

LİSE VE LİSANS DÜZEYİNDE UYGULANABİLİR MODEL GELİŞTİRME İÇERİKLİ BİR ETKİNLİK ÖNERİSİ: GÜNEŞ- DÜNYA-AY HAREKETLERİ

AN ACTIVITY PROPOSAL INCLUDING MODEL DEVELOPMENT APPLICABLE AT HIGH SCHOOL AND UNDERGRADUATE LEVEL: SUN-EARTH-MOON MOVEMENTS

Metin ALTAN

Dr. Öğr. Üyesi,
Eskişehir Teknik Üniversitesi
Yer ve Uzay Bilimleri Enstitüsü
maltan@eskisehir.edu.tr
Orcid No: 0000-0002-5247-887X

Hande OKURLAR

Yüksek Lisans Öğrencisi,
Eskişehir Teknik Üniversitesi
Yer ve Uzay Bilimleri Enstitüsü
handeokurlar322@gmail.com
Orcid No: 0009-0007-0893-6347

Görkem Koray ÖZ

Yüksek Müh.,
Astronom Dr.
Kayseri Bilim Merkezi
astro.gkoz@gmail.com
Orcid No: 0000-0003-4370-6401

Memduh Sami TANER

Prof. Dr.,
Akdeniz Üniversitesi
Eğitim Fakültesi
Fizik Eğitimi Anabilim Dalı
mstaner@akdeniz.edu.tr
Orcid No: 0000-0002-3534-6023

Geliş Tarihi/Received:
09/06/2023

Kabul Tarihi/Accepted:
04/11/2024

e-Yayım/e-Printed:
30/06/2024

Özgün Araştırma Makalesi/Original Research

Kaynakça Bilgisi: Altan, M., Okurlar, H., Öz, G. K. ve Taner, M. S. (2024). Lise ve lisans düzeyinde uygulanabilir model geliştirme içerikli bir etkinlik önerisi: güneş-dünya-ay hareketleri. *İnformal Ortamlarda Araştırmalar Dergisi*, 9(2), 174-198.

Citation Information: Altan, M., Okurlar, H., Öz, G. K. ve Taner, M. S. (2024). An activity proposal including model development applicable at high school and undergraduate level: sun-earth-moon movements. *Journal of Research in Informal Environments*, 9(2), 174-198.

ÖZ

Olgu sunumu olarak planlanan bu çalışma ile, lise ve lisans düzeyinde astronomi dersi alan öğrencilere Güneş-Dünya-Ay arasındaki geometrik etkileşimin görselleştirilebilmesi deneyimi sunulurken, cisimlerin yörünge ve kendi eksenlerinde dönme şeklindeki göreceli hareketlerinin temel prensiplerini anlamaları amaçlanmaktadır. Bir etkinlik önerisi olarak sunulan bu çalışmada öğrenciler, yapacakları atölye kapsamında cisimlerin bireysel yörünge ve eksenel dönme hareketlerini öğrenirken, aynı cisimlerin geometrik etkileşimlerini de göz önünde bulundurarak, döngüsel-görsel değişkenliklerin doğasını kavramalarını hedefleyen bir model önerilmektedir. Bu etkileşimli deneyim, Arşimet ve Kepler kanunlarının ideal bir model üzerinde uygulamalı olarak anlatılabildiğini sağlarken, Güneş-Dünya-Ay bileşenlerine sahip sistemin döngüsel ve eksenel hareketleri sırasında, farklı referanslar penceresinden bakılarak, öğrenciler tarafından bileşenlerin tek tek hareket yörüngelerinin zamanla nasıl farklılık gösterdiğinin kıyaslanması, anlaşılması ve irdelenmesi için gerekli bilgi ve becerileri geliştirmeyi de hedeflemektedir. Önerilen bu örnek uygulama ile, öğrencilerin gözlem yapma, gözleme dayalı tahminde bulunma, karşılaştırma, kıyaslama ve çıkarım yapmanın yanı sıra, problem çözme becerilerinin gelişimine de katkı sağlamak mümkün olabilecektir. Ayrıca öğrenciler, astronomi konusundaki temel bilgileri, matematik, fizik becerileri ile sentezleyerek, etkileşimli bir platform oluşturmayı deneyimleyebilecek, takım çalışmasını tecrübe ederken iletişim becerilerini de geliştirebileceklerdir. Ek olarak öğrenciler, Güneş-Dünya-Ay özelinde, gök cisimlerinin yörüngesel ve eksenel dönme hareketini modelleyerek gök cisimlerinin periyodik pozisyon değişkenliklerini, farklı referans noktaları odaklı kıyaslayabilecek, zamana bağlı öngörü modeli oluşturabileceklerdir. Eğitsel boyutu olan bu materyal geliştirme etkinliği, bulgular bölümünde sunulan çizimler ile somut olarak üretilebilir bir model ya da düzenektir. Sahada öğretim görevlileri ve öğretmenler tarafından uygulanarak öğrencilerin bilişsel ve ince motor becerilerini geliştirirken, astronomi bilgilerini de güçlendirme potansiyeli olabileceği öngörülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Güneş-dünya-ay hareketleri; yörüngesel ve eksenel dönme; astronomi.

ABSTRACT

This study, which is planned as a case study, aims to provide students taking astronomy courses at high school and undergraduate level with the experience of visualizing the geometric interaction between the Sun-Earth-Moon and to understand the basic principles of the relative motions of the bodies in the form of orbit and rotation on their own axes. In this study, which is presented as an activity proposal, a model is proposed that aims to enable students to comprehend the nature of cyclic-visual variability by considering the geometric interactions of the same bodies while learning the individual orbital and axial rotational motions of the bodies within the scope of the workshop. While this interactive experience enables students to learn Archimedes' and Kepler's laws on an ideal model, the applications also aim to develop the knowledge and skills necessary for students to compare, understand and examine how the individual motion trajectories of the components vary with time during the rotational and axial motions of the system with Sun-Earth-Moon components, by looking from different references. With this sample application, it will be possible to contribute to the development of students' problem solving skills as well as observing, making predictions based on observations, comparing, contrasting and inferring. In addition, students will be able to synthesize their basic knowledge of astronomy with their math and physics skills, experience creating an interactive platform, and develop their communication skills while experiencing teamwork. In addition, by modeling the orbital and axial rotational motion of celestial bodies, students will be able to compare the periodic position variations of celestial bodies based on different reference points and create a time-dependent prediction model. This material development activity, which has an educational dimension, is a model-configuration that can be produced concretely with the drawings presented in the findings section. It is envisaged that it can be applied by lecturers and teachers in the field to improve students' cognitive and fine motor skills while strengthening their knowledge of astronomy.

Keywords: Sun-earth-moon movements; orbital and axial rotation; astronomy

GİRİŞ

Bilim, insanın günlük yaşamına dair bilgilerin toplanması ve tasnif edilmesi ile başlamış, daha sonra gelişen sayma, kümeler ve taban aritmetiği, matematik uygulamalarını da içine alan astronomi alanının oluşmasını kolaylaştırmıştır(Unat, 2003). Eski çağlardan günümüze ulaşan bu merak ve Güneş'in her gün doğup batması gibi gözlemlenen düzenlilikler astronominin hızla gelişmesine neden olmuştur. Örneğin Platon, evrenin bir tasviri olan astronominin, yönetici seçkin sınıfın eğitimi için gerekli olduğunu, hatta astronominin herkese öğretilmesi gerektiğini düşünmüştür(Ronan, 1983, Usta ve Arslan, 2023). Astronomi, kişiye kazandırdığı doğru düşünmeyle birlikte kavram düzeyinde bilginin algılanması ve öğrencilerin uzay-zaman ilişkisi kurabilme becerilerinin geliştirilmesi açısından önemi gittikçe artan bir bilim dalıdır. Gelişmiş ülkelere bakıldığında astronominin, öğrencileri fen bilimlerine yönlendirmek ve fen bilimleri derslerini sevdirmek amacıyla etkin bir şekilde kullanıldığı görülmektedir. Astronomi ile ilgili yapılan çalışmaların artırılmasıyla ülkemizde de eğitim ve öğretim düzeyinin gelişmesi yönünde olumlu sonuçlar elde edileceği öngörülmektedir (Ayvacı & Sezer, 2019).

Democritos'tan Dalton'a, Rutherford'dan Thomson'a ve Bohr'dan modern atom teorisine uzanan atom modelinin evrimi, modellerin işlenebilirliği, sınırlıkları ve konuyu açıklayıp artçı araştırmalara ışık tutmasına güzel bir örnek oluşturmaktadır. Bu özelliklerinden dolayı bilimsel modeller, bilimsel bir araştırmanın hem istendik ürünü hem de artçı araştırmalarının bir yol göstericisidir. Ders programlarında bilimsel modellere yer vermekle öğrencilere belli bir disipline özgü kavramsal alan bilgisini özgün şekliyle öğrenebilme fırsatının yanı sıra, bilimsel bilginin nasıl ortaya çıkarıldığı ve değerlendirildiğini de görme fırsatı sunulur (Ünal Çoban, 2021; Akaygün, 2021).

Milli Eğitim Bakanlığı Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı (MEB-TTKB) tarafından 2017 yılında pilot olarak başlatılan ve 2018 yılından itibaren (Taner, 2017; Yetkiner, 2019) özellikle ilk ve orta; kısmen de lise düzeyinde astronomi eğitiminin gelişmeye başladığı farklı çalışmalarda bildirilmiştir(Taner, 2019). 2024 yılında Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli (MEB, 2024) olarak adlandırılan yeni öğretim modeli, 3-8 sınıf fen programındaki astronomi ile ilgili konuları içeren 1. ünitelere önemli bir değişiklik getirmemiş, sadece bazı konu veya kazanımların sınıf düzeyleri değiştirilmiş, ayrıca 7. sınıf fen programındaki “yapay uydularımız” başlıklı konu programdan çıkarılmıştır. Bu çalışma ile ilişkili olabilecek bir değişiklik ise, Fen Eğitimi ve Araştırmaları Derneğinin (FEAD) inceleme raporunda (8. sayfa) eleştiri almıştır. Eleştiri içeriği, mühendislik tasarım döngüsünün aşağıda alıntılandığı üzere “çok yapılandırılmış” olduğu iddiasındadır (FEAD, 2024).

