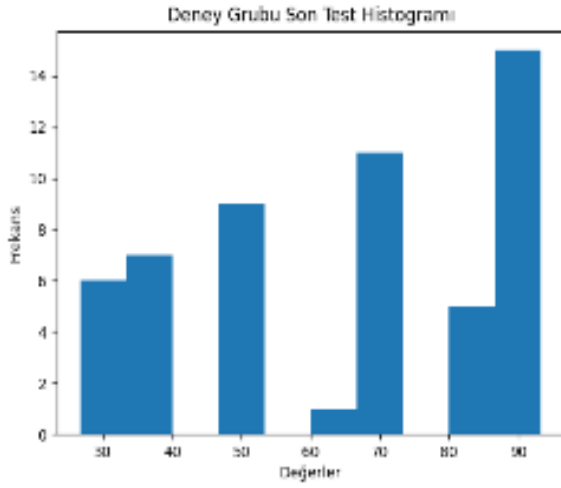
Varyans, her bir grupta son-test puanlarının yayılımını ölçen bir ölçüdür. Deney grubunda varyans 457.05, Kontrol grubunda ise 279.73 olarak hesaplanmıştır. Varyans

değerleri arasındaki fark, iki grubun son-test puanlarının yayılımının farklı olduğunu göstermektedir.

Deney grubunun çarpıklık ölçüsü -0.23 olarak hesaplanmıştır, bu dağılımın normal dağılıma göre hafifçe çarpık olduğunu göstermektedir. Kontrol grubu için çarpıklık ölçüsü ise 0.78 olarak hesaplanmıştır, bu dağılımında normal dağılıma göre daha fazla çarpık olduğunu göstermektedir.

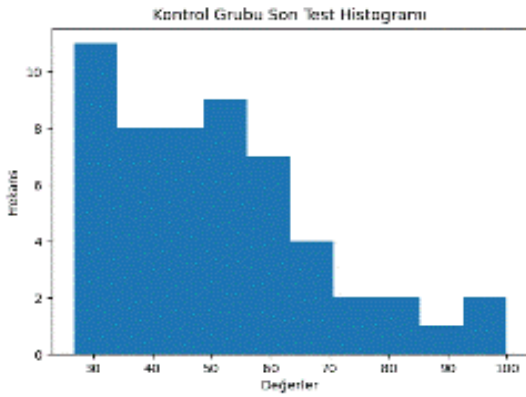
Şekil 5

Deney Grubu Son Test Histogramı



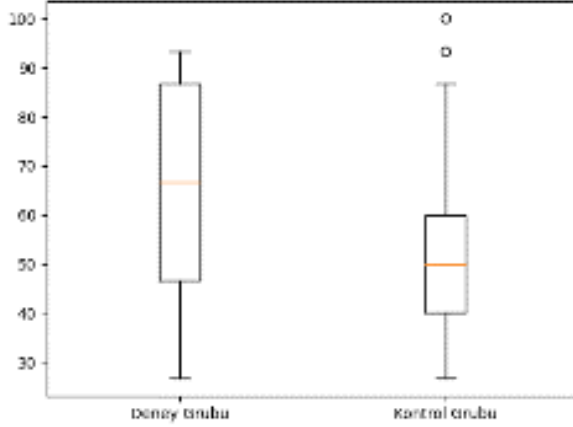
Şekil 6

Kontrol Grubu Son Test Histogramı



Şekil 7

Deney ve Kontrol Grubu Son Test Kutu Grafiği



Deney grubu son test için çizdirilen histogramda, dağılımın biraz sağa çarpık olduğu görülürken, kontrol grubu için çizdirilen histogramda, daha homojen bir şekilde dağıldığı fark edilir. Her iki grup için histogramlarda simetrik bir dağılım söz konusu değildir.

Kutu grafikleri incelendiğinde ise, deney grubunda çarpık dağılımın bir sonucu olarak üst çeyrek (75%) ve en yüksek değerlerin kontrol grubuna kıyasla daha yüksek olduğu görülür. Her iki grup için kutu grafiklerinde medyan değerleri farklılık göstermektedir. Deney grubunun medyan değeri 73.33 iken, kontrol grubunun medyan değeri 53.33'tür. Ayrıca, deney grubunun puanları daha yaygın bir şekilde dağılmış iken, kontrol grubunun puanları daha sınırlı bir alanda dağılmıştır.

Bu analizlerden yola çıkarak, deney grubunun son test puanlarının kontrol grubuna göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Ancak, her iki grubun dağılımlarının farklılık gösterdiği, deney grubunun puanlarının daha geniş bir aralıkta dağıldığı ve medyan değerinin kontrol grubuna göre daha yüksek olduğu da fark edilmektedir.

Verilerin normal dağılım göstermediği görülmüştür. Ayrıca Shapiro-Wilk testi sonuçları, histogramlar ve kutu grafiklerini de bu varsayımı desteklemektedir. Bunun sonucunda

nonparametrik testlerden Mann-Whitney U testi, Kolmogorov-Smirnov(K-S), Cohen's D uygulanmıştır.

Tablo 6

Deney ve Kontrol Grubu Son-Test Puanlarına İlişkin Uygulanan Test Sonuçları

Uygulanan Test	Elde edilen değerler
Mann Whitney U Testi İstatistik Değeri	1925.0
Mann Whitney U Testi P Değeri	.003
Benzerlik Düzeyi (K-S İstatistiği)	.37
Benzerlik Düzeyi ((K-S) P Değeri)	.001
Etki Büyüklüğü (Cohen's D)	.61

Tablo 6, Deney ve Kontrol Grubu Son-Test Puanlarına İlişkin Uygulanan Test Sonuçlarına ait istatistikleri içermektedir. İstatistikler Mann Whitney U Testi ve K-S İstatistiği sonuçlarını içermektedir.

Mann Whitney U Testi, deney grubu ve kontrol grubu arasındaki farklılığı ölçmek için kullanılmıştır. İstatistik değeri 1925.0, P değeri .003 ve benzerlik düzeyi .37 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlar, deney grubu ve kontrol grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar olduğunu göstermektedir.

Benzerlik düzeyi (K-S istatistiği) .37, (K-S) P değeri ise .001 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlar, deney ve kontrol grubu arasında dağılım farklılıkları olduğunu göstermektedir.

Etki büyüklüğü (Cohen's D) .61 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuç, deney grubu ve kontrol grubu arasındaki farkın orta düzeyde olduğunu göstermektedir.

Tablo 7*Deney ve Kontrol Gruplarının Ön-Son Test Puanları Arasındaki Farklar*

Değişken	Ön-test	Son-test
Ortalama	Deney: 41.61, Kontrol: 42.10	Deney: 63.70, Kontrol: 51.72
Standart Sapma	Deney: 17.56, Kontrol: 13.99	Deney: 21.57, Kontrol: 16.88
Minimum Değer	Deney: 6.67, Kontrol: 26.67	Deney: 26.67, Kontrol: 26.67
Maksimum Değer	Deney: 100.00, Kontrol: 86.67	Deney: 93.33, Kontrol: 100.0
Dağılım Özellikleri	Farklı	Farklı
Mann-Whitney U Testi	Anlamsız	Anlamlı
Benzerlik Düzeyi	Anlamsız	Anlamlı
Etki Büyüklüğü	Küçük	Büyük

Bu istatistikler, deney grubu ve kontrol grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar olduğunu göstermektedir. Bu sonuçlar, deneyin başarılı olduğunu ve müdahale edilen grubun son test puanlarında kontrol grubuna göre daha yüksek performans gösterdiğini göstermektedir. Elde edilen değerler 100 puan üzerinden hesaplanmıştır.

Üç Boyutlu Fotosentez Animasyonuna İlişkin Açık Uçlu Sorulardan Elde Edilen Bulgular ve Yorumlar

1. Derste kullanılan animasyonlar, öğrenme sürecinde size yardımcı oldu mu?

Bu cevaba göre, katılımcıların büyük çoğunluğu, yani %94'ü, derste kullanılan animasyonların öğrenme sürecinde kendilerine yardımcı olduğunu düşünmektedir. Bununla birlikte, sadece %6'sı, yani 4 kişi, animasyonların biraz yardımcı olduğunu belirtmiş ve sadece bir kişi animasyonların hiç yardımcı olmadığını belirtmiştir.

2. Derste kullanılan animasyonlar, öğrenme materyallerini daha ilgi çekici hale getirdi mi?

Bu cevaba göre, katılımcıların büyük çoğunluğu, yani %92'si, derste kullanılan animasyonların öğrenme materyallerini daha ilgi çekici hale getirdiğini düşünmektedir. Ancak,

%6'sı, yani 3 kişi, animasyonların biraz ilgi çekici olduğunu belirtmiş ve sadece %4'ü, yani 2 kişi, animasyonların hiç ilgi çekici olmadığını belirtmiştir.

3. İzlediğiniz Animasyon, öğrendiğiniz konuların daha iyi anlaşılmasına yardımcı oldu mu?

İzlenen animasyonların öğrenme sürecine katkı sağladığını düşünenlerin sayısı çoğunluktadır. Toplam cevapların %75'ine denk gelen 43 kişi "evet" yanıtı verirken, %12'sine denk gelen 7 kişi "biraz" yanıtı vermiş ve sadece %7'sine denk gelen 4 kişi "hayır" yanıtı vermiştir.

4. Derste kullanılan animasyonlar, öğrendiğiniz bilgileri daha iyi hatırlamanıza yardımcı oldu mu?

Animasyonların öğrendiğiniz bilgileri daha iyi hatırlamanıza yardımcı olduğunu düşünen öğrenci sayısı %86'ya denk gelen 47 öğrencidir. Animasyonların etkisinin sınırlı olduğunu düşünen öğrenci sayısı ise %11'e denk gelen 6 öğrencidir. Animasyonların hiçbir etkisi olmadığını belirten öğrenci sayısı ise %3'e denk gelen 1 öğrencidir.

5. Derste kullanılan animasyonlar, öğrenme sürecindeki motivasyonunuzu artırdı mı?

Derste kullanılan animasyonların öğrenme sürecindeki motivasyonu artırdığını belirten 37 kişi (%69.1) bulunmaktadır. Animasyonların öğrenme sürecindeki motivasyonu biraz artırdığını belirten sadece 1 kişi (%1.3) olurken, animasyonların motivasyonu artırmadığını belirten 16 kişi (%29.6) bulunmaktadır.