Örneğin: s.85 “Öğrencilerin mühendislik ve tasarım döngüsüne uygun Güneş, Dünya, Ay’ın hareket, yön ve temsili hacimsel boyutlarını dikkate alan model hazırlamaları beklenir” Bu kadar yapılandırılma yerine öğretmen ve öğrencinin yaratıcılığına bırakılması önerilmektedir.

Ancak bu çalışma ışığında FEAD tarafından raporlanan bu eleştirinin haklı olmadığı, yeni fen programında vurgulanan “mühendislik ve tasarım döngüsüne uygun Güneş, Dünya, Ay’ın hareket, yön ve temsili hacimsel boyutlarını dikkate alan model hazırlanmasının özellikle öğrencilere fayda sağlayacağı düşünülmektedir. Ortaokul fen bilgisi ve liselerde seçmeli astronomi öğretim programları kapsamında modelleme üzerinden astronomi kazanımlarının mevcut hali kısmen de olsa görülmekte iken, yükseköğretim düzeyinde olup, astronomi bölümü haricindeki lisans programlarında verilen astronomiye giriş derslerinde beklenen gelişmeler, özellikle deneysel ve uygulamaya dayalı öğretim faaliyetlerinin istenen düzeyde verimli olmadığı düşünülmektedir.

Bu çalışmada lise ve lisans düzeyinde uygulanabilir bir deneysel model hazırlama etkinliğinin eğitim camiasına teklif edilme amacı, içerik açısından daha çok matematik, fizik, tasarım, malzeme bilgisi ve astronomi bakış açısı sunan bir yaklaşımla öğrencilerin kavramsal ve bilimsel gelişmelerini sağlamaktır. Genel astronomi etkinlikleri veya deneysel model yapma etkinlikleri özellikle ortaokul ve kısmen lise öğretim kademesi için yaklaşık aynı adlarla, kitabi bilgiler halinde öğretmenlere sunulmuştur. Ancak üniversite öğrencileri için bilgi, birikim ve diğer disiplinlere ait mevcut bilgilerin de entegre edilebildiği deneysel-modelleme çalışmalarına ihtiyaç vardır.

Doğru, Satar ve Çelik (2019) tarafından yapılan astronomi eğitimi ile ilgili bibliyometrik bir araştırmada, Güneş-Dünya-Ay modeli içerikli tez sayısının oldukça düşük olması nedeniyle bu ihtiyaç net olarak görülmektedir. Bu çalışmada problem durumu olarak bu ihtiyacın karşılanabilmesi için bilimsel yönü daha öne çıkarılmış etkinliklerin eksikliği dikkate alınmış ve bir etkinlik önerilmiştir. Son yıllarda Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) Bilim Toplum Dairesi (BİTO) tarafından desteklenen 4004, 4006, ve 4007 projeleri ile çok rağbet gören diğer tür (2237-A) proje önerilerinde sunulan astronomi etkinlikleri kendisini tekrar etmeye başlamıştır. BİTO 400X türü proje önerilerine de belli bir düzeyde kalite katabilecek yeni etkinliklerin hazırlanması bir ihtiyaç olup TÜBİTAK 2024 yılı itibarıyla yeni astronomi ve havacılık atölyeleri yazılması için alana katkı yapmış akademisyen ve bilim merkezleri çalışanlarından oluşturulmuş ekipler aracılığı ile atölye yazım çalışmaları başlatmıştır (Taner, Altan, Öz & Ordukaya, 2024).

Alan yazına bakıldığında, Ayvacı ve Sezer (2019) tarafından yapılan bir araştırma içeriğinde sunulmuş aşağıdaki tabloda (Şekil 1.) astronomi içerikli fen eğitimi çalışmaları için betimsel içerik analizi yapılmış ve incelenen çoğu çalışmanın örtüşen önerilerinden birisi olarak; *“astronomi kavramlarının daha iyi öğretilebilmesi için deneysel çalışmalar yapılmalı”* bilgisi deklare edilmiştir.

Amaç	Fen bilgisi öğretmen adaylarının astronomi kavramlarını anlama seviyelerinin ve kavram yanlışlarının incelenmesi	Veri Analiz Yöntemi	İçerik analizi
Yöntem	Nitel araştırma Betimsel boylamsal	Konu	Astronomi kavramları
Örnekleme Düzeyi	Lisans (Fen bilimleri öğretmenliği)	Sonuç	Anlama seviyesinin arttığı bunun yanında kavram yanlışlarının da arttığı belirlenmiş
Veri Toplama Aracı	Açık uçlu sorular	Öneri	Astronomi kavramlarının daha etkili öğretilebilmesi için deneysel çalışmalar yapılmalı

Şekil 1. Ayvacı ve Sezer (2019) tarafından yapılan araştırmaya dahil edilen çalışmaların incelendiği temalar ve bu çalışmaların ortak önerisi çerçeve içinde gösterilmektedir.

Ayvacı ve Sezer (2019)’a göre, fen bilgisi öğretmen adaylarının henüz lisans düzeyinde öğrenim görürken astronomi kavramlarını anlama seviyelerinin ve kavram yanlışlarının giderilmesi, yani astronomiye dair kavramların daha doğru öğretilebilmesi için deneysel çalışmalar ve materyal geliştirme etkinliklerinin yapılması gereklidir. Ayrıca, bu yazarların çalışmalarına dahil ettikleri ve tematik olarak inceledikleri makale içeriklerinde de rastladıkları öneriler, (özellikle Emrahoğlu, 2009; Düşkün 2011) uygulama boyutu olan materyal geliştirme çalışmalarına önem verilmesinin gerektiği yönündedir.

Yükseköğretim sistemimizde, lisans düzeyinde verilen astronomi derslerinde deneysel veya uygulamalı çalışmalar genellikle teleskopla gözlem ve ışık kirliliği içerikli çalışmalar düzeyinde olup en yoğun içerikle astronomi bölümlerinde görülmekte, öğrencilere ve topluma astronomiyi öğretecek öğretmen adayları için verilen lisans düzeyi astronomi derslerinde ise genellikle kuramsal içerikli, öğretmen merkezli ve düz anlatım yöntemleri kullanılmaktadır(Karaçam, Çakır, Koca & Sadak, 2020).

Bu çalışmamızda savunulan hipotez, lisans öğrencilerinin makale içeriğinde verilen türden modeller (Şekil 8) hazırlarken matematiksel hesaplamalar ve fizik bilgilerini entegre ederek astronomi içerikli temel bilgileri daha iyi özümseyecekleri ve indirekt olarak STEAM uygulamaları yapabilme fırsatı da bulacakları yönündedir.

Astronominin diğer bilimlerle iç içe yani disiplinlerarası bir bilim ve temel bilimlerle yakın ilişkide olduğu görülmektedir (Hacısalıhoğlu, 2006). Örneğin; gezegenlerde molekül oluşumu kimya ile; yıldız ve gezegen atmosferleri meteorolojiyle; gezegenlerin yüzeyleri ve içyapıları jeofizikle; gök cisimlerine ilişkin model hesapları bilişim teknolojileriyle; uzay teknolojilerini geliştirilmesi ve bu alandaki mühendislik çalışmaları elektronik, optik ve mekanikle; yıldızlarda enerji üretimi çekirdek fiziğiyle ilgilidir (Aslan, 2006). Yapılan bu çalışma ile, Aslan (2006) tarafından ifade edilen yukarıdaki disiplinlere ek olarak, astronomi içerikli materyal tasarım ile STEM ilişkisinin varlığına dair farkındalık yaratılabilmek de mümkündür.

Astronomi; matematik, fizik, kimya ve biyoloji gibi temel bilimlerin gelişmesinde önemli rol oynamaktadır (MEB, 2018). Uygulama alanı oldukça geniş ve farklı disiplinlerle bağlantısı olan astronomi ile ilgili çalışmaların hangi alanda yoğunlaştığına ve hangi alanda çalışmaların çeşitlendirilmesi gerektiğine yönelik ek bazı araştırmaların yapılması önem arz etmektedir (Oğuzman, Metin ve Kaya, 2021). Deneysel süreçler, model, tasarım ve malzeme bilgisi kullanılarak yapılabilecek lisans düzeyindeki bazı atölye veya etkinliklerin sayısı ve çeşitliliği az olup, özellikle TÜBİTAK Bilim Toplum ve Bilim İnsanı Destekleme Programı (BİDEB) destekli projelerin astronomi ve fizik içerikli uygulamalarında bu ihtiyaç daha bariz bir şekilde görülmektedir(Altan ve ark., 2024).

Astronomi, öğrencilere kavram düzeyinde bilgilerin kazandırılmasında, kavramlar arasında doğru ve mantıklı ilişkiler kurulmasında aynı zamanda doğru düşünmeyi sağlamada en önemlisi de öğrencilerin uzay-zaman ilişkisi kurabilme becerilerinin geliştirilmesinde önemi gittikçe artan bir bilim dalıdır (Düşkün, 2011; Tunca, 2000). Bu bağlamda, kuramsal içerikli ve soyut bilgiler lise ya da üniversite lisans öğrencileri için sıkıcı iken, öğrenilen bilgilerin hemen bir düzenek veya eğitsel yönü olan bir materyalde kullanılacak olması, bireyin somut bilgiye olan ihtiyacı nedeniyle daha verimli öğrenilmesini sağlayacaktır (Taner & Altan, 2021).

YÖNTEM

Olgu sunumu olarak planlanan bu çalışma, klasik materyal geliştirme ve modellemeye dayalı fen öğretimi uygulamalarına özgü (Ayvacı, 2021; Demirçalı, 2016) tasarım süreci izlenerek gerçekleştirilen, uygulamalı araştırma ve raporlama niteliklerini de içeren bir yaklaşım olarak ifade edilebilir. Karasar, (2005)'e göre uygulamalı araştırmalar, temel araştırmalarda üretilen bilginin değerlendirilmesiyle problemin çözümüne karşılık verecek şekilde kullanılmasıdır. Uygulamalı araştırmalar, kullanılacak bilgileri kendi içinde de üretebilir. Lise veya lisans düzeyindeki bilgi birikimine sahip öğrencilere astronomi, fizik, matematik ve malzeme temel bilgisi ışığında, laboratuvar veya atölye ortamında, ürün odaklı etkinlikler yolu ile bilimsel bir fenomeni daha iyi açıklama veya keşfetme hedefli çalışma üretilebildiği için uygulamalı araştırma yöntemi seçilmiştir. Uygulamalı araştırma yönteminde genel ilkeler özel problemlere uygulanır. Bu durum, aynı zamanda belirli eğitim uygulamalarının etkililiğini sınamakla da ilgilidir (Karasar, 2005). Diğer bir ifade çalışmada seçilen yöntem, üretilmiş olan bilimsel bilginin “deneysel etkinliklerle” öğretilmesini içeren ve alan yazın yolu ile yaygınlaştırma öneren bir uygulamadır.