6. Animasyonların kullanımı hakkında genel olarak ne düşünüyorsunuz?

Öğrencilerin verdiği yanıtlar, animasyonların genel olarak olumlu bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Öğrenciler, animasyonların güzel, yararlı ve ilgi çekici olduğunu belirtmiştir. Animasyonların görsel hafızaya hitap etmesi, öğrenme sürecinde kavramları daha iyi hatırlamaya yardımcı olurken, tekrar etmek için faydalı olduğunu düşünmektedirler. Öğrenciler ayrıca animasyonların öğrenmeye yardımcı olduğunu ve kavramları daha iyi

anlamalarına yardımcı olduğunu belirtmişlerdir. Animasyonların bazı konularda kullanılması özellikle etkili olabilir ve biyoloji dersi için ideal bir araç olarak görülmektedir.

Bununla birlikte, bir öğrenci animasyonların biraz sıkıcı olabileceğini düşünmektedir. Bir öğrenci ise seslendirmenin daha gerçekçi bir ses tonu olması gerektiğini ifade etmiştir. Bir öğrenci, animasyonun yanı sıra konu özetinin de hazırlanmasını ve derslerde animasyon ile birlikte konu özetini takip etmenin daha faydalı olacağını düşünmektedir.

7. Derste kullanılan animasyonlar sana ne tür faydalar sağladı, görüşlerin nelerdir?

Öğrencilerin animasyonlar hakkındaki görüşleri farklılık göstermektedir. İki öğrenci animasyonlardan görsel zekaya sahip olmadıklarını belirtip fayda sağlamadıklarını belirtmişlerdir. Ancak diğer öğrenciler animasyonların faydalı olduğunu düşünmektedir. Öğrenciler animasyonların daha iyi öğrenmeye, belirli yerleri daha iyi hatırlamaya, odaklanmaya ve pekiştirmeye yardımcı olduğunu düşünmektedir. Ayrıca animasyonların dikkat çekici olduğu ve daha iyi anlama sağladığı, öğrenmeyi daha kalıcı hale getirdiği ve ezber yerine öğrenmeye yardımcı olduğu belirtilmiştir. Bazı öğrenciler görerek öğrenmenin kağıt üzerinde sıkıcı olmadığına dikkat çekmişlerdir. Bununla birlikte, bazı öğrenciler animasyonların ilk kez duydukları konular için karışık olabileceğini ancak olayın mantığını daha iyi kavramalarına yardımcı olduğunu düşünmektedir.

8. Diğer derslerde de animasyonların kullanılmasını ister misin? Görüşlerinizi açıklar mısınız?

Verilen yanıtlardan çoğunluğun (26 kişi) animasyonların diğer derslerde de kullanılmasını istediği görülmektedir. Bununla birlikte, 8 kişi hayır cevabı vererek bu fikre katılmadıklarını belirtmişlerdir. Diğer öğrencilerin ifadeleri ise farklı düşüncelere sahip olduklarını göstermektedir. Bazıları animasyonların sözel ağırlıklı derslerde yardımcı olacağını düşünürken, bazıları da biyoloji dersinde faydalı olabileceğini ancak diğer derslerde çok verimli olmayacağını düşünmektedirler. Matematik hariç tüm derslerde animasyon kullanımına destek

verenler de vardır. Son olarak, bazı öğrenciler fen derslerinde animasyon kullanımını isterim şeklinde görüş bildirmiştir. Bu yanıtlar genel olarak animasyon kullanımının farklı derslerde ne kadar yararlı olacağı konusunda farklı düşünceleri yansıtmaktadır.

Animasyon görüş ölçeğinin sonuçlarına göre, öğrencilerin büyük çoğunluğu (%94) derste kullanılan animasyonların öğrenme sürecinde kendilerine yardımcı olduğunu düşünmektedir. Ancak, sadece %6'sı, yani 4 kişi, animasyonların biraz yardımcı olduğunu belirtmiş ve sadece bir kişi animasyonların hiç yardımcı olmadığını belirtmiştir.

Öğrencilerin %92'si, derste kullanılan animasyonların öğrenme materyallerini daha ilgi çekici hale getirdiğini düşünmektedir. Ancak, %6'sı, yani 3 kişi, animasyonların biraz ilgi çekici olduğunu belirtmiş ve sadece %4'ü, yani 2 kişi, animasyonların hiç ilgi çekici olmadığını belirtmiştir. Öğrencilerin %75'i, izledikleri animasyonların öğrenme sürecine katkı sağladığını düşünmektedir, %12'si, yani 7 kişi, "biraz" yanıtı vermiş ve sadece %7'si, yani 4 kişi, "hayır" yanıtı vermiştir.

%86'ya denk gelen 47 öğrenci, animasyonların öğrendiğiniz bilgileri daha iyi hatırlamanıza yardımcı olduğunu düşünmektedir. Animasyonların etkisinin sınırlı olduğunu düşünen öğrenci sayısı ise %11'e denk gelen 6 öğrencidir. Animasyonların hiçbir etkisi olmadığını belirten öğrenci sayısı ise %3'e denk gelen 1 öğrencidir.

Üç Boyutlu Fotosentez Animasyonuna İlişkin Açık Uçlu Soruları cevaplayan öğrencilerin %69.1'i, derste kullanılan animasyonların öğrenme sürecindeki motivasyonu artırdığını belirtmiştir. Animasyonların öğrenme sürecindeki motivasyonu biraz artırdığını belirten sadece %1.3'lük bir grup varken, animasyonların motivasyonu artırmadığını belirten %29.6'lık bir grup da vardır.

Yorumlar

Öğrencilerin ön test puanlarının benzer olması, öğrencilerin fotosentez konusunda benzer bilgi seviyesine sahip olduğunu göstermektedir. Ancak, deney grubunun son test

puanları kontrol grubunun son test puanlarından daha yüksek bulunmuştur. Bu durum, animasyon kullanımının öğrencilerin fotosentez konusundaki anımsama oranlarını, kavrama düzeylerini ve başarı puanlarını olumlu yönde etkilediğini göstermektedir. Bu sonuçlar, animasyon kullanımının öğrencilerin öğrenme süreçlerinde etkili bir yöntem olabileceğini düşündürmektedir.

Genel olarak, öğrenciler animasyonların güzel, yararlı ve ilgi çekici olduğunu düşünmektedirler. Öğrenciler, animasyonların görsel hafızaya hitap etmesi, öğrenme sürecinde kavramları daha iyi hatırlamaya yardımcı olduğunu ve tekrar etmek için faydalı olduğunu belirtmektedirler. Öğrenciler ayrıca animasyonların öğrenmeye yardımcı olduğunu ve kavramları daha iyi anlamalarına yardımcı olduğunu belirtmişlerdir. Animasyonların bazı konularda kullanılması özellikle etkili olabilir ve biyoloji dersi için ideal bir araç olarak görülmektedir.

Animasyonların eğitimde kullanılması özellikle biyoloji dersi için etkili bir yöntem olarak görülmektedir. Ancak, animasyonların sadece öğrencilerin eğlencesine yönelik kullanılması yerine, öğrenme sürecine destek sağlamak için özenle seçilmeleri ve doğru şekilde kullanılması gerekmektedir. Eğitimdeki diğer öğrenme materyalleri ile birlikte kullanıldıklarında, animasyonlar öğrencilerin kavramları daha iyi anlamalarına yardımcı olabilir ve öğrenmeyi daha keyifli hale getirebilir.

Tartışma

Bu çalışmada orta öğretim 12. sınıf biyoloji dersinde, Canlılarda enerji dönüşümü ünitesinin fotosentez bölümünde animasyon destekli öğretim yönteminin öğrencilerin akademik başarılarını artırdığı belirtilmiştir. Bu sonuç, Aydoğdu (2006), Frailich, Kesner ve Hofstein (2009), Karaçöp (2010), Özmen ve Kolomuç (2004), Öztürk-Ürek ve Tarhan (2005), Özmen (2008), Özmen, Demircioğlu ve Demircioğlu (2009), Pektaş, Türkmen ve Solak (2006),

Sanger vd. (2001), Tezcan ve Yılmaz (2003), Talib, Matthews ve Secombe (2005) ile Yang vd. (2003) gibi diğer çalışmalarla da desteklenmektedir.

Bernauer (1995) ve Own & Wong (2000) tarafından belirtilenlere göre, öğrenciler öğrenme sürecine aktif bir şekilde katılarak pasif kalmaktan kaçınırlar. Bununla birlikte, animasyonlar da dezavantajlara sahiptir; örneğin, bazı öğrenciler gerçek öğrenmeye odaklanmak yerine sadece eğlenmek için animasyonları pasif bir şekilde izleyebilirler.

Mayer, R. E. ve Moreno, R. (2002) tarafından yapılan araştırmada, animasyonların öğrenmeyi destekleme potansiyeli incelenmiştir. Araştırmacılar, bazı öğrencilerin animasyonları daha iyi anlama ve öğrenme sağladığını belirtmişlerdir. Ancak, diğer öğrenciler için animasyonlar hızlı ve görsel olarak yoğun olabilir ve bu durum, öğrenme sürecinde zorluk yaşamalarına neden olabilir. Bu nedenle, animasyonların her öğrenci için ideal bir öğrenme aracı olmadığı unutulmamalıdır. Animasyonlar, öğrenme sürecine uygun şekilde tasarlanmalıdır, aksi takdirde kavramları anlama konusunda zorluklar ortaya çıkabilir.

Kulik (1991), animasyonların öğretim materyalleriyle dengeli bir şekilde kullanılması önemlidir. Animasyonlar tek başına öğrenme aracı olarak yeterli olmayabilir ve öğrencilere, kavramları tam olarak anlamalarına yardımcı olmak için diğer öğrenme kaynakları da sunulmalıdır.

Eğitim alanında, şimdiye kadar 2 boyutlu animasyonlar ve power point sunuları gibi hazır animasyonlar öğretim materyalleri olarak sıklıkla kullanılmıştır (Çiftçi, 2022; Daşdemir ve Doymuş, 2012). Ancak 3 boyutlu animasyonların eğitsel anlamda kullanımı henüz tam olarak yaygınlaşmamıştır.

Mevcut çalışmalar, 3 boyutlu animasyonların öğrencilerin akademik başarılarını artırdığına dair sınırlı kanıtlar sunmaktadır. Bununla birlikte, 2 boyutlu animasyonların ve hazır animasyonların öğretimdeki etkisi hakkında daha kapsamlı araştırmalar yapılmıştır ve bu

materyallerin öğrencilerin başarı düzeylerinde olumlu bir etkisi olduğu gösterilmiştir (Küçük, Taşcan ve Ünal, 2022).

Bu çalışma, özgün bir şekilde geliştirilen Türkçe animasyon materyalinin önemini vurgulamaktadır. Özellikle, fotosentez gibi soyut ve zor bir konunun daha anlaşılır hale getirilmesinde büyük bir potansiyele sahip olduğunu göstermektedir. Ayrıca, bu materyalin ücretsiz veya düşük maliyetli bir şekilde okullara veya öğretmenlere sunulabilecek olması, eğitim ortamlarında sınırlı kaynaklara sahip bölgelerde bile etkili bir öğretim aracının sunulmasını sağlama açısından önemlidir.