Model ve Modelleme

Bilimsel süreçlerin ve bilimsel okuryazarlığın ayrılmaz birer parçası olan modeller, betimledikleri sistemin basitleştirilmiş temsilleridir. Modeller; nesnelerin, olayların, fikirlerin ya da soyut kavramların algılanmasına yardımcı olan araçlardır ve öğrenme-öğretme amaçlı kullanılması önemlidir. Modeller, bilimin ana ürünü olduğu gibi bilimsel metodun da en önemli elementlerinden biridir (Gobert ve Boulter, 2000; Demirçalı, 2016).

Ayvacı, Bebek ve Durmuş (2015)'e göre, fen eğitimi literatürü incelendiğinde modelleme tanımı, genel hatlarıyla mevcut kaynaklardan hareketle bilinmeyen bir hedefi açık ve anlaşılır hale getirmek için yapılan işlemler bütünü olarak ifade edilirken, modelleme olarak adlandırılan bu süreç sonucunda ortaya çıkan ürün ise model olarak nitelendirilmektedir (Koçak, 2006 ; aktaran Ayvacı ve ark., 2015). Bu tanımlamalar ışığında model veya modelleme kavramı en genel anlamı ile “gerçeğin kopyalanması” anlamına gelmektedir.

Taner ve Altan (2021)'a göre, bilimsel çalışmalarda oldukça önemli bir yere sahip olan modelleme yöntemi sadece astronomi, fizik, kimya veya biyoloji gibi doğa bilimlerinde değil, matematik, mühendislik ve sosyal bilimlerde de sıklıkla kullanılmaktadır. Doğadaki fenomenleri temsil eden modeller astronomi tarihinde önemli bir yere sahiptir. Güneş sisteminin daha iyi anlaşılması için çok sıkça hazırlanan 8 gezegen ve Güneş'ten oluşan model veya karadelik gibi merak uyandıran bir olguyu anlamak için geliştirilmiş olan Metal bilyeli karadelik modeli akla ilk gelen örneklerden bazılarıdır. Daha iyi anlaşılması için “gözle görülmesi mümkün olmayan” yıldız, galaksi, öte gezegen, göktaşı gibi uzay boşluğundaki objelerin veya deneyimlenerek öğrenilmesi mümkün olmayan evren gibi olguları inceleyebilmek ve bu olgular hakkında daha ayrıntılı bilgiler edinebilmek için modeller kullanılmaktadır (Taner ve Altan, 2021).

Bu çalışmada, astronomi ve fizik eğitiminde önemli bir öğrenme alanı olan Güneş-Dünya-Ay'ın birbirleri ile ilişkili olan periyodik konumsal değişkenliğindeki ritim ve kütle çekimsel etkileşim içerikli olup deneysel tasarım destekli materyal geliştirme yaklaşımı, etkinlik yöntemi olarak benimsenmiştir. Eğitim objesi geliştirme amacıyla seçilen bu yaklaşımın içerik detayları oluşturulurken, materyal geliştirme ve modelleme prensipleri dikkate alınmıştır. Fen bilimleri eğitiminde önemli bir yeri olan astronomi'nin soyut kuramsal odak noktaları irdelenmiş, ayrıca informal fen öğretiminde ziyaret edilmesi önerilen bilim merkezlerindeki astronomi modellerinin fen eğitimini güçlendiren yönü ile ölçekli-makro modellerin işlevselliği ile öğrenme-öğretme kalitesine etkisi tartışılmıştır.

Uygulama Öncesi Hazırlık

Oldukça basit malzemelerle bireysel veya grup halinde yapılacak bu etkinlik için maliyeti oldukça düşük, kolay sağlanabilir malzemeler kullanılmaktadır. Bu malzemelerden öne çıkanlar; mukavva, karton, maket bıçağı, makas, yapıştırıcı, farklı çaplara sahip strafor küre, 40 cm kalınlığında bakır tel, silikon tabancası şeklinde kolay ve ucuz temin edilebilir kırtasiye ve ahşap türü malzemelerdir.

Tasarımın Kuramsal Kaynağı

Kuzey Yarımküre doğrultusundan bakıldığında, Dünya saat yönünün tersine doğru ortalama 149.60 milyon km mesafedeki Güneş'in çevresinde dolanmaktadır. Bir tam yörünge 365.256 gün sürer ve bu sürede Dünya 940 milyon km yol kat eder.

Dünya'nın yörünge hızı ortalama 29.78 km/s olup, gezegenin çapını 7 dakikada ve Ay'a olan mesafeyi ise 4 saatte kat edecek kadar hızlıdır. Ay'ın Dünya etrafındaki hareketi sırasında, Dünya-Ay ikilisinin birbiri çevresinde dönüştüğü eksen de, Güneş çevresinde dönüyormuş gibi algılanır. Gerçekte ise, Güneş ile Dünya-Ay sisteminin arasındaki (Güneş'in içinde, merkezine çok yakın) denge noktasında dönüşürler.

Dünya'nın eksen eğikliği nedeniyle, Güneş'in yörüngesinin gökyüzündeki eğimi yıl boyunca değişir. Kuzey enlemindeki bir gözlemci için kuzey kutbu Güneş'e doğru eğildiğinde gündüz daha uzun sürer ve Güneş gökyüzünde daha yüksekte görünür. Güneş'in ya da Dünya'nın kuzey kutbunun üzerindeki bir noktadan bakıldığında, Dünya Güneş'in etrafında (ve bu süreçte de hem Dünya, hem de Güneş kendi eksenleri etrafında) saat yönünün tersine döner. Dört mevsim, Ekinokslar ve Gündönümleri tarafından belirlenir. Gündönümleri, Dünya'nın yörüngesinde, Dünya'nın ekseninin Güneş'e doğru veya Güneş'ten uzağa maksimum eğiminin olduğu iki noktadır. Ekinokslar ise, Dünya'nın yörüngesinde, Dünya'nın eğik eksenini ile Dünya'dan Güneş'e çizilen hayali bir çizginin birbirine tam olarak dik olduğu iki noktadır (Özel ve Saygıç, 2017; Murden, 1989).

Temel Kavramlar

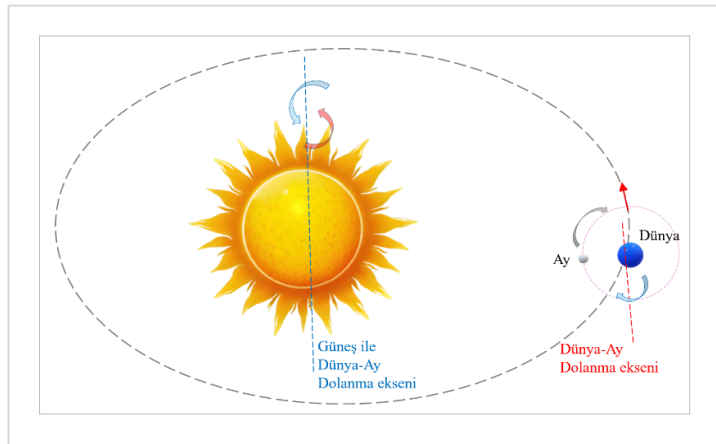
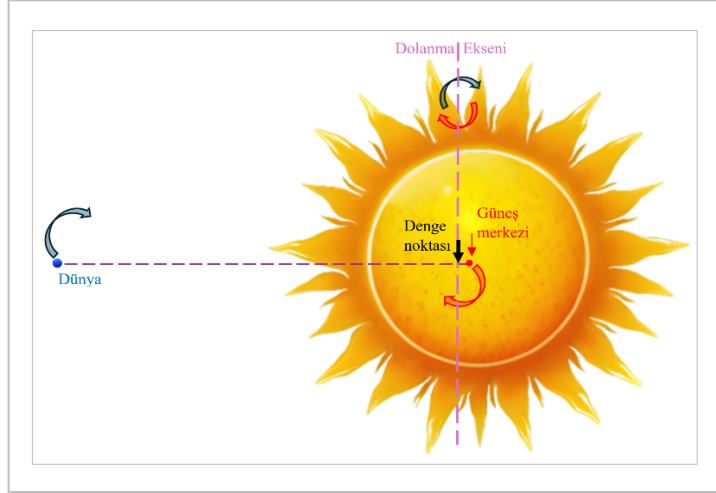
Bu etkinlik sırasında Güneş-Dünya-Ay hareketleri ve yörünge dinamiklerine değinilecektir.

Genellikle Dünya'nın Güneş çevresinde döndüğü söylenir. Gerçekte ise; Güneş ile Dünya, aralarındaki ortak kütle merkezinde, birbirleri çevresinde dolanırlar. Tıpkı farklı ağırlıklarda iki kütleli bir çubuğun iki ucuna astığımızda, çubuğun ağır kütle asılı ucuna yakın bir noktadan tutarsak sistemin dengede kalması gibi. Arşimet'in

kanunlarına göre, küçük kütle ile denge noktasına uzun mesafe çarpımı, büyük kütle ile denge noktasına kısa mesafe çarpımı sonuçları birbirine eşittir.

Güneş-Dünya sisteminde bu denge noktası Güneş merkezine çok çok yakın olduğundan, Dünya'nın Güneş çevresinde dolandığı söylenir. Öğretim görevlisi veya Öğretmen, öğrencilerinden bu konuda bir matematiksel örnek kurgulamasını isteyebilir. Tahtada bir çubuk ve iki ucuna asılı kütleler üzerinden, kütlelere ve denge noktasına uzaklıklarına sayısal değerler verip, matematiksel işlemler içeren uygulama üzerinden tartışma ortamı oluşturulur. Genelde, düzgün, simetrik ve kararlı bir yörünge hareketi için çok daha uygun olduğu izlenimi yaygındır.

Fakat Kepler kanunlarına göre gezegenler, odaklarından birinde bir yıldız (Örneğin Güneş) bulunan eliptik yörüngede hareket ederler. Bu atölye uygulamasında, Güneş, Dünya ve Ay hareketin genel yapısına odaklanıldığı için, dairesel yörüngeler üzerinde kurgulanan bir model oluşturulmuş, eliptik yörünge ihmal edilmiştir. Uygulama sürecinde rehber öğretmen öğrenciler ile birlikte bu konuda bir tartışma ve yorumlama ortamı oluşturulur.



Materyal ve Metod

Uygulamalar öncesi hazırlanması gereken malzemeler. Şekil 3’te görülen çizim ile aynı şekilde; Şekil 3-A ile gösterilen ölçülerde bir plastik (standart çap 11 mm) elektrik borusu, Şekil 7’de gösterilen 1 cm uzunluğunda ve 8 mm çapında (tornadan geçirilmiş) ahşap silindir, Şekil 3-B ve Şekil 6 ile gösterilen ölçülerde ahşap bir silindir, Şekil 3-C ile gösterilen ölçülerde ve sol alt köşesinde 10 mm derinlikte 5 mm çapında, merkezinde ise 10 mm derinlikte ve 8 mm çapında, matkap ile oyuk açılan bir (standart 2 cm kalınlıkta) sunta ve bu oyuğa girecek çapta (5 mm çapında) 3 cm uzunluğunda ahşap silindir). Şekil 4 ve Şekil 5’te görülen çizimlerle uyumlu olarak, verilen ölçülerde (standart 5 mm kalınlıkta) suntadan daireler kestirilerek (her bir grup için, Şekil 4’ten 1 ve Şekil 5’ten 2 takım), öğretmen tarafından uygulama için grup sayısı kadar çoğaltılıp hazırlanmalıdır.

Uygulamalarda kullanılacak malzemeler. Mukavva, karton, maket bıçağı, makas, yapıştırıcı, (2 cm, 6 cm, 10 cm çaplarında 2’şer adet) strafor küre, kalın bakır tel (40 cm uzunluğunda), silikon ve silikon tabancası, 1 kutu renkli plastik iri başlı raptiye, çekiç, sert lastik.

Güvenlik önlemleri. Kesici araçların dikkatli kullanılması (ya da kesme işlemlerinin eğitimden tarafından yardımıyla yapılması) ve yapıştırıcıların gençler için uygun olması önemlidir. Öğretmen veya asistan tarafından uygulama için grup sayısı kadar malzeme, çoğaltılarak hazırlanmalıdır.

BULGULAR

Uygulama: Atölye veya Laboratuvar Çalışması

Ortaya çıkarılacak model-düzenek veya maket, kuramsal bilgilerin modellemiş hali olacağından, modelin üzerinde bazı testler yapılarak zihinlerdeki bazı sorulara cevaplar üretecek ve yapılan testlerin amacına göre veri toplanacak bir obje, yani bulgu olarak değerlendirilmesi beklenmektedir. Aşağıda düzenegin nasıl yapılacağı ve birleştirileceği yönerge adımları halinde, paragraf başlarında numaralı maddeler, dolu ve boş “o”lar ile verilmiştir.

Uygulama Platformu Tanımlama

- Öğrencilere Güneş’in, Dünya’nın ve Ay’ın döngüsel hareketlerini gösteren bir video izletilir.
- Ay’ın hep aynı yüzünün görülmesinin nedeni öğrencilere sorulur. Öğrencilerin birbirleri ile etkileşerek, cisimlerin yörüngesel ve aksel etkileşimli hareketlerini, kendilerine rol

olarak (rol play, drama) uygulamaları istenir.

- Sonrasında, ilgili geometrik optik, eksenel, yörüngesel hareketleri içeren görüntü ve video eşliğinde, Güneş, Dünya ve Ay hareketlerinin birbirleri ile olan geometrik ve göreceli konumlarının dönemsel farklılıkları üzerine, yorum yapmaları için öğrenciler teşvik edilir.

- Güneş, Dünya ve Ay'ın konumsal değişkenliği, bu değişkenliğin dönemsel ve gözlemsel sonuç farklılıkları içerdiği öğrencilere hatırlatılır. Bu aşamada gözlemcinin durduğu referans noktasına göre, yörünge hareketlerinin dinamikleri ve zamana göre cisimlerin konumsal değişkenlik haritasının farklı olacağı üzerinde durulur.

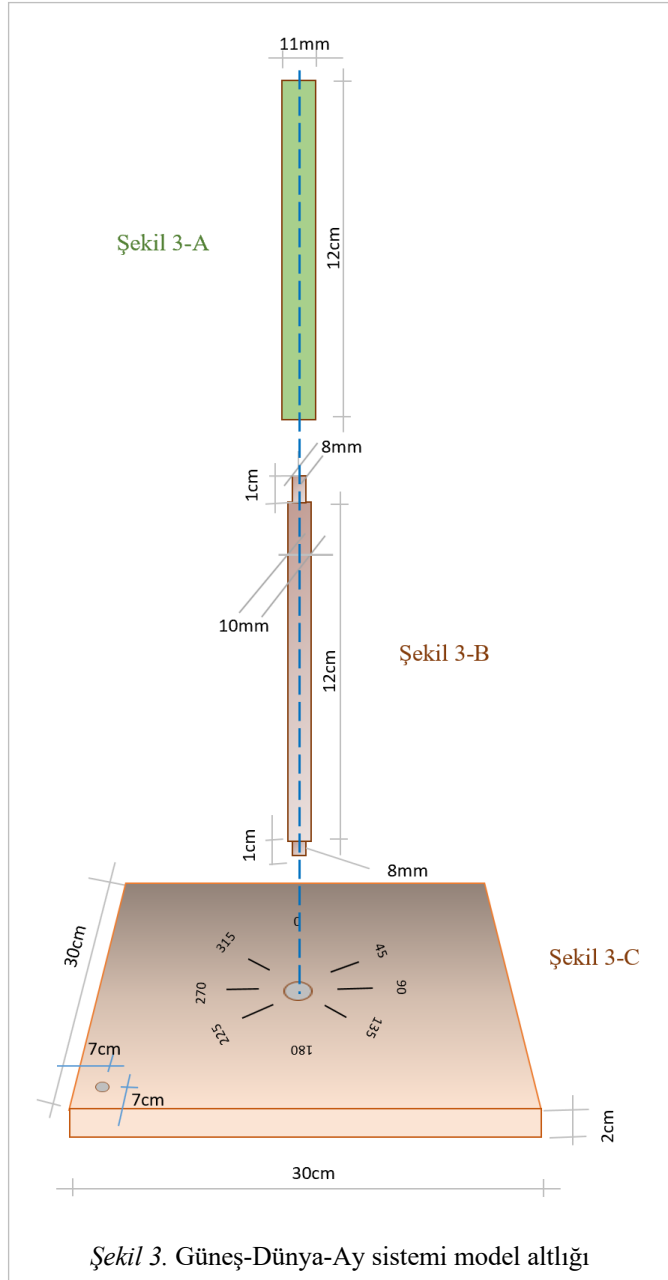
- Ardından, verilen teorik bilgilendirmeyi deneyimlemeleri için etkileşimli bir uygulama hazırlanır.

- İlk aşamada öğrenciler öğretmen gözetiminde gruplara ayrılır.

- Her gruba deney bileşenlerini içeren uygulamanın paketleri verilir.

- Öğrencilerden, Güneş, Dünya ve Ay'ın hareketleri sürecinde, hangi cisimin, hangi cisim çevresinde ve hangi yönde döndüğünü tahmin etmeleri ve bir A4 kağıdına çizmeleri istenir.

- Öğretmenin yönlendirmeleri ile her grup Güneş-Dünya-Ay sisteminin etkileşimli hareketlerinin temel prensiplerinin ve dinamiklerinin doğasını tartışıp üzerinde yorumlar yapar.



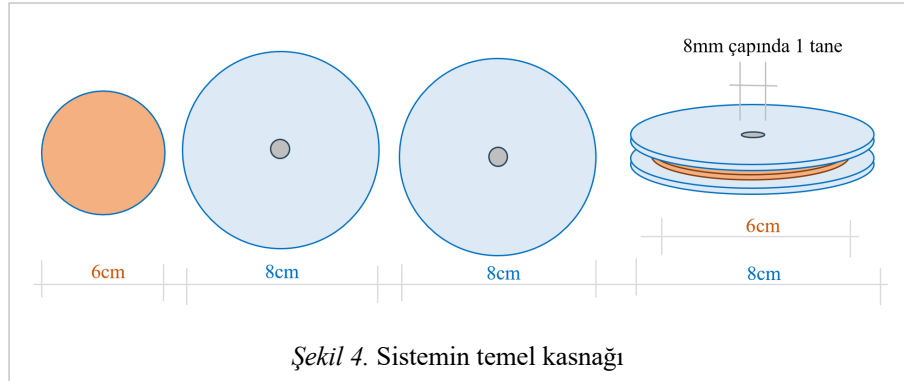
Şekil 3. Güneş-Dünya-Ay sistemi model altlığı

- Öğrenciler hareketlerin geometrisi ve etkileşimini tanımlamaya çalışır.
- Güneş'in çevresinde Dünya'nın dönmediğini, ikisi arasındaki kütle çekimi denge noktası çevresinde dolandıklarını keşfetmeleri sağlanır (Şekil 1 ve 2).

Uygulama Platformu Oluşturma

- Kendilerine verilen paketlerdeki malzemeleri kullanarak öğrenciler ilk önce öğretmenleri gözetiminde Şekil 3'teki platformu inşa ederler.

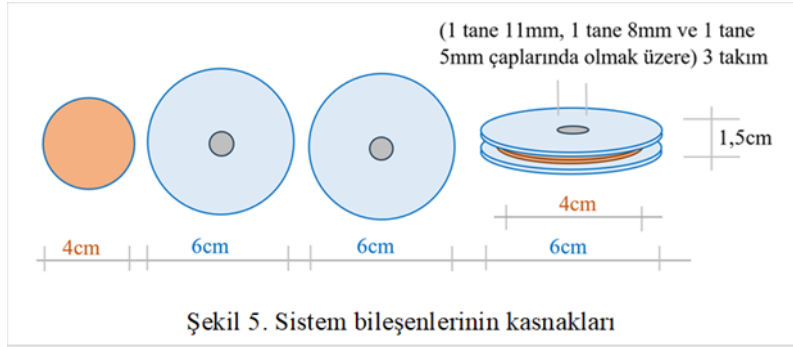
- Şekil 3-C'nin merkez noktasında bulunan (8 mm çapında) oyuğa girecek şekilde, ahşap silindir, 1 cm çaplı uç noktası silikonlanarak



Şekil 4. Sistemin temel kasnağı

çekiç ile çakılır ve sabitlenir (Şekil 3-B).