Geliştirilen bu materyalin etkisinin test edilmesi, gelecekteki çalışmalara yol gösterecek ve daha fazla eğitim materyali geliştirme sürecine katkı sağlayacaktır. Öğrencilerin fotosentez konusunu daha iyi anlamalarını sağlamak için animasyonların kullanılması, görsel ve işitsel öğelerin etkileşimini kullanarak öğrenme sürecini iyileştirebilir. Teknolojinin eğitim ve öğretim alanında kullanımı, soyut kavramları somutlaştırma ve görselleştirme yoluyla öğretmenlerin işini kolaylaştırarak öğrenciler için anlaşılır hale getirmeyi amaçlamaktadır (Özdemir, 2014).

Fotosentez konusunu daha anlaşılır hale getirmek için geliştirilen özgün Türkçe animasyon materyalinin potansiyelini vurgulamaktadır. Ücretsiz veya düşük maliyetli bir şekilde sunulabilmesi, eğitimde kaynak sınırlılığı olan bölgelerde dahi etkili bir öğretim aracı sağlama amacına hizmet etmektedir.

Bölüm 5

Sonuç ve Öneriler

Sonuç

Bu çalışmada, Autodesk Maya 2023 ve Adobe After Effects 2022 programları kullanılarak hazırlanan 3 boyutlu animasyonun, Kayseri bölgesindeki 12. sınıf öğrencilerinin fotosentez konusundaki başarılarına etkisi araştırılmıştır. Çalışmada deney grubu ve kontrol grubu olmak üzere toplam 108 öğrenci yer almıştır. Deney grubuna animasyon kullanılarak, kontrol grubuna ise biyoloji öğretim programında yer alan şekliyle fotosentez konusu anlatılmıştır.

Öğrencilerin başarıları ölçmek için ön test ve son testleri yapılmıştır. Ön ve son test için fotosentez başarı testi kullanılmıştır. Deney grubu için "Üç Boyutlu Fotosentez Animasyonuna İlişkin Açık Uçlu Sorular" kullanılmıştır. Verilerin analizi için "Python 3.10" programlama dilindeki "Statistical functions (scipy.stats)" fonksiyonu kullanılmıştır. Araştırma verilerinin analizi için Kolmogorov-Smirnov benzerlik testi, Cohen's d etki büyüklüğü testi, Shapiro-Wilk normal dağılım testi ve Non-Parametrik Mann Whitney-U anlamlılık testi kullanılmıştır.

Tablo 7, deney ve kontrol gruplarının önceki (ön-test) ve sonraki (son-test) puanları arasındaki farkları göstermektedir. İki grup arasında ön-test puanları açısından önemli bir fark yoktur, ancak son-test puanlarına göre deney grubunun ortalaması kontrol grubundan daha yüksektir.

Dağılım özellikleri açısından, önceki puanlarda gruplar arasında farklılık görülmemektedir. Ancak son-test puanları arasında anlamlı bir fark vardır. Mann-Whitney U testi sonucuna göre, deney grubu son-test puanları açısından kontrol grubundan anlamlı bir şekilde daha yüksektir.

Benzerlik düzeyi, son-test puanları arasında anlamlı bir fark olduğunu gösterirken, ön-test puanları açısından gruplar arasında anlamlı bir farklılık yoktur.

Etki büyüklüğü (Cohen's d) de son-test puanları arasındaki farkın büyük olduğunu göstermektedir.

Üç Boyutlu Fotosentez Animasyonuna İlişkin Açık Uçlu Sorulara verilen cevaplarda, öğrencilerin %94'ü, derste kullanılan animasyonların öğrenme sürecinde faydalı olduğunu düşünmektedir. Animasyonların öğrenme materyallerini daha ilgi çekici hale getirdiğini düşünenlerin oranı ise %92'dir. Ayrıca, öğrenilen konuların daha iyi anlaşılmasına ve öğrenilen bilgilerin daha iyi hatırlanmasına yardımcı olduklarını düşünen öğrencilerin oranı sırasıyla %75 ve %86'dır.

Öğrencilerin %69'u, animasyonların öğrenme sürecinde motivasyonu artırdığını belirtmiştir. Animasyonların görsel hafızaya hitap etmesi, öğrenme sürecinde kavramları daha iyi hatırlamaya yardımcı olduğu görüşü de öne çıkmaktadır.

Öğrenciler animasyonları ilgi çekici, faydalı ve tekrar etmek için yararlı bulmuşlardır. Bu sonuçlar, Karaçöp (2010) tarafından yapılan çalışmayla tutarlıdır ve öğrencilerin animasyonlardan hoşlandığı söylenebilir. Biyoloji dersi için ideal bir araç olarak görülen animasyonların bazı konularda kullanılması özellikle etkili olabilir. Ancak, bir öğrenci animasyonların biraz sıkıcı olabileceğini düşünmektedir.

Animasyonun öğrenci başarısı üzerindeki etkisi, ön test ve son test sonuçlarından elde edilen veriler doğrultusunda incelenmiştir. Deney grubu, son-test puanları açısından kontrol grubundan anlamlı bir şekilde daha yüksek bir performans sergilemiştir. Ön test ve son test sonuçları arasındaki farkın da, deney grubunda kontrol grubuna göre daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Bu sonuçlar, animasyonun öğrenme sürecine olumlu bir etkisi olduğunu göstermektedir ve animasyonlar öğrenme sürecinde faydalı bir araç olarak kullanılabilirler.

Öneriler

1. Animasyonun fotosentez konusunun anlatımında kullanımı düşünülebilir.
2. Benzer çalışmalar farklı konular ve farklı öğrenci grupları üzerinde yapılabilir.
3. Öğrencilerin anımsama, kavrama ve başarı düzeylerinin ölçülmesi için farklı ölçme araçları kullanılabilir.
4. Animasyonun etkisi farklı dersler ve öğrenci grupları için ayrı ayrı incelenebilir.
5. Animasyon kullanımı öğrenci başarısını artırırken, öğrenme stratejileri ve öğrenme stillerine uygun animasyon seçimi de araştırılabilir.
6. Animasyonlar diğer öğretim araçları ile birlikte kullanılmalıdır.
7. Animasyonlar öğrenci motivasyonunu artırmak amacıyla düzenli olarak kullanılmalıdır.
8. Öğretim programlarında animasyonun kullanımı, öğretimin işleniş şekline uygun olarak düzenlenmelidir.
9. Öğretimde animasyon kullanımı, öğrenci grup özelliklerine uygun olarak düzenlenmelidir.
10. Öğretim sürecinde animasyon kullanımı, öğrenci grup özelliklerine uygun olarak planlanmalıdır.
11. Farklı konularda farklı animasyonlar üç boyutlu olarak tasarlanabilir.
12. Geliştirilen animasyon interaktif bir eğitim aracına dönüştürülebilir.

Kaynaklar

- Agun, I. (1992). Importance of audiovisual instruction. *West African Journal of Education*, 20(2), 33-42.
- Alonso, F., & Mayer, R. E. (2004). Multimedia learning in the 21st century. In *Cambridge handbook of multimedia learning* (pp. 3-19).
- Anderson, J., Sheldon, K., & DuBay, S. (1990). Student understanding of photosynthesis. *Journal of Research in Science Teaching*, 27(9), 891-902.
- Atik, A. (2010). Coğrafya öğretiminde benzetişim tekniğinin (Simülasyon) öğrenci başarısına etkisi (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Aydoğdu, C. (2006). Bilgisayar destekli kimyasal bağ öğretiminin öğrenci başarısına etkisi, *AÜ, Bayburt Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(1), 80-90.
- Aytekin, M., & Eroğlu, D. (2015). *Sinema ve televizyon senaryosu yazımı*. Ankara, Turkey: Detay Yayıncılık.
- Barak, R., Sheva, Y., Gorodetsky, R., & Gurion, R. (1999). Overcoming the barriers to understanding photosynthesis. *Journal of Biological Education*, 33(4), 165-169.
- Bahar, M., Johnstone, A. H., & Hansell, M. H. (1999). Revisiting learning difficulties in biology. *Journal of Biological Education*, 33(2), 71-74.
- Barak, J., Gorodetsky, M. A., & Ben Gurion, R. (1999). As 'process' as it can get: Students' understanding of biological processes. *International Journal of Science Education*, 21(12), 1281-1292.
- Başaran, İ. E. (2005). Bilgisayar destekli eğitim materyallerinin hazırlanması ve kullanılması. *İlköğretim Online*, 4(2), 1-12.
- Barnwell, J. (2011). *Film yapımının temelleri*. (G. Altıntaş, Trans.). İstanbul: Literatür Kitabevi.

- Bayram, K. ve Koçak, N. (2013). Öğretmen adaylarının genel kimya dersindeki erişilerine ve kalıcılık düzeylerine animasyon uygulamalarının etkisi. *Electronic Turkish Studies*, 8(12), 167-177.
- Bernauer, J. A. (1995). Integrating technology into the curriculum: First year evaluation. Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association, San Francisco, CA.
- Bosco, J. (1986). The effectiveness of computer animation in teaching the concept of pH balance. *Journal of Educational Research*, 80(5), 294-298.
- Canal, C. (1999). Photosynthesis misconceptions held by students at the secondary level. *Journal of Biological Education*, 33(4), 163-167.
- Capuno, F. T., & Suana, E. O. (2016). The use of alternative animation and 3-D model in teaching photosynthesis. *International Journal of Biology Education*, 5(1), 12-33.
- Cooper, M. M., & Robinson, W. R. (1995). Student understanding of the nature of science and classroom experiences related to the nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 32(9), 931-952. <https://doi.org/10.1002/tea.3660320905>
- Clark, R. C., & Mayer, R. E. (2012). *E-learning and the science of instruction*. John Wiley & Sons.
- Clary, J. (1997). Algorithm animation hypertext: Today's learning tools. *The Spelman Science and Mathematics Journal*, 1(1), 30-31.
- Creswell, J. W. (2013). *Qualitative inquiry & research design: Choosing among five approaches* (3rd ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Çekbaş, Y., Yakar, H., Yıldırım, B. ve Savran, A. (2003). Bilgisayar destekli eğitimin öğrenciler üzerine etkisi. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 2(4), 76-78.

- Çelik, E. (2007). Ortaöğretim coğrafya derslerinde bilgisayar destekli animasyon kullanımının öğrenci başarısına etkisi (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Çepni, S., Gönen, S., & Kılıç, A. (2006). Öğretim elemanlarının bilgi ve iletişim teknolojilerine yönelik öz yeterlikleri ve kullandıkları yöntemler. Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 31, 35-45.
- Çetiner, N. (2014). Storyboard'un film yapım sürecine katkısı, görsel algı [Yüksek Lisans tezi, İstanbul, Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Radyo, Televizyon ve Sinema Ana Bilim Dalı, Sinema Bilim Dalı].
<https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=oT94TnHrWSDwyfPvCzfQmA&no=ht>
- Çiftçi, M. (2022). Eğitimde animasyon kullanımı: Öğrenci başarısı üzerindeki etkileri. Gazi Eğitim Bilimleri Dergisi, 3(1), 1-15.
- Çiftçi, N. (2022). The effect of 2D animations and PowerPoint presentations on academic achievement and motivation in science education. International Journal of Science Education, 44(5), 821-840.
- Dancyger, K. (2013). The technique of film and video editing: history, theory, and practice (5th ed.). Routledge.
- Daşdemir, İ. (2006). Animasyon Kullanımının İlköğretim Fen Bilgisi dersinde Akademik Başarıya ve Kalıcılığa Olan Etkisi [Yüksek Lisans tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İlköğretim Anabilim Dalı, Erzurum].
https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=8zWfj1iioy1tF46t8MJLw&no=KefldJc_xdYX8Nuz5p5VKg

- Daşdemir, İ. ve Doymuş, K. (2012). Fen ve teknoloji dersinde animasyon kullanımının öğrencilerin akademik başarılarına, öğrenilen bilgilerin kalıcılığına ve bilimsel süreç becerilerine etkisi. *Pegem Eğitim ve Öğretim Dergisi*, 2(3), 33-42.
- Doyle, J. (1992). Understanding and using three-dimensional graphics. *Byte*, 17(7), 253-256.
- Dubay, J., Sheldon, T. H., & Anderson, C. W. (2006). The effects of instruction on college nonmajors' conceptions of respiration and photosynthesis. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(7), 724-750.
- Dufresne, R. J., & Gerace, W. J. (1999). Laboratory instruction in mechanics: An update of the status of research. *American Journal of Physics*, 67(11), 989-998.
- Efe, H. A. (2015). Animasyon destekli çevre eğitiminin akademik başarıya, akılda kalıcılığa ve çevreye yönelik tutuma etkisi. *Journal of Computer and Education Research*, 3(5), 130-143
- Emrahoğlu, N. ve Bülbül, O. (2010). 9 sınıf fizik dersi optik ünitesinin bilgisayar destekli öğretiminde kullanılan animasyonların ve simülasyonların akademik başarıya ve akılda kalıcılığa etkisinin incelenmesi. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 19(3), 409-422.
- Erkuş, A. (2013). *Davranış bilimleri için bilimsel araştırma süreci* (4. Baskı). Ankara: Seçkin.
- Eisen, K., & Stavy, R. (1992). "Photosynthesis: A Difficult Concept for Students to Grasp" *Journal of Biological Education*, 26, 91-98.
<https://doi.org/10.1080/00219266.1992.9655389>
- Eliot, T. S. (1972). *The three voices of poetry*. Faber and Faber.
- Felder, R. M., & Silverman, L. K. (1988). Learning and teaching styles in engineering education. *Engineering Education*, 78(7), 674-681.

- Fletcher, J. D. (1989). The effects of animated graphics on immediate and delayed free recall. *Journal of Computer-Based Instruction*, 16(4), 124-129. [https://doi.org/10.1016/0010-0285\(89\)90015-4](https://doi.org/10.1016/0010-0285(89)90015-4)
- Fletcher, J. D. (1990). The effects of animation on cognition and behavior. *Educational Technology Research and Development*, 38(1), 63-70. <https://doi.org/10.1007/BF02299038>
- Foley, J. D., van Dam, A., Feiner, S. K., & Hughes, J. F. (2003). *Computer graphics: principles and practice* (2nd ed.). Addison-Wesley.
- Frailich, M., Kesner, M., & Hofstein, A. (2009). The contribution of animation-based of testing students' understanding of chemical concepts. *Chemistry Education Research and Practice*, 10(2), 91-99.
- Freeman, R. (2005). Acting in animation: A look at voice-over acting for animated films. *Animation World Network*. <https://www.awn.com/animationworld/acting-animation>
- Gage, N. L., Berliner, D. C., & Bach, G. (1986). *Pädagogische Psychologie*. Weinheim: Beltz.
- Güngör, H., & Özkan, Ö. (2017). Development and evaluation of virtual laboratories for enhancing biochemistry learning. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 45(4), 304-312.
- Henderson, A. T., & Beichner, R. J. (1994). Research on laboratory instruction in mechanics. *American Journal of Physics*, 62(10), 995-1003.
- Holliday, W. G., Brunner, C. C., & Donais, J. (1977). A comparison of learning from graphics and text under two display conditions. *Journal of Educational Psychology*, 69(2), 220-224.

- Holmes, J., & Mayer, R. E. (2006). The effects of animation and interactivity on multimedia learning. *Journal of Educational Psychology*, 98(2), 307-319. doi:10.1037/0022-0663.98.2.307
- Hsiao, H., & Hsiao, Y. (2015). The Effect of Animated Programming Instruction on Middle School Students' Learning Motivation, Problem-Solving Skills, and Achievement. *Journal of Educational Computing Research*, 52(1), 65–85.
- Karaçöp, A. (2010). Effectiveness of computer animation and still pictures accompanied with narration on retention and attitude. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 9(3), 92-99.
- Karaçöp, A. (2010). The effects of computer animations and simulations on learning: A case study. *Journal of Education and Practice*, 1(2), 8-14.
- Katırcioğlu, H. ve Kazancı, M. (2003). Genel biyoloji derslerinde bilgisayar kullanımının öğrenci başarısı üzerine etkisi. *Eğitim Bilimleri ve Uygulama*, 22(1), 225-233. .
- Khalili, A., & Shashaani, A. (1994). Hypermedia versus traditional presentation of course materials: A comparative evaluation. *Innovations in Education and Training International*, 31(1), 44-51.
- Kocakaya, F., Yildirim, S., & Yigit, N. (2019). The effect of animation on students' understanding of photosynthesis process. *Journal of Education and Training Studies*, 7(2), 1-10.
- Kulik, J. A., Kulik, C. L. C., & Cohen, P. A. (1980). Effectiveness of computer-based college teaching: A meta-analysis of findings. *Review of Educational Research*, 50(4), 525-544.
- Kulik, J. A., Kulik, C. L. C., & Bangert-Drowns, R. L. (1983). Effectiveness of mastery learning programs: A meta-analysis. *Review of Educational Research*, 53(2), 219-248.

- Kulik, J. A., Kulik, C. L. C., & Cohen, P. A. (1985). A meta-analysis of outcome studies of Keller's personalized system of instruction. *American Educational Research Journal*, 22(2), 229-248.
- Kulik, C. L. C., Kulik, J. A., & Cohen, P. A. (1986). Effectiveness of computer-based college teaching: A meta-analysis of studies. *Journal of Educational Computing Research*, 2(2), 235-252.
- Kulik, J. A. (1991). Effects of Computer-Based Instruction: A Meta-Analysis. *Review of Educational Research*, 61(2), 179-211.
- Küçük, M., Taşcan, M., & Ünal, S. (2022). The effect of 2D animations and pre-prepared animations on students' achievement in science education. *Journal of Education and Learning*, 11(2), 124-135. <https://doi.org/10.5539/jel.v11n2p124>
- Langford, B. (2010). Post-production. In R. Edgar (Ed.), *The secret language of film* (pp. 1-17). Silman-James Press.
- Mayer, R. E. (1997). Multimedia learning: Are we asking the right questions? *Educational Psychologist*, 32(1), 1-19.
- Mayer, R. E., & Moreno, R. (2002). Animation as an Aid to Multimedia Learning. *Educational Psychology Review*, 14(1), 87-99. doi:10.1023/A:1013184615000
- Mayer, R. E. (2003). The promise of multimedia learning: using the same instructional design methods across different media. *Learning and Instruction*, 13, 125–139.
- Mayer, R. E., & Anderson, R. B. (1991). Animations need narrations: An experimental test of a dual-coding hypothesis. *Journal of Educational Psychology*, 83(4), 484-490.
- Mayer, R. E., & Moreno, R. (2003). Nine ways to reduce cognitive load in multimedia learning. *Educational Psychologist*, 38(1), 43–52.

- Mayes, T. J. (1993). Multi-Media Interfaces and their role in interactive learning systems. *Computer Assisted Learning*, 9, 222-228.
- McIlrath, D., & Huitt, W. (1995). The teaching-learning process: A discussion of models. *Educational Psychology Interactive*, 45-49.
- Mehta, R., & Mehta, A. (2017). Role of technology in teaching-learning of biology: a review. *Research Journal of Life Sciences, Bioinformatics, Pharmaceutical and Chemical Sciences*, 3(4), 424-433.
- Nwike, E., & Onyejebu, M. (2013). The effectiveness of teaching strategies in biology education: A review. *Journal of Education and Practice*, 4(12), 1-7.
- Own, Z., & Wong, K. P. (2000). The application of scaffolding theory on the elemental school acid – basic chemistry web. Paper presented at the International Conference on Computers in Education/International Conference on Computer-Assisted Instruction (ICCE/ICCAI), Taipei, Taiwan.
- Özdamar, K. (1999). Paket programlar ile istatistiksel veri analizleri-1 SPSS-Minitab (2. Baskı). Eskişehir: Kaan Kitabevi.
- Özdemir, U. (2014). Fen bilimleri öğretmenlerinin tablet bilgisayarların derslerde kullanımına ilişkin görüşlerinin farklı değişkenler açısından incelenmesi: Giresun ili örneği. (Yüksek Lisans Tezi) Giresun Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
- Özmen, H. (2008). The effects of computer-assisted instruction on the achievement, attitudes and retention of fourth grade mathematics lessons. Yayımlanmamış doktora tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara, Türkiye.
- Özmen, H., & Kolomuç, A. (2004). The effect of computer animations and still pictures used in computer based instruction on the success of students and their attitudes towards biology. *Turkish Online Journal of Educational Technology*, 3(3), 42-54.