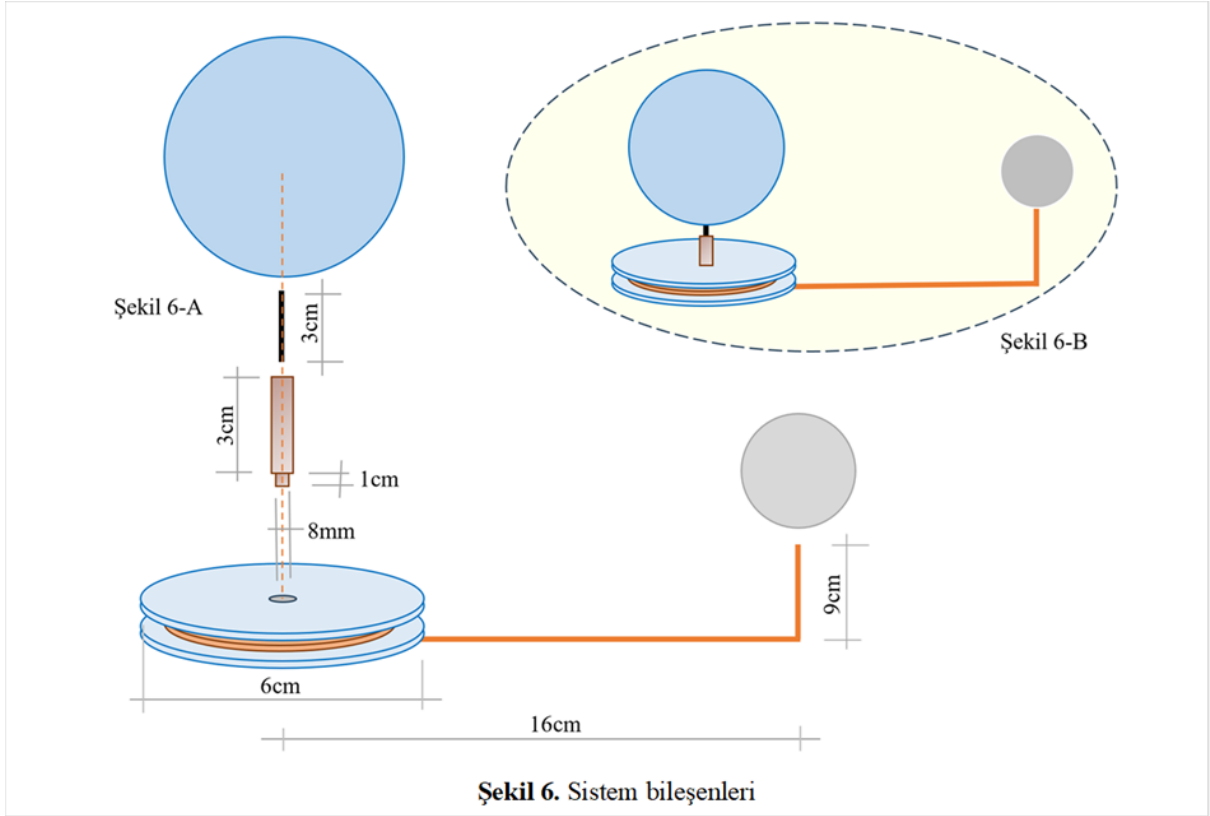
- Sunta taban merkezi çevresine boya kalemi ile 45 derece arayla yönler ve dereceleri şekildeki gibi işaretlenir.



Şekil 5. Sistem bileşenlerinin kasnakları

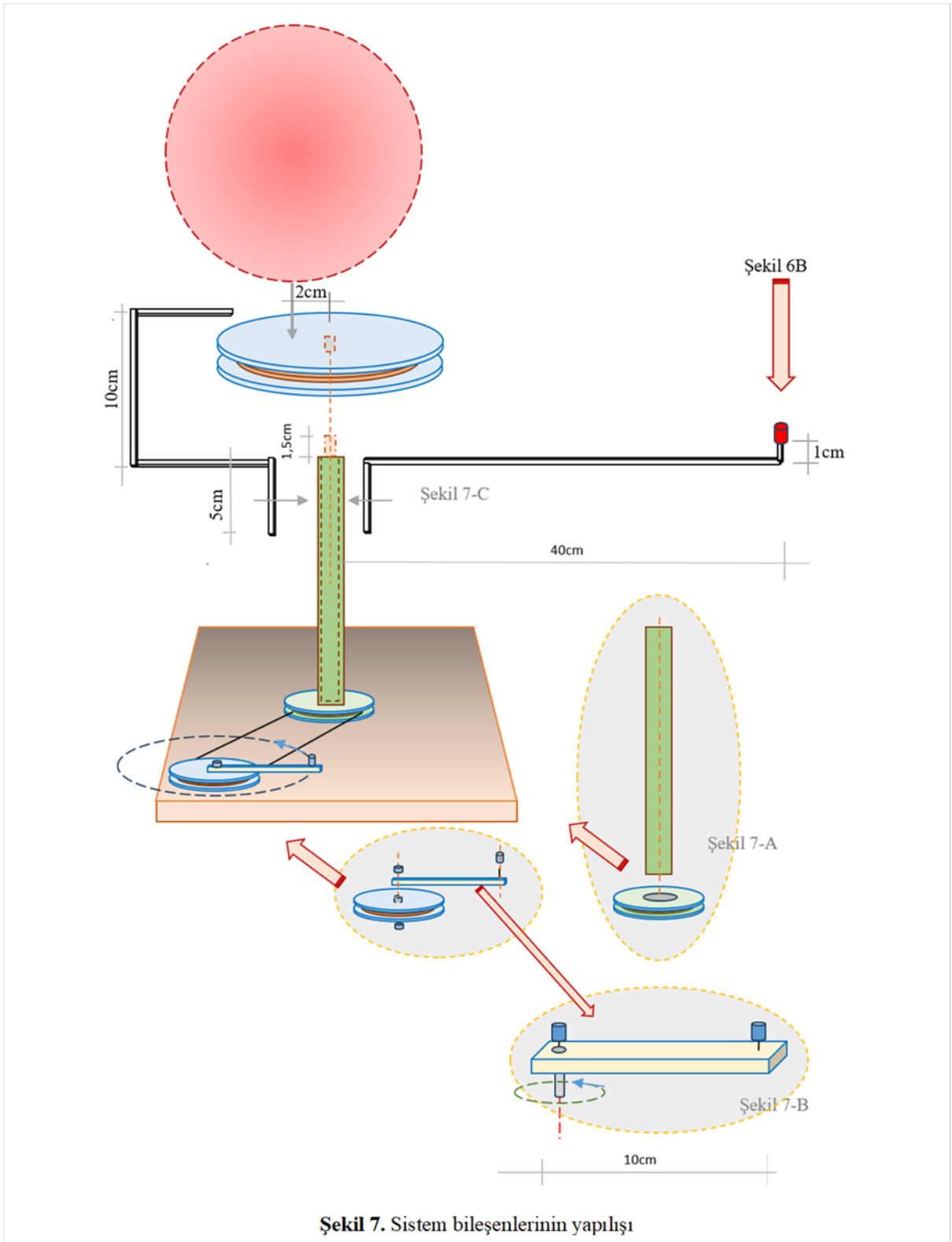
- İkinci aşamada Şekil 4 ve Şekil 5 de ölçüleri verilen, 5 mm kalınlığında, 5, 8 ve 11 mm çaplarında suntadan daireler silikonla yapıştırılıp kasnaklar oluşturulur.
- Şekil 5'teki 11 mm çapa sahip tekerlek merkezinde bulunan oyuğun tamamına, Şekil 3-A'da 11 mm çapındaki plastik elektrik borusu tabanı, silikon sürülerek tamamen geçirilip yapıştırılarak sabitlenir (Şekil 7-A).
- Gri renkte çizilen metal kalın teller, plastik borunun iki tarafına Şekil 7-C'deki gibi silikon ile yapıştırılır.
- Soldaki "Ç" şeklinde profil destek, Güneş'i temsil eden 10 cm çapındaki küresel straforu, makara seviyesinden 3,5 cm yukarıda tutar. Bunun için telin strafor kürenin merkez hizasının sol tarafından saplanması gereklidir.

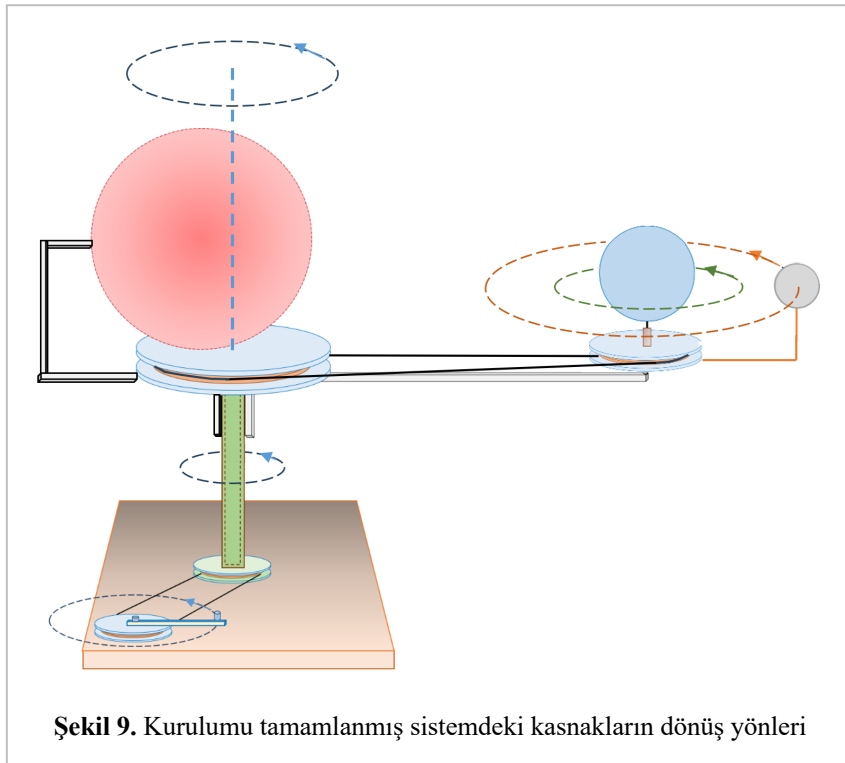
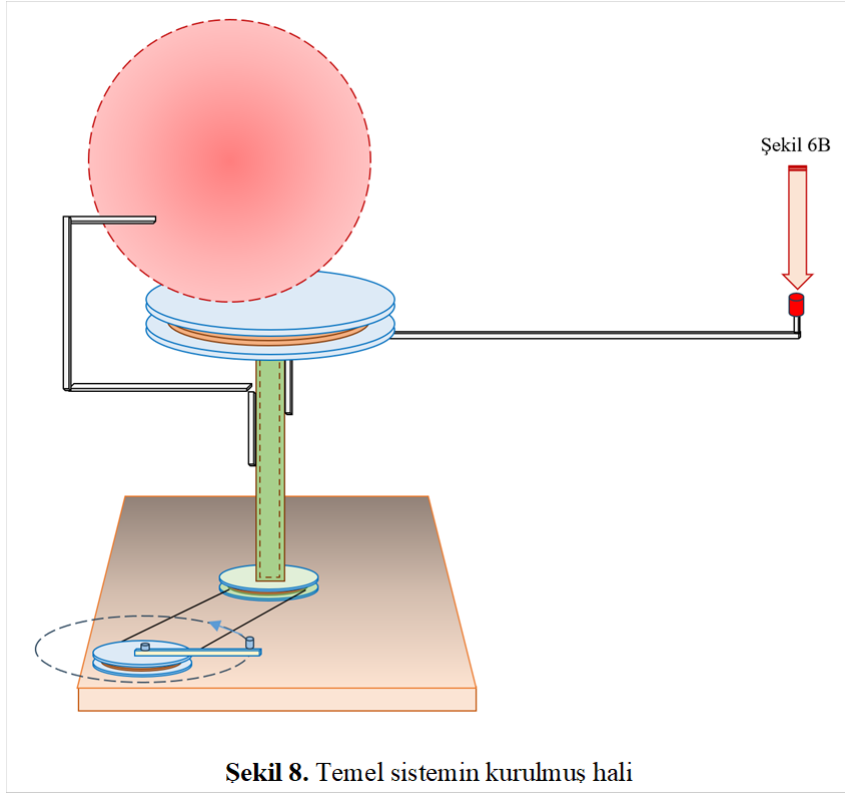
- Şekil 3-C’de belirtilen suntanın sol alt köşesindeki oyuga, önceden hazırlanan 5 mm çapında ve 3 cm uzunluğundaki ahşap silindir, silikon sürülerek çakılır.
- Şekil 5’te gösterildiği gibi, merkezinde 5 mm çapında, 1,5 cm derinlikte oyuk olan 6 cm çapındaki tekerlek, 3 cm uzunluğundaki ahşap silindire geçirilir ve Şekil 7-B’deki çevirme kolu, şekildeki gibi oluşturularak bu tekerleğin merkez hizasında şekildeki gibi silikon ile yapıştırılır.
- Şekilde sağdaki mavi başlı raptiye, öğrencinin bu kolu çevirmesi aşamasında rahat tutabilmesi için kullanılır.
- Şekil 7’de gösterildiği gibi, bu mekanizmanın 6 cm çaplı kasnağı ile, yeşil ile gösterilen plastik boru tabanına yapıştırılmış (merkezinde 11 mm oyuk açılmış) 6 cm çaplı kasnak, gergin bir lastik halka ile, kasnağın turuncu dairelerinden geçecek şekilde ilişkilendirilir.
- Şekil 6’daki gibi, makaranın altında, merkez hizasında turuncu ile gösterilen kalın tel silikon ile yapıştırılarak sabitlenir.
- Dünya’yı temsil eden mavi strafor küre altında gösterilen tele 2 cm, Ay’ı temsil eden gri strafor küre ise altında gösterilen tele 1 cm derinliğe kadar saplanır. Böylelikle yaklaşık olarak tutulma düzlemi hizasında birbirleri çevresinde dolanabilirler.
- Şekil 6-A olarak gösterilen bu sistem, öncesinde Şekil 7’de gösterildiği gibi kalın gri telin sağ ucuna geçirilen 1 cm uzunluğunda ve 8 mm çapındaki (kırmızı ile gösterilen) ahşap silindire, rahat dönebilecek şekilde takılır.
- Şekil 6’da gösterilen merkez ekseninde 8 mm çapında oyuk bulunan, 8 cm çapındaki makara, Şekil 8’de gösterildiği gibi, Şekil 3-B’de gösterilen ahşap silindirin üst ucundaki 8 mm çapında, 1 cm uzunluğundaki uzantısına silikon sürülüp çakılarak sabitlenir.



Şekil 6. Sistem bileşenleri

- 6 cm ve 8 cm çaplarındaki iki kasnak, Şekil 9’da gösterildiği gibi, gergin bir lastik (halka) ile, kasnakların turuncu dairelerinden geçecek şekilde ilişkilendirilir.
- Şekil 6’da gösterilen merkez ekseninde 8 mm çapında oyuk bulunan, 8 cm çapındaki makara, Şekil 8’de gösterildiği gibi, Şekil 3-B’de gösterilen ahşap silindirin üst ucundaki 8 mm çapında, 1 cm uzunluğundaki uzantısına silikon sürülüp çakılarak sabitlenir.
- 6 cm ve 8 cm çaplarındaki iki kasnak, Şekil 9’da gösterildiği gibi, gergin bir lastik (halka) ile, kasnakların turuncu dairelerinden geçecek şekilde ilişkilendirilir.
- İki kasnağın aynı hizada olmasına dikkat edilerek, (temsilen Güneş ile Dünya-Ay sisteminin) strafor kürelerin yaklaşık tutulma düzleminde olması sağlanmış olur.
- Şekil 9’daki model oluşturulduktan sonra öğrencilerden, model bileşenlerinin incelenmesi, sabit ve hareketli kısımlarının belirlenmesi istenir. Model bileşenlerinin hareketi, en alt taban platformunun sol alt köşesindeki (Şekil 7-B’de gösterilen sarı çubuk) döndürme kolu kullanılarak gerçekleştirilir.
- Belirlenen hareketli kısımların (dönme ve öteleme) hareket niteliklerinin tanımlanması sağlanarak, grup üyeleri tarafından, ortak görüş doğrultusunda, çizilmeleri istenir.