- Özmen, H., Demircioğlu, G., & Demircioğlu, H. (2009). The effects of computer animation and simulation programs on middle school students' understanding of earthquakes. *Journal of Science Education and Technology*, 18(2), 144-156.
- Öztürk-Ürek, R., & Tarhan, L. (2005). The effect of computer-assisted instruction on the achievement, attitudes and retention of fourth grade mathematics lessons. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28, 165-173.
- Özön, N. (2000). *Sinema Televizyon Video Bilgisayarlı Sinema Sözlüğü*. İstanbul: Kabalıcı yayınları.
- Pektaş, H. M., Türkmen, H., & Solak, E. (2006). The effect of animations and simulations upon achievement, attitude and retention of science and technology education students on the subject of gear systems. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 6(2), 447-455.
- Pezdek, K., & Stevens, E. (1984). Children's memory for auditory and visual information on television. *Developmental Psychology*, 20(2), 212-218. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.20.2.212>
- Powel-Aeby, T. L., & Carpenter-Aeby, T. (2003). Effect of multimedia instructional tools on student attitudes and achievement. *Journal of Educational Technology Systems*, 31(2), 175-190. <https://doi.org/10.2190/3E7V-K3K3-TU7V-KU27>
- Rabago, L., Joaquin, C., Lagunzad, C., & Carvajal, J. (2003). *Functional Biology Modular Approach*. Quezon City: Vibal Publishing House, Inc.
- Rieber, L. P. (1990). Animation in computer-based instruction. *Educational Technology Research and Development*, 38(1), 77-86. <https://doi.org/10.1007/BF02298136>
- Rowe, G., & Gregor, S. (1999). Animating algorithms: Learning computer programming with animated pedagogical agents. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 8(3), 219-235.

- Sanger, M. J., Brecheisen, D. M., & Hynek, B. M. (2001). A multimedia self-efficacy survey: Evidence for reliability and validity. Proceedings of the 34th Annual Hawaii International Conference on System Sciences, Maui, HI.
- Schwartz, R. S. (2004). Microscale and macroscale techniques in the organic laboratory (6th ed.). Belmont, CA: Thomson Brooks/Cole.
- Sezgin, K. (1990). Canlandırma. Açık öğretim fakültesi iletişim bilimleri Kurgu dergisi, (7), 31-34.
- Tafler, D. (2015). Post production. In Encyclopedia of media and communication (Vol. 2, pp. 1-3). Wiley-Blackwell.
- Talib, O., Matthews, J., & Secombe, M. (2005). Computer animation and learning in secondary schools: An action research project. British Journal of Educational Technology, 36(4), 657-664.
- Tarkovsky, A. (1986). Sculpting in time: reflections on the cinema. University of Texas Press.
- Taylor, A. (1999). The anatomy of a storyboard. In J. P. Williams (Ed.), The Animator's Survival Kit (pp. 16-23). Faber and Faber.
- TDK. (2023, Mart 9). Türk Dil Kurumu.
http://www.tdk.gov.tr/index.php?option=com_bts&view=bts&kategori1=veritbn&kelim=60390
- Temel, G. (2019). Sinemada senaryo yaklaşımları [Scenario approaches in cinema] (Yüksek Lisans tezi). Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Radyo Televizyon ve Sinema Ana Bilim Dalı, Sinema Bilim Dalı, İstanbul, Türkiye.
- Tezcan, H., & Yılmaz, A. (2003). The effect of computer assisted instruction accompanied by concept cartoons on students' physics achievement. Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri, 3(1), 81-91.

- Tutaysalgır, H. (2006). Power point sunu programıyla hazırlanan sosyal bilgiler dersi öğretim materyalinin öğrenci tutum ve performanslarına etkisi (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Afyon Kocatepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Afyon.
- Vikström, A. (2008). What is Intended, What is Realized, and What is Learned? Teaching and Learning Biology in the Primary School Classroom. *Journal of Science Teacher Education*, 19, 211-233. <https://doi.org/10.1007/s10972-007-9061-9>
- Watt, A., & Policarpo, F. (2004). 3D İşlem ve Animasyon: İlkeler ve Uygulamalar [3D Modeling and Animation: Principles and Practices] (Ö. Atalay, Çev.). Palme Yayıncılık.
- White, S. R., & Bodner, M. G. (1999). Evaluation of computer simulation experiments in a senior-level capstone chemical engineering course. *Journal of Chemical Engineering Education*, 33(1), 34-39.
- Whittaker, R., & Slaymaker, M. (2018). Voice-over narration in film and television documentaries. Bloomsbury Publishing.
- Yang, H. H., Liu, T. C., & Tsai, C. C. (2003). Development of a web-based animation course for enhancing students' understanding of geometry concepts. *Innovations in Education and Teaching International*, 40(1), 47-57.
- Yanto, D. H., & Edi, S. (2014). Developing virtual laboratory on genetics course. *Journal of Education and Practice*, 5(6), 87-92.

EK-A: Fotosentez Başarı Testi (FBS)

1.

Fotosentezin ışığa bağımlı tepkimeleriyle ilgili olarak,

- I. Işık, klorofil ve ETS kullanılır.
- II. ATP sentezlenir.
- III. Kloroplastın stromasında meydana gelir.

yargılarından hangileri doğrudur?

- A) Yalnız II B) Yalnız III C) II ve III
D) I ve III E) I ve II

2.

Fotosentezde kullanılan su ile ilgili,

- I. NADP için hidrojen kaynağıdır.
- II. Atmosfer için oksijen kaynağıdır.
- III. Fotosistem II için elektron kaynağıdır.

yargılarından hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

3.

Aşağıdakilerden hangisi fotosentezin canlılar için önemini en iyi şekilde açıklar?

- A) Işık enerjisi yardımı ile ATP'nin sentezlenmesi
- B) İnorganik maddelerden organik besinlerin sentezlenmesi
- C) Klorofil içeren hücrelerde gerçekleşmesi
- D) Hidrojen kaynağı olarak suyun tüketilmesi
- E) Elektron kaynağı olarak klorofilin kullanılması

4.

Klorofilin ışık tarafından etkinleştirilmesi sürecinde görülen,

- I. Enerji klorofil pigmentinden elektron koparır
- II. Işık enerjisi fotosistem tarafından soğrulur
- III. Kopan elektron, elektron taşıma sistemine aktarılır

olaylarının meydana geliş durumuna göre sıralanışı aşağıdakilerden hangisidir?

- A) I - II - III B) I - III - II C) II - I - III
D) II - III - I E) III - II - I

5.

Fotosentez sırasında meydana gelen;

- I. karbondioksitin organik besin sentezinde tüketilmesi,
- II. inorganik maddelerden organik madde sentezlenmesi,
- III. ışığın klorofil tarafından soğurulması,
- IV. fotofosforilasyonla ATP sentezlenmesi

olaylarından hangileri karbon tutma reaksiyonlarına bağlı olarak gerçekleşir?

- A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II
D) II ve IV E) III ve IV

6.

Fotosentez sürecinde ışığa bağımlı reaksiyonlar nerede gerçekleşir?

- A) Stroma
- B) Tilakoid zar
- C) Kütikula tabakası
- D) Kökler
- E) Ksilem

7.

Bitkilerde fotosentez sırasında oluşan oksijen molekülü nereden dışarı atılır?

- A) Kökler
- B) Gövde
- C) Yapraklar
- D) Stomalardan dışarı
- E) Kütikula tabakası

8.

Kloroplastın yapısı şematize edilmiştir.



Buna göre,

- I. Klorofiller a yapısında yer alır.
- II. ATP üretimi b yapısında olur.
- III. ETS elemanları c'de yer alır.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) II ve III

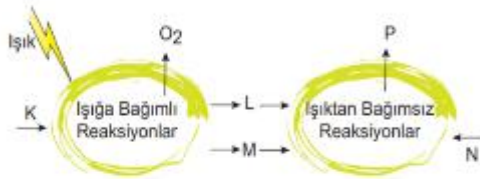
9.

Fotosentezin ışığa bağımlı reaksiyonlarında aşağıdaki olaylardan hangisi gözlenmez?

- A) Klorofil pigmentinin elektron vererek yükseltgenmesi
- B) NADP molekülünün hidrojen vererek yükseltgenmesi
- C) Besin sentezi için gerekli olan ATP'nin üretilmesi
- D) Suyun fotolizi sonrasında oksijen üretilmesi
- E) ETS elemanlarının indirgenip - yükseltgenmesi

10.

Fotosentez tepkimeleri şematize edilmiştir.



Buna göre K, L, M, N ve P ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?

- A) K, sudur.
- B) L, NADPH'dir.
- C) M, ATP'dir.
- D) N, glikozdur.
- E) P, amino asittir.

11.

Fotosentez sürecinde üretilen, ATP ve NADPH ne işe yarar?

- A) Bitkilerin toprakta yer değiştirmesinde
- B) Güneş ışığının etkisiyle, bitkilerin su ve karbon dioksit almasında
- C) Glikoz ve oksijen moleküllerinin oluşturulmasında
- D) Hidroliz reaksiyonların gerçekleşmesinde
- E) Klorofilin oluşumunda

12.

Bitkilerin köklerinden emilen su hangi yapı tarafından yaprağa taşınır?

- A) Stoma
- B) Tilakoid zar
- C) Ksilem
- D) Kütikula tabakası
- E) Kloroplast

13.

Bir bitki yaprağında belirli zaman aralığında tüketilen CO₂ miktarındaki değişim aşağıda verilmiştir.



Buna göre hangi zaman aralıklarında fotosentez gerçekleşmiştir?

- A) 1 ve 5 B) 2 ve 4 C) 1,3 ve 5 D) 2,4 ve 5 E) 1,2,3,4 ve 5

14.



Yukarıda verilen genel fotosentez tepkimesi ile ilgili

- I. CO₂'nin yapısındaki O₂ atmosfere verilir
- II. H₂O'nin yapısındaki oksijen glikozun yapısına katılır.
- III. Glikozun yapısında hidrojen, kloroplastın stromasında oluşur.
- IV. Tepkime gerçekleşirken oksidatif fosforilasyon üretilen ATP harcanır.

açıklamalardan hangileri yanlıştır?

- A) I ve II B) I ve III C) II ve IV D) I,II ve III E) I, II,III ve IV

15.

Aşağıda verilen olaylardan hangisi bitkilerde fotosentezin ışığa bağımlı tepkimelerinde gerçekleşmez?

- A) Suyun iyonlarına ayrışması
- B) NADP+ koenziminin indirgenmesi
- C) CO₂ kullanılması
- D) ETS reaksiyonlarının gerçekleşmesi
- E) Fotofosforilasyon ile ATP sentezi

Öğrenci No	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
1	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	11	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	12	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	13	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	14	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	15	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					
7	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					
8	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					
9	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					
10	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					
Cinsiyet	Adı ve Soyadı									
<input type="radio"/> E <input type="radio"/> K										
Sınıf ve Şube										
ABC Optik Okuyucu = abcoptik.com										

EK-B: Üç Boyutlu Fotosentez Animasyonuna İlişkin Açık Uçlu Sorular

Bu tez çalışması, Eğitiminde yeni bir yaklaşım olan animasyonların öğrenme sürecindeki etkisini incelemeyi amaçlamaktadır. Bu çalışmada, fotosentez konusu seçilerek, konunun öğretiminde kullanılacak bir animasyon geliştirilmiştir. Animasyon, öğrencilerin fotosentez konusunu daha iyi anlamalarına ve hatırlamalarına yardımcı olacak şekilde tasarlanmıştır. Çalışmanın amacı, animasyonun öğrencilerin başarısına etkisini araştırmak ve öğrencilerin animasyonu kullanarak öğrenme sürecini nasıl deneyimlediklerini öğrenmektir.





Bu çalışma, bir yüksek lisans tezidir ve veriler bu tez çalışması için toplanmıştır. Bu nedenle, bu çalışmanın bilimsel bir çalışma olduğunu ve verilerin sadece bu tezde kullanılacağını açıklamak isteriz. Animasyonların öğrenme sürecindeki etkisini inceleyen bu çalışma, eğitiminde yeni bir yaklaşım sunarak, öğrencilerin daha iyi öğrenmelerine ve anlamalarına yardımcı olabilir.

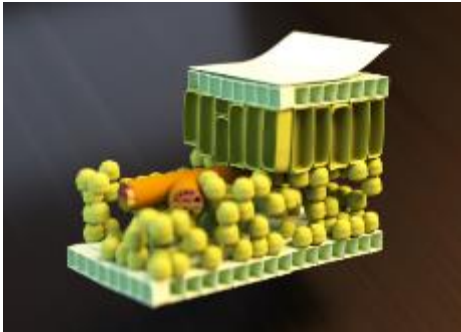
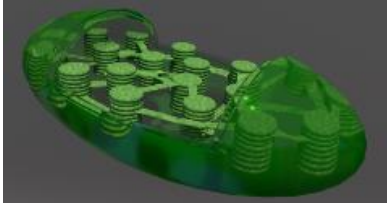
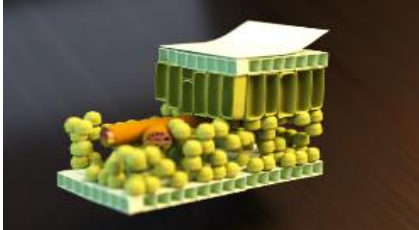


Verilen cevapların doğru ve samimi bir şekilde verilmesinin çalışmanın güvenilirliği açısından önemli olduğunu belirtmek isteriz. Bu nedenle, tüm sorulara dikkatle ve dürüst bir şekilde cevap vermeniz bizim için önemlidir.

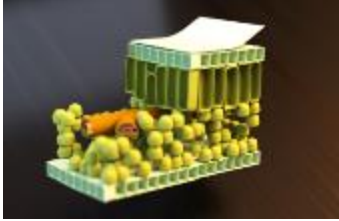



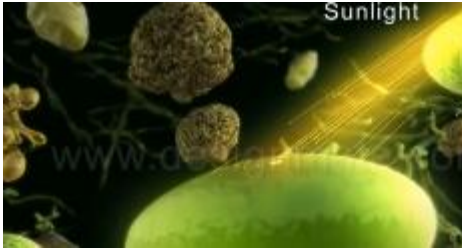
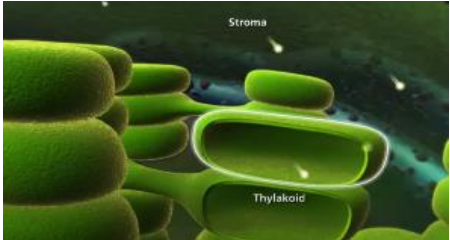

Ersen AKTAŞ
Hacettepe Üniversitesi - MEB






- 1.Derste kullanılan animasyonlar, öğrenme sürecinde size yardımcı oldu mu?
- 2.Derste kullanılan animasyonlar, öğrenme materyallerini daha ilgi çekici hale getirdi mi?
- 3.İzlediğiniz Animasyon, öğrendiğiniz konuların daha iyi anlaşılmasına yardımcı oldu mu?
- 4.Derste kullanılan animasyonlar, öğrendiğiniz bilgileri daha iyi hatırlamanıza yardımcı oldu mu?
- 5.Derste kullanılan animasyonlar, öğrenme sürecindeki motivasyonunuzu artırdı mı?
- 7.Animasyonların kullanımı hakkında genel olarak ne düşünüyorsunuz?
- 8.Derste kullanılan animasyonlar sana ne tür faydalar sağladı, görüşlerin nelerdir?
- 9.Diğer derslerde de animasyonların kullanılmasını ister misin? Görüşlerinizi açıklar mısınız?


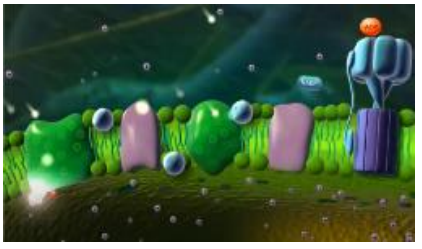
EK-C: Storyboard

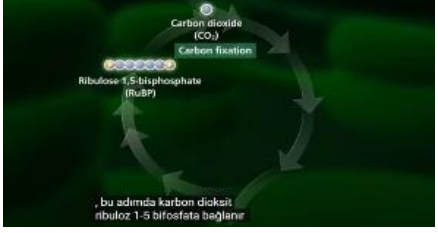
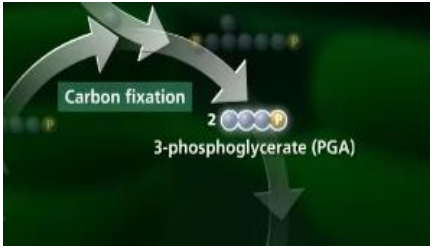



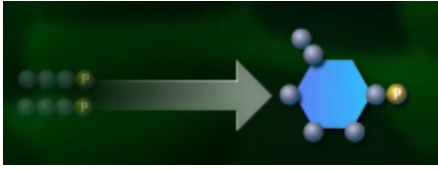
<u>No</u>	<u>Sahne Plan</u>	<u>Metin</u>	<u>Animasyon- Açıklama</u>	<u>Storyboard</u>
1	Scn. -1 Plan. 1	Her gün, parklarda, doğada, evlerimizin içinde ve dışında, bitkilerle karşılaşırız. Ama bitkilerin bu dünyadaki hayati rolünü bazen unutuyoruz. Bitkilerin yaptığı fotosentez, Dünyadaki yaşam için, mutlak bir gerekliliktir.	Genel Plan. bitkiye yaklaşıma.	
2	Scn. -1 Plan. 2	Bitkiye yakından bakıldığında toprağa kökleriyle sıkıca bağlandığı görülür.	Toprak altı kök animasyonu	
3	Scn. -1 Plan. 3	Kökler yardımıyla topraktan alınan su, önce gövdeye ardından yapraklara ulaşır.	Suyun taşınma animasyonu	
4	Scn. -1 Plan. 4	Yapraklar fotosentezin en önemli parçasıdır. Yapraklar güneş ışığını alabilmek için özelleşmiş yapılardır.	Yaprak etrafını göster	

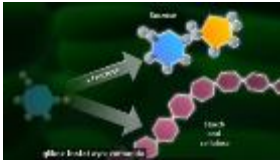

5	Scn. -2 Plan. 1	Yaprak enine kesitinde; Kütikula tabakası, üst epidermis, palizat parankiması, Sünger parankiması, İLETİM demetleri, stoma ve alt epidermis bulunur.	Yaprak enine kesiti	
6	Scn. -2 Plan. 2	Palizat parankiması, Sünger parankiması ve stoma da çok özel bir organel bulunur. Kloroplast. Kloroplastın içinde yaprağa yeşil rengini veren klorofil bulunur.	Üstteki görsel devam kloroplastta hücreden çıkıp geri yerine girsin	
7	Scn. -2 Plan. 3	Köklerden emilen su, ksilem tarafından yaprağın içlerine ulaştırılır.	suyun ksilemden hücelere taşınma animasyonu line? üzerinden random taşı	
8	Scn. -2 Plan. 4	Stoma adı verilen ve açılıp kapanabilen yapılar sayesinde bitkide gaz alışverişi gerçekleşir.	stomadan CO ₂ nin yaprağa girmesi alt epidermisten bir tane stoma gelsin açılıp kapansın geri yerine gitsin	
9	Scn. -2 Plan. 5	Stomalardan emilen karbondioksit gazı yaprak içindeki boşluklar sayesinde klorofili çeren? hücelere ulaşır.	CO ₂ ve H ₂ O takip et kloroplasta ulaşması Scn. 4 den sonra gelecek	

10	Scn. -2 Plan. 6	Oluşan glikoz molekülü yaprakta floeme taşınarak depolanmak üzere kök, gövde, meyve gibi taşınır.	kloroplast zoom out, hücre zoom out, yaprak enine kesiti Scn. 5 den sonra gelecek	
11	Scn. -2 Plan. 7	Oksijen molekülü ise stomalardan dışarı atılır.	oksijen molekülleri stomaya doğru gider. stoma açılıp kapanır. O ₂ yapraktan dışarı gider.	
12	Scn. -3 Plan. 1	Hem su hem de karbondioksit klorofil tarafından emilir.		
13	Scn. -3 Plan. 2	Kloroplastlar güneş ışığından gelen enerjiyi de tutma kapasitesine sahiptir. Bu enerji karbondioksit ve suyun glikoz ve oksijene dönüşümünde kullanılır	güneş ışığının kloroplastta girmesi	
14	Scn. -3 Plan. 3	Fotosentezde, reaksiyonlar ışığa bağımlı olan ve ışıktan bağımsız olan reaksiyonlar olmak üzere ikiye ayrılır. Işığa bağımlı reaksiyonlar tilakoid zarda, ışıktan bağımsız reaksiyonlar stromada gerçekleşir	tilakoid zara zoom	
15	Scn. -3 Plan. 4	ATP ve NADPH Stromaya gider ve burada ışıktan bağımsız evreyi yani calvin döngüsünü başlatır.	kurguda Scn.-4 den sonra gelecek	

16	Scn. -4 Plan. 1	Fotosentetik organizmalarda güneş enerjisinin kimyasal bağ enerjisine dönüşümü tilakoid zarında bulunan fotosistem 1, fotosistem 2 ve elektron taşıma sistemi tarafından gerçekleştirilir.		
17	Scn. -4 Plan. 2	Tilakoid zarında bulunan fotosistemler, yardımcı pigmentler ve klorofil ağından oluşur. Pigmentler fotonların içinde bulunan enerjiyi absorbe ederler ve tepkime merkezine aktarırlar.		
18	Scn. -4 Plan. 4	Tepkime merkezinde toPlan.an bu elektronlar tilakoid zar üzerinde bulunan bir dizi proteinler tarafından Elektron taşıma sistemine taşınır		
19	Scn. -4 Plan. 5	fotosistem 2 tarafından kaybedilen elektronlar fotolizde açığa çıkan serbest elektronlardan tamamlanır. Fotoliz adı verilen süreçte, su moleküllerinin serbest elektronlar, hidrojen iyonu ve oksijen gazı olarak ayrışır. Yan ürün olarak oluşan oksijen molekülü, hücresel solunuma katılır.		
20	Scn. -4 Plan. 6	Klorofilden gelen yüksek enerjili elektronların oluşturduğu potansiyel fark, stromadan tilakoit zara hidrojen iyonu aktarmak için kullanılır.		