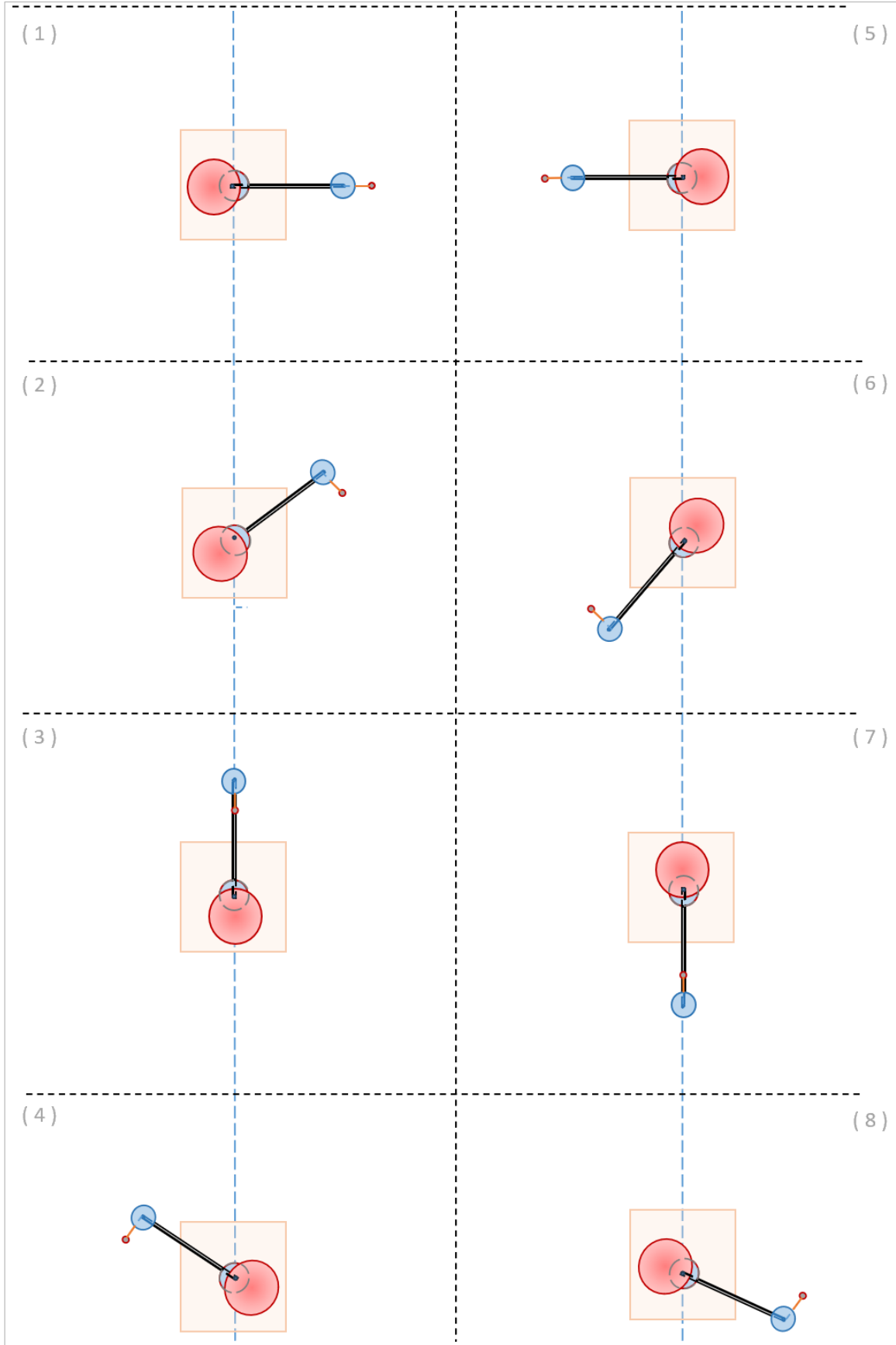


Uygulama, Analiz ve Modelleme Çalışmaları

Modelin hareketli bileşenlerinin referans noktalarını değiştirerek, gruplar kendi öngörüsünü çizerler. Modelin her bir bileşenin dönme yönü farklılıklarına ve birbirleri ile olan pozisyon değişikliklerine dikkat edilmesi için öğrenciler uyarılır. Öğretmen tarafından Güneş çevresinde dönme hareketine yönelik bir tartışma ortamı oluşturulur. Arşimet prensipleri gözden geçirilir. İki kütleli bir çubuk ile birleştirildiği sistem üzerinden denge noktası yeri ve hangi koşullarda sistemin dengede kalması gerektiği tartışılır. Dünya ile Ay kendi özelinde bir denge noktasında dolanırken, Güneş ile Dünya-Ay sistemi de bu denge noktası ekseninde dolanırlar. Güneş'in kütlesi, Güneş sistemi kütlelerinin %99 kadar olduğundan, sistemin denge noktası Güneşin merkezine çok fazla yakın olur. Aslında Güneş'in çevresinde Dünyanın dönmediği, bu çerçevede aralarındaki bu denge noktası ekseninde dolanmaları gerektiği üzerine beyin fırtınası yapılır. Ardından, Şekil 10'da verilen çizim, öğretmen tarafından projeksiyon ile perdeye yansıtılarak, Güneş-Dünya-Ay bileşenlerinin birbiri çevresinde dolanması ve dönme yönleri farklılıkları değerlendirilir. Şekil 10 ile verilen numaralar takip edilerek sıra ile Güneş, Dünya ve Ay pozisyon değişkenliklerinin takip edilmesi öğrencilerden istenmelidir. Bu aşamada Güneşin de Şekil 9'da mavi kesik çizgi ile gösterilen dönme eksenini çevresinde Dünya-Ay çifti ile birlikte dolandığı vurgulanır. Güneşin mavi kesikli çizgi ile belirtilen dönme ekseninin soluna-üzerine-sağına (Şekil 10) geçiş pozisyonlarının ardışık olarak takip edilmesi istenir.

Öğretmen bu yoruma olimpiyatlarda çekiç atan sporcuyla örnek verebilir. Sporcu ipin ucundaki çekici çevirirken, dengelenmek için sürekli ters yöne kendini çeker. Seyirci sadece sporcuyla referans alarak bakarsa, sporcunun denge noktası (dönme eksenini) çevresinde dönüyor, adeta titreşiyor gibi görür. Bu aşamada öğretmen gezegene sahip olan yıldızları da örnek verebilir. Yıldız gezegen sistemlerini inceleyen (ötegezegen araştıran) teleskop gözlemlerinde, teleskop gezegeni göremez, denge noktasında dönen sistemdeki yıldızın ışığını algılar. Bu ışığın spektrumundaki çizgilerin periyodik olarak kırmızıya (uzaklaşıyor) ve maviye (yaklaşıyor) kaymalarından, sistemin denge noktasında yıldız-gezegen sisteminin dolandığını (bir bakıma yıldızın bu nokta çevresinde döndüğünü) yorumlar ve yıldızın titreştiğini algılayarak gezegene sahip olduğu sonucuna varır.

Öğrenciler; Güneş sabit tutularak Dünya-Ay; Dünya sabit tutularak Güneş-Ay ve Ay sabit tutularak Güneş-Dünya çift sistemleri hareketlerinin ayrı ayrı grup içinde ortaklaşa çizim yapmaları için teşvik edilir. Tüm gruplar çizimlerini tamamladıktan sonra birbirlerinin çizimlerini kıyaslayarak tartışma yapılmasına davet edilmesi sağlanır.



Şekil 10. Güneş-Dünya-Ay sisteminin zamana bağlı pozisyon değişikliği

SONUÇ, TARTIŞMA ve ÖNERİLER

Astronomi eğitimi ile ilgili, Yükseköğretim Kurulu (YÖK) Ulusal Tez Merkezi resmi sitesinde 2004-2018 yılları arasında yayınlanan 55 tez ve ProQuest Dissertations & Theses veri tabanında 2004-2018 yılları arasında yayınlanan 35 tez olmak üzere toplam 90 tezin içerik analizi yöntemi ile yapılan bibliyometrik bir çalışmada, tezlerin yıllara, konu alanlarına, yöntem ve teknikleri ve çalışma gruplarına ait dağılımları yüzde (%) ve frekans (f) cinsinden ifade edilerek tablolandırılmış ve yorumlanmıştır. Bu çalışmaya göre, yurtiçi yüksek lisans ve doktora tezlerinde astronomi eğitimi alanında 14 yılda çalışılan “Dünya-Güneş-Ay modeli” içerikli araştırma oranı (90 tez içinde 2 tane) % 2.2’dir (Doğru ve ark., 2019). Bu durum, lise ve özellikle lisans döneminde astronomi konularının salt kuramsal işlendiği, modeller üzerinden uygulamalı olarak öğretim kültürünün oluşmamasının yapılan tez çalışmalarını da etkilediğini düşündürmektedir. Bir gösterge olarak yukarıdaki % 2.2 verisi dikkate alındığında uygulamalı bir şekilde atölye ortamında “deneysel model-maket” önerisi içeren çalışmalara yönelik ihtiyaç daha doğru anlaşılabilir. Bu bağlamda çalışmamızın olgu sunumu olarak sahada karşılık bulacağını lise, lisans düzeyindeki öğretmenlerle bilim merkezlerindeki bilim rehberlerinin öğrencilere atölye çalışması yaptırarak astronomi ve fizik eğitiminde uygulamalı öğrenme ihtiyacına cevap vereceğini düşündürmektedir.

Etkili bir fen eğitimi için, model kullanımı ve modelleme süreçlerinde bir rehber olarak kullanılan kavram ve benzetişimin nitelikleri açığa çıkartılmalı, öğrencilerin ön bilgileri belirlenmeli, tanıdık benzetimler ve ilişkilerden yola çıkılarak, hedef kavramlar ve benzetilen model ile gerçek durum arasındaki benzerlikler ve farklılıklar tartışılmalıdır. Ders programlarında bilimsel modellere yer vermekle öğrencilere belli bir disipline özgü kavramsal alan bilgisini öğrenebilme fırsatının yanı sıra, bilimsel bilginin nasıl ortaya çıkarıldığı ve değerlendirildiğini de görme fırsatı sunmak mümkündür (Ünal Çoban, 2021).

Öğrencilere yöneltilecek ve bu çalışmanın hedeflerine hangi düzeyde ulaştığını test edilebilmek üzere aşağıdaki sorular sorularak, öğrencilerin astronomi, matematik ve fen odaklı yaklaşımlarını, fen ve mühendislik bilim dalları ile sentezleyebilme becerileri de ölçülmüş olacaktır.

Üretilen modeldeki Güneş’in hareket etmesi durumunda;

- a) Dünya ile Ay’ın birlikte izlemesi gereken yolların çizilmesi istenir.
- b) Sadece Dünya’nın izlemesi gereken yolun çizilmesi istenir.

c) Sadece Ay'ın izlemesi gereken yolun çizilmesi istenir.

Öğrencilerden Güneş'in Galaksi içindeki hareketini tanımlamaları istenir. Güneş'in galaksidede spiral kollardan birinde, merkezden sınıra doğru 2/3 mesafede olduğu ve ters yönde 230 milyon yılda bir tur attığı bilgisi üzerinden, Güneş'in evrimi süresince hareket yönünde kaç tur attığı ile ilgili bir farkındalık yaratılır. Ardından Güneş'in galaksidedeki bu hareketi sırasında Dünya'nın ve daha sonra da Ay'ın hareketlerinin önce grupla beraber tartışılması ve sonrasında ayrı ayrı çizilmesi istenir.

Öğrencilerden, Şekil 10'da verilen Dünya'yı temsil eden ve mavi renk ile gösterilen straför küreye odaklanmaları istenir. Bu aşamada, mevcut durum için dönme ekseninin tutulma düzlemine dik olduğuna dikkat çekilir. Sonrasında, boya kalemi ile küre yüzeyine ekvator, başlangıç meridyeni ve birkaç tane paralel ve meridyen daireleri öğretmen/asistan tarafından örnek olması açısından çizilir. Daha sonra grup üyelerinin kendi kürelerine çizmeleri için teşvik edilir.

Bu aşamadan sonra ise Dünya'nın eksenel dönüşünün yorumlanması istenir. Dönme ekseninin yanlış olduğu ve doğu eksen eğikliğinin nasıl olması gerektiği tartışılır. Ardından küre yerinden çıkarılarak yaklaşık olarak olması gerektiği eğikliğe getirilir ve tekrar yerine saplanır. Bu aşamada, Dünya'nın Güneş çevresindeki hareketi süresince eksen eğikliğinin uzantısının nasıl olması gerektiği, dönme eksen uzantısının en ucunda olması gerekenler ve eksen uzantısının değişken olması durumunda olabilecekler tartışılır. Ardından eksen eğikliğinin meridyen doğrultusunda 41.000 yıl periyotlu değişimi, topaç hareketi (ksenel yalpalama, presesyon) nedeni ile 26.000 yıl periyotlu kutup yıldızı doğrultusunun değişkenliği öğretmen tarafından açıklanarak öğrencilerin yorumlamaları için teşvik edici yaklaşım sergilenir. Öğrenciler ile hareketli model üzerinden farklı zamanlarda ve fazlarda iken mevsimlerin, gece ve gündüzün, Ay evrelerinin oluşumu odaklı konular için model üzerinden yorumlar yapılır.