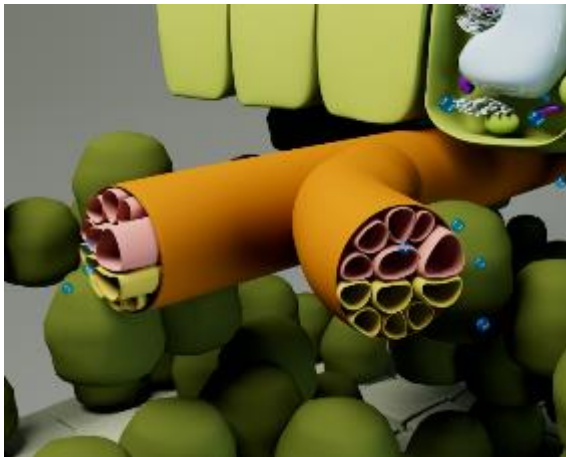
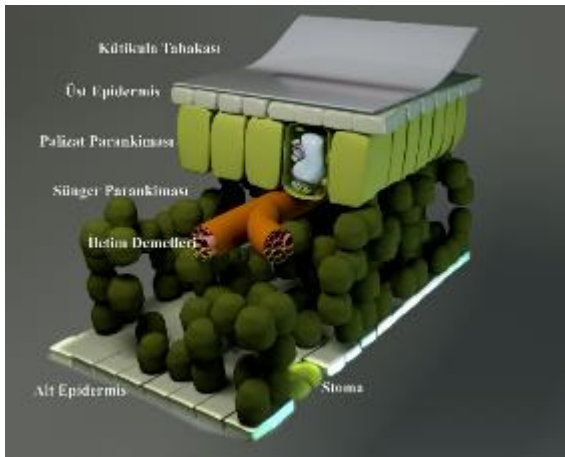
21	Scn. -4 Plan. 7	Tilakoid zara geçen bu hidrojenler, ADP nin ATP ye dönüşmesini sağlayan ATP sentaz enzimine güç sağlarlar.		
22	Scn. -4 Plan. 8	Enerjisini kaybeden fotosistem 2'nin elektronları fotosistem 1'e geçerler. Burada elektronlara fotonlardan enerji tekrar yüklenir ve elektron taşıma sistemine aktarılır		
23	Scn. -4 Plan. 9	ETS de NADP+ NADPH'a dönüşür.		
24	Scn. -4 Plan. 10	Genel tekrar		
25	Scn. -5 Plan. 1	Calvin döngüsü bir dizi reaksiyondan oluşur		

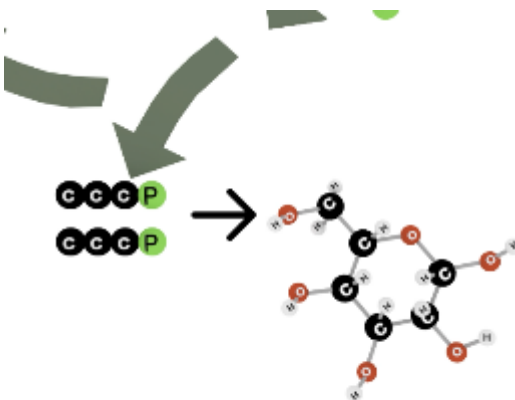
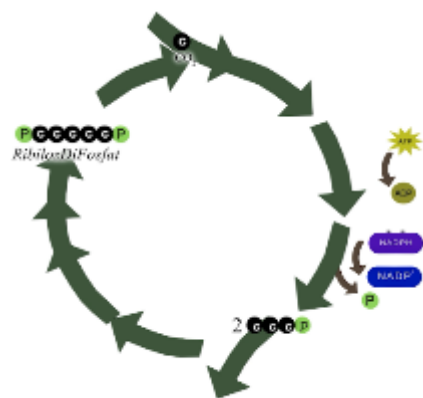
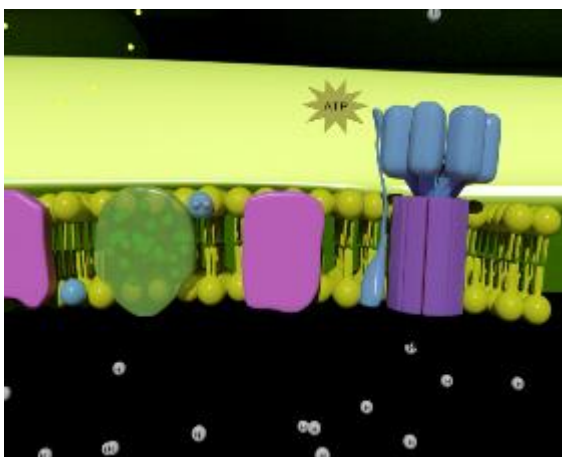
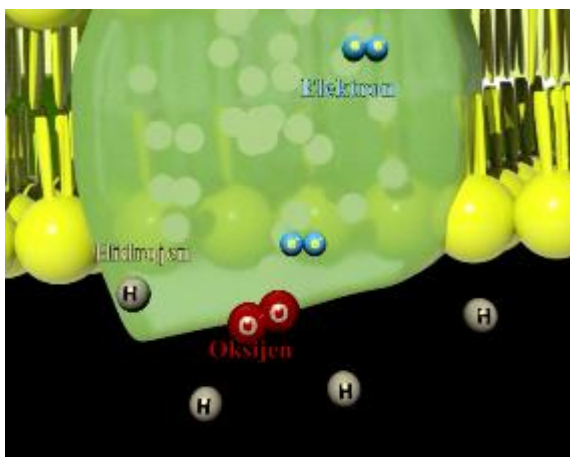
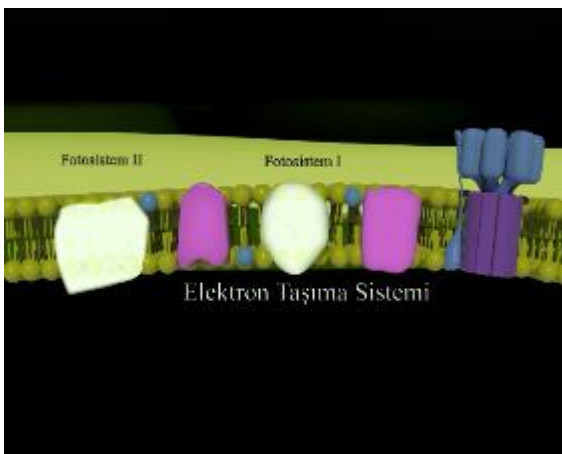
26	Scn. -5 Plan. 2	ilk olarak 5 karbonlu RibilozDiFosfat CO ₂ molekülü ile 6 karbonlu kararsız ara bileşik oluşturur.		
27	Scn. -5 Plan. 3	oluşan 6 karbonlu yapı 2 tane 3 karbonlu PGA'ya dönüşür		
28	Scn. -5 Plan. 4	Ardından ışığa bağımlı tepkimelerde üretilen ATP ve NADPH molekülleri reaksiyonlara katılır.		
29	Scn. -5 Plan. 5	6 mol karbondioksit için bu sistem 6 kere döner		
30	Scn. -5 Plan. 6	10 mol fosfogliseraldehit 5 karbonlu RibilozDiFosfatı tekrar oluşturur Geriye kalanları ise glikoz, gliserol veya yağ asitlerine dönüşür		
31	Scn. -5 Plan. 7	1 mol glikoz üretmek 2 mol fosfogliseraldehit gereklidir.		

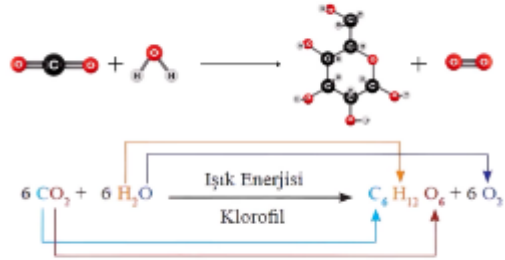
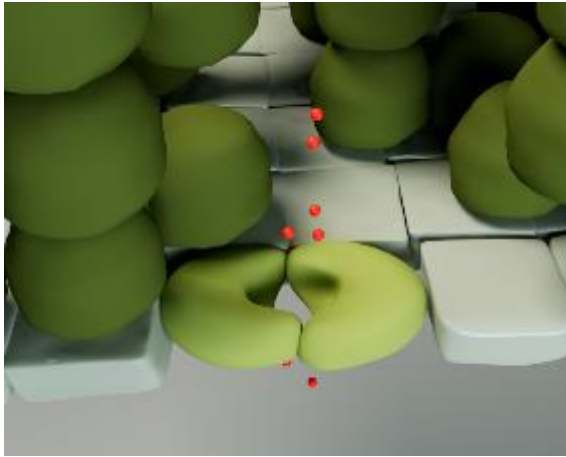
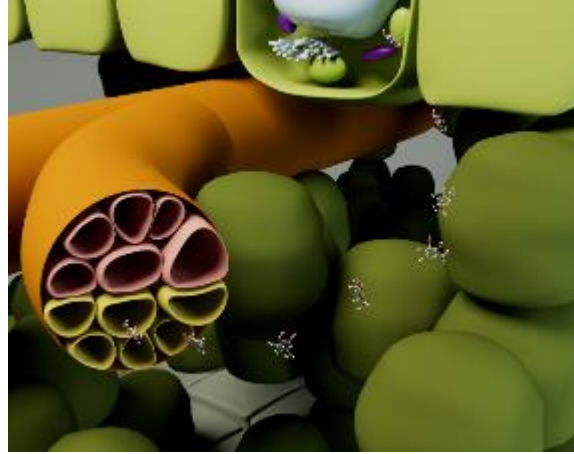
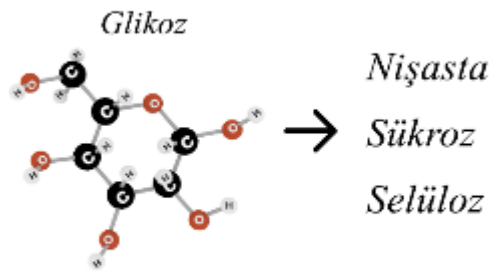
32	Scn. -5 Plan. 8	Oluşan glikoz moleküllerinden nişasta, Sükröz selüloz gibi diğer organik bileşiklerde üretilebilir.		
33	Scn. -6 Plan. 1	bitkiler su ve CO ₂ 'yi kullanarak kendi besinlerini üretebilirler. Fotosentetik organizmalar dünyamızdaki birincil şeker üreticileridir ve yan ürün olarak oksijen gazı üretirler. Böylece hem karasal hem de sucul ekosistemlere besin ve oksijen sağlayarak yaşamın temeli olarak hizmet ederler.	fotosentez genel denklemi	

EK-Ç: Uygulama Sırasında Çekilen Fotoğraf

EK-D: Geliştirilen 3 Boyutlu Animasyon Görselleri








```
40 #anova testi
41 f_stat, p_value = f_oneway(deney_grubu_son_test, kontrol_grubu_son_test)
42
43 # standart sapma
44
45 standart_sapma_deney = np.std(deney_grubu_son_test)
46 standart_sapma_kontrol = np.std(kontrol_grubu_son_test)
47
48 # çarpıklık hesaplama
49
50 skewness_deney = skew(deney_grubu_son_test)
51 skewness_kontrol = skew(kontrol_grubu_son_test)
52
53
54 #basıklık hesaplama
55
56 kurt_deney = kurtosis(deney_grubu_son_test)
57 kurt_kontrol = kurtosis(kontrol_grubu_son_test)
58
59
60 # Shapiro-Wilk testi
61
62 stat_deney, p_deney = shapiro(deney_grubu_son_test)
63 stat_kontrol, p_kontrol = shapiro(kontrol_grubu_son_test)
64
65 # varyans hesaplama
66
67 varyans_deney = np.var(deney_grubu_son_test)
68 varyans_kontrol = np.var(kontrol_grubu_son_test)
69
70
71 # mann whitney u testi
72
73 mann_stat, mann_p_value = mannwhitneyu(deney_grubu_son_test, kontrol_grubu_son_test)
74
75 # Çıktılar
76 print("T istatistiği: ", t_statistic)
77 print("T-testi p değeri: ", T_pvalue)
78 print("İki grup arasındaki benzerlik düzeyi için KS istatistiği: ", statistic)
```

```
79 print("İki grup arasındaki benzerlik düzeyi için p değeri: ", T_pvalue)
80 print("Etki büyüklüğü (Cohen's d): ", cohen_d)
81 print("Anova F istatistiği:", f_stat)
82 print("Anova p-değeri:", p_value)
83 print("Deney grubunun ortalaması:", deney_ort)
84 print("Deney grubunun standart sapması:", deney_std)
85 print("Kontrol grubunun ortalaması:", kontrol_ort)
86 print("Kontrol grubunun standart sapması:", kontrol_std)
87 print("Deney grubu için çarpıklık: ", skewness_deney)
88 print("Kontrol grubu için çarpıklık: ", skewness_kontrol)
89 print("Deney grubunun kurtosis değeri:", kurt_deney)
90 print("Kontrol grubunun kurtosis değeri:", kurt_kontrol)
91 print("Deney grubu min değer: ", np.min(deney_grubu_son_test))
92 print("Deney grubu max değer: ", np.max(deney_grubu_son_test))
93 print("Kontrol grubu min değer: ", np.min(kontrol_grubu_son_test))
94 print("Kontrol grubu max değer: ", np.max(kontrol_grubu_son_test))
95 print("Deney grubu Shapiro-Wilk İstatistik değeri:", stat_deney)
96 print("Deney grubu Shapiro-Wilk p değeri:", p_deney)
97 print("Deney grubu Shapiro-Wilk İstatistik değeri:", stat_kontrol)
98 print("Deney grubu Shapiro-Wilk p değeri:", p_kontrol)
99 print("Deney grubunun varyansı:", varyans_deney)
100 print("Kontrol grubunun varyansı:", varyans_kontrol)
101 print("mann whitney u testi İstatistik değeri: ", mann_stat)
102 print("mann whitney u testi p değeri: ", mann_p_value)
103
```

**EK-F: Araştırma Etik Komisyon İzin Muafiyeti Formu/ Araştırma Etik Komisyonu Onay
Bildirimi**



**T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ**
Rektörlük

Sayı : 35853172/ 433-683

29 Şubat 2016

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

İlgi: 28.01.2016 tarih ve 202 sayılı yazınız.

Enstitünüz Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanlar Eğitimi Anabilim Dalı tezli yüksek lisans programı öğrencilerinden **Ersen AKTAŞ**'ın **Prof. Dr. Esin ATAV** danışmanlığında yürüttüğü **“Fotosentez Konusunda Animasyon Geliştirilmesi ve Animasyon Kullanımının Öğrenci Başarısına Etkisi”** başlıklı tez çalışması, Üniversitemiz Senatosu Etik Komisyonunun **09 Şubat 2016** tarihinde yapmış olduğu toplantıda incelenmiş olup, etik açıdan uygun bulunmuştur.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

Prof. Dr. A. Haluk ÖZEN
Rektör

EK-G: Etik Beyanı

Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında,

- * tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- * görsel, işitsel ve yazılı bütün bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- * başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- * atıfta bulunduğum eserlerin bütününe kaynak olarak gösterdiğimi,
- * kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- * bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversitede veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

05/07/2023

(İmza)

Ersen AKTAŞ

EK-Ğ: Yüksek Lisans/Doktora Tez Çalışması Orijinallik Raporu

05/07/2023

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
Eğitim Bilimleri Enstitüsü
Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı Başkanlığına,

Tez Başlığı: Fotosentez Konusunda Animasyon Geliştirilmesi Ve Animasyon Kullanımının Öğrenci Başarısına Etkisi
Yukarıda başlığı verilen tez çalışmamın tamamı (kapak sayfası, özetler, ana bölümler, kaynakça) aşağıdaki filtreler kullanılarak **Turnitin** adlı intihal programı aracılığı ile kontrol edilmiştir. Kontrol sonucunda aşağıdaki veriler elde edilmiştir:

Rapor Tarihi	Sayfa Sayısı	Karakter Sayısı	Savunma Tarihi	Benzerlik Oranı	Gönderim Numarası
05/07 /2023	98	68592	12/06/2023	9	2126942505

Uygulanan filtreler:

1. Kaynaklar hariç
2. Alıntılar dâhil
3. 5 kelimedenden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç

Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Tez Çalışması Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılması Uygulama Esaslarını inceledim ve çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan eder, gereğini saygılarımla arz ederim.

Ad Soyadı: Ersen AKTAŞ

Öğrenci No.: N21226875

Ana Bilim Dalı: Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı

Programı: Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi

Statüsü: Y.Lisans Doktora Bütünleşik Dr.

DANIŞMAN ONAYI

UYGUNDUR.

Prof. Dr. Esin ATAV

EK-H: Thesis/Dissertation Originality Report

05/07/2023

HACETTEPE UNIVERSITY
Graduate School of Educational Sciences
To The Department of Mathematics and Science Education

Thesis Title: The Effect Of Animation Development And Animation Use On Student Success In The Subject Of
Photosynthesis

The whole thesis that includes the *title page, introduction, main chapters, conclusions and bibliography section* is checked by using **Turnitin** plagiarism detection software take into the consideration requested filtering options. According to the originality report obtained data are as below.

Time Submitted	Page Count	Character Count	Date of Thesis Defense	Similarity Index	Submission ID
05/07 /2023	98	68592	12/06/2023	9	2126942505

Filtering options applied:

1. Bibliography excluded
2. Quotes included
3. Match size up to 5 words excluded

I declare that I have carefully read Hacettepe University Graduate School of Educational Sciences Guidelines for Obtaining and Using Thesis Originality Reports; that according to the maximum similarity index values specified in the Guidelines, my thesis does not include any form of plagiarism; that in any future detection of possible infringement of the regulations I accept all legal responsibility; and that all the information I have provided is correct to the best of my knowledge.

I respectfully submit this for approval.

Name Lastname: Ersen AKTAŞ
Student No.: N21226875
Department: Mathematics and Science Education
Program: Mathematics and Science Education
Status: Masters Ph.D. Integrated Ph.D.

ADVISOR APPROVAL

APPROVED
Prof. Dr. Esin ATAV

EK-I: Yayınlama ve Fikrî Mülkiyet Hakları Beyanı

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin/raporumun tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kâğıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma iznini Hacettepe Üniversitesine verdiğimi bildiririm. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak, tezimin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları bana ait olacaktır.

Tezin kendi orijinal çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinlerin yazılı izin alınarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

Yükseköğretim Kurulu tarafından yayınlanan "**Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge**" kapsamında tezim aşağıda belirtilen koşullar haricince YÖK Ulusal Tez Merkezi / H.Ü. Kütüphaneleri Açık Erişim Sisteminde erişime açılır.

- Enstitü/ Fakülte yönetim kurulu kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihinden itibaren 2 yıl ertelenmiştir. ⁽¹⁾
- Enstitü/Fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren 12 ay ertelenmiştir. ⁽²⁾
- Tezimle ilgili gizlilik kararı verilmiştir. ⁽³⁾

05 /07/ 2023

Ersen AKTAŞ

UYGUNDUR.

Prof. Dr. Esin ATAV

"Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge"

- (1) Madde 6. 1. Lisansüstü teze ilgili patent başvurusu yapılması veya patent alma sürecinin devam etmesi durumunda, tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulu iki yıl süre ile tezin erişime açılmasının ertelenmesine karar verebilir.
- (2) Madde 6. 2. Yeni teknik, materyal ve metotların kullanıldığı, henüz makaleye dönüşmemiş veya patent gibi yöntemlerle korunmamış ve internetten paylaşılması durumunda 3. şahıslara veya kurumlara haksız kazanç; imkânı oluşturabilecek bilgi ve bulguları içeren tezler hakkında tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile altı ayı aşmamak üzere tezin erişime açılması engellenebilir.
- (3) Madde 7. 1. Ulusal çıkarları veya güvenliği ilgilendiren, emniyet, istihbarat, savunma ve güvenlik, sağlık vb. konulara ilişkin lisansüstü tezlerle ilgili gizlilik kararı, tezin yapıldığı kurum tarafından verilir*. Kurum ve kuruluşlarla yapılan işbirliği protokolü çerçevesinde hazırlanan lisansüstü tezlere ilişkin gizlilik kararı ise, ilgili kurum ve kuruluşun önerisi ile enstitü veya fakültenin uygun görüşü üzerine üniversite yönetim kurulu tarafından verilir. Gizlilik kararı verilen tezler Yükseköğretim Kuruluna bildirilir.

Madde 7.2. Gizlilik kararı verilen tezler gizlilik süresince enstitü veya fakülte tarafından gizlilik kuralları çerçevesinde muhafaza edilir, gizlilik kararının kaldırılması halinde Tez Otomasyon Sistemine yüklenir

*Tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulu tarafından karar verilir