Doğayı anlamlandırabilmek, bileşenlerinin dinamiklerini çözümlenmeye çalışırken, doğanın bir parçası olduğumuz bilinciyle içiçe bütünleşik yaşayabilmek üzere farkındalık yaratmak, ayrıca doğanın keşfedilmesi ve insan-çevre arasındaki ilişkinin anlaşılması sürecinde, bilimsel süreç becerileri ve bilimsel araştırma yaklaşımını benimseyip bu alanlarda karşılaşılan sorunlara çözüm üretmek fen bilimleri eğitiminin odak noktasını oluşturmaktadır (MEB, 2018). Bu süreçte doğanın işleyişine, bileşenlerinin birbiri ve çevresi ile etkileşimlerine eş zamanlı tanıklık etmek bir çok etkenden dolayı mümkün olamamaktadır. Bu nedenle laboratuvar ortamında benzetimler ve öngörüler yapılma zorunluluğu her geçen gün daha elzem hale gelmektedir. Bu aşamada farklı eğitim düzeylerindeki öğrencilere laboratuvar, atölye veya sınıf

ortamlarında, doğanın işleyiş mekanizmalarını görsel ve işitsel enstrumanlar eşliğinde benzetim yoluyla sergileyebilen ve farkındalık yaratan platformlara/düzeneklere gereksinim duyulmaktadır. Öğretmen liderliğinde gerçekleştirilen eğitsel nitelikteki senaryolar ile yapılan atölye uygulamalarında kullanılan bu maket ve modeller, laboratuvar, atölye ve sınıf ortamlarında anlatılan doğa bileşenlerinin eş zamanlı etkileşimlerini görsel ve işitsel olarak öğrencinin zihninde canlandırılmasına yardımcı olduğu gibi, aynı zamanda eğitmenin ilgili müfredat konusunu çok daha yaratıcı ve ilham verici şekilde, daha kapsamlı olarak akkratabilmesine yardımcı olmaktadır (Altan ve ark., 2024)

Lise ve üniversite lisans düzeyindeki öğrencilerin tabi oldukları astronomi ve fizik öğretim programları kapsamındaki konulara yönelik model oluşturabilme, üç boyutlu düşünme ve kütle çekim odaklı, çoklu bileşen içerikli sistemlerin doğasını hayal edebilme ile yorumlayabilme yeteneklerinin gelişmesi için, bu çalışma benzeri uygulamaların müfredatta pekiştirici etki yapacağı düşünülmektedir. Atölye ve laboratuvar ortamlarında deneyimleyerek doğa yasalarını daha etkin ve kalıcı öğrenilebileceği bilinen bir fen öğretim kuralı olup ülkemizde fen branşlarının öğretilmesinde diğer liselere göre zorluklar yaşanan Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi (MTAL) türü liselerde, önerilen bu etkinliğin öğrencilere hem uygulama yapma hem de astronomi-fizik, fen tasarım ve modelleme bilgi ve becerileri açısından özellikle fayda sağlayacağı düşünülmektedir.

Sonuç olarak, model ve modelleme uygulamalarının kullanımında, öğrencilerin gerçek durum ve modeller arasındaki benzerlik ve farklılıkları kavrayarak modelleme becerisi geliştirmeleri önem taşımaktadır. Bu nedenle, sınıf içi ve atölye uygulamalarında öğretmenler tarafından bu yönde çalışmalar yapılarak öğrencilerin modelleri kullanırken ya da modelleme yaparken aynı zamanda modellerin sınırlılıklarını da keşfetmeleri önerilmelidir (Harrison & Treagust, 1996; Akaygün, 2021).

KAYNAKÇA

- Akaygün, S., (2021). Fen Öğretiminde Kimya Konu ve Kavramlarının Modelleme Yolu ile Öğretimi ve Örnekleri. H.Ş. Ayvacı.(Ed.), *Fen Öğretiminde Model ve Modelleme* içinde 13.Bölüm, (s.275-296. Ankara: Pegem Akademi
- Altan, M., Taner, M. S., Ordukaya, A., & Öz, G. K. (2024). TÜBİTAK Bilim Merkezleri Atölye Föyleri Yazım Dokümantasyonu, Nisan 2024. TÜBİTAK-Ankara
- Aslan, Z. (2006). Astronomi neden okutulmalı?, Tam Güneş Tutulması ve Astronominin Fen Bilimleri Eğitimindeki Yeri Sempozyumunda sunulan bildiri. Side, Antalya

- Ayvacı, H. Ş., & Sezer, K. (2019). Astronomi ile İlgili Yapılan Çalışmalara Yönelik Betimsel İçerik Analizi, *International e-Journal of Educational Studies (IEJES)*, 3 (5), 47-57. DOI: 10.31458/iejes.480799 e-ISSN: 2602-4241.
- Ayvacı, H.Ş. (2021). Fen Öğretiminde Model ve Modelleme, Pegem Akademi, Ankara
- Ayvacı, H. Ş., Bebek, G., & Durmuş, A. (2015). Fen Bilimleri Programı'ndaki modelleme kazanımlarının önemi ve uygulanabilirliği hakkında öğretmen görüşleri. *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 4 (2), 334-350.
- Demirçalı, S. (2016). *Modellemeye Dayalı Fen Öğretiminin Öğrencilerin Akademik Başarılarına, Bilimsel Süreç Becerilerine ve Zihinsel Model Gelişimlerine Etkisi: 7. Sınıf "Güneş Sistemi ve Ötesi - Uzay Bilmecesi" Ünitesi Örneği*. (Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü., Ankara) https://t.ly/zY8_I adresinden edinilmiştir.
- Doğru, M., Satar, C., & Çelik, M., (2019). Doğru, M., Satar, C., Çelik, M. (2019). Astronomi Eğitiminde Yapılan Çalışmaların Analizi. *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 6 (7), 235-251.
- Düşkün, İ. (2011). Güneş-dünya-ay modeli geliştirilmesi ve fen bilgisi öğretmen adaylarının astronomi eğitimindeki akademik başarılarına etkisi. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi. İnönü Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü. Malatya
- Emrahoğlu, N. & Öztürk, A. (2009). Fen bilgisi öğretmen adaylarının astronomi kavramlarını anlama seviyelerinin ve kavram yanılgılarının incelenmesi üzerine boylamsal bir araştırma. *Ç.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 18 (1), 165-180.
- FEAD Rapor (2024). FEAD Öğretim Programlarına yönelik Görüş ve Öneriler Raporu, s.3-9. <https://t.ly/Pk46i> adresinden edinilmiştir.
- Gobert, J.D. & Buckley, B.C. (2000). Introduction to model-based teaching and learning. *International Journal of Science Education*, 22(9), 891-894.
- Hacısalıhoğlu, H. (2006). Matematik öğretimi ve astronomi. 2006 Yılı Tam Güneş Tutulması ve Astronominin Fen Bilimleri Eğitimindeki Yeri Sempozyumunda sunulan bildiri, Side, Antalya.
- Harrison, A. G., & Treagust, D. F. (1996). Secondary students' mental models of atoms and molecules: Implications for teaching chemistry. *Science Education*, 80(5), 509-534.
- Karaçam, S., Çakır, Ç. Ş., Koca, M., Sadak, M. (2020). Öğretmen Adaylarının Astronomi Öğreten Öğretmen İmgeleri:"Gök Kubbe Yolculuk" Projesinin Sonuçları. *Fen Bilimleri Öğretim Dergisi*. 8 (2), 202 -229
- Karasar, N. (2005). Bilimsel Araştırma Yöntemleri. Ankara, Nobel Yayınevi.
- MEB (2018) Fen Bilimleri Dersi (3, 4, 5, 6, 7, ve 8. Sınıflar) Öğretim Programı, Ankara.
<https://mufredat.meb.gov.tr/>
- MEB (2024). Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli <https://tymm.meb.gov.tr>
- Murden, J.(1989). *Astronomy with a small telescope*. 2.nd Edition : London: George Philip Ltd.
- Oğuzman, T., Metin, M., & Kaya, H., (2021). Türkiye'deki astronomi eğitimi araştırmalarının incelenmesi: Bir betimsel içerik analizi. *Maarif Mektepleri Uluslararası Eğitim Bilimleri Dergisi*, 5(1), 43-65. <https://doi.org/10.46762/mamulebd.883360>.
- Özel, M.E., Saygaç, A.T., (2017). *Gökyüzünü Tanıyalım*. 17. Baskı. Ankara: Tübitak Yayınları
- Ronan, C. A., (2003). Dünya Kültürlerinde Bilimin Tarihi ve Gelişmesi. İhsanoğlu E. ve Günergun F.(Çev.); Ergun Türkcan (Ed.). *Bilim Tarihi*. TÜBİTAK Yayınları, 4. Basım, Ankara: Aydoğdu Matbaası,
- Taner, M. S., Manap, Ö., & Yetkiner, R. (2017). Possible effects of astronomy activities on the science program in Turkey. *Anadolu Öğretmen Dergisi*, 1 (2), 83-87. <https://dergipark.org.tr/en/pub/aod/issue/32951/373171>
- Taner, M. S. (2019). Işık Kirliliği Ölçümü İçin Okullarda Yapılabilecek Deneysel Bir Etkinlik Önerisi. *Anadolu Öğretmen Dergisi*, 3(1), 74-84. <https://doi.org/10.35346/aod.566401>
- Taner, M. S. & Altan, M. (2021). Fen Öğretiminde Astronomi Konu ve Kavramlarının Modelleme Yolu ile Öğretimi ve Örnekleri. H.Ş. Ayvacı.(Ed.), *Fen Öğretiminde Model ve Modelleme* içinde 15.Bölüm, (s.319-351). Ankara: Pegem Akademi

- Taner, M. S., Altan, M., Öz, G.K., Ordukaya, A. (2024). TÜBİTAK Bilim Merkezleri Atölye Föyleri Yazım Dokümantasyonu, Mayıs 2024. TÜBİTAK-Ankara
- Tunca, Z. (2000). Türkiye’de ilk ve orta öğretimde astronomi eğitimi öğretiminin dünü, bugünü. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresinde sunulan bildiri. Ankara.
- Unat, Y. (2003). Astronomi. A. Cevizci. (Ed.), *Felsefe Ansiklopedisi* (Cilt.1) (s.637-639). İstanbul: Etik Yayınları.
- Usta, B. & Arslan, A. (2023). Astronomide Gök Cisimlerini Adlandırma: Mitolojilerden Modern Adlandırmaya, *Anadolu Öğretmen Dergisi*, 7 (1), 96-115. DOI: 10.35346/aod.1176569
- Ünal Çoban, G. (2021). Fen Öğretiminde Model ve Modellemenin Önemi. H.Ş. Ayvacı.(Ed.), *Fen Öğretiminde Model ve Modelleme* içinde 1. Bölüm (s.1-38). Ankara: Pegem Akademi
- Yetkiner, R. (2019). *Yenilenen fen bilimleri dersi öğretim programında yer alan uzay bilimleri konularının öğretiminde karşılaşılan güçlükler*. (Yüksek lisans tezi, Akdeniz Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü., Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı., Antalya). <https://t.ly/V6-18> adresinden edinilmiştir.

İzlenebilir Görsel kaynaklar

Ayın Dünya Etrafında Dönmesi Animasyonu, <https://www.youtube.com/watch?v=ZVnDoaT35dY>

Güneş, Dünya, Ay animasyonu, <https://www.youtube.com/watch?v=W47Wa7onrIQ>

Ayın evreleri, <https://www.youtube.com/watch?v=1sj2otIjZfM>