



EĞİTİMİ DERGİSİ

STEM $\equiv$ ED

STEM PD
Community of Practice

dergi.stempd.net

UYGULAMA ÖRNEĞİ

Dünya ve Evren Konu Alanında İlkokul STEM Eğitimi Uygulamaları

Tuğba ECEVİT^{a1} , Mesut YILDIZ^b ^aDüzce Üniversitesi, ^bMilli Eğitim Bakanlığı

Özet: Bu çalışmada Dünya ve Evren konu alanıyla ilgili STEM etkinliklerinin 5E öğrenme modeline entegre edilerek planlanması, uygulanması ve değerlendirilmesi amaçlanmaktadır. Planlanan süreç ilkökul dördüncü sınıf fen bilimleri dersinde uygulanmıştır. Dünya ve Evren konu alanına ait kazanımların hedeflendiği ders sürecinde öğrenciler “Kendi uydumu kendim yapıyorum” ve “Mars’a iniyoruz” adlı STEM etkinliklerini gerçekleştirmişlerdir. Ders sonunda öz değerlendirme ve etkinlik değerlendirme formlarını doldurarak uygulama sürecini değerlendirmeleri sağlanmıştır. Ayrıca öğretmen, öğrenme ortamına ilişkin yapılandırılmamış gözlem notları tutmuştur. Bunların sonucunda öğrencilerin derste aktif ve istekli oldukları, eğlendikleri, STEM alanındaki çalışmalara yönelik ilgilerinin olduğu ve ders sürecinde sorulan sorulara yüksek oranda doğru cevap verdikleri görülmüştür. Alanyazında ilkökul seviyesinde ve Dünya ve Evren konu alanında sınırlı sayıda çalışma olması ve bu konu alanına yönelik etkinliklerin azlığı nedeniyle mevcut çalışmanın uygulayıcılara yol gösterici olabileceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: STEM eğitimi, astronomi, kavram yanılgıları, ilkökul öğrencileri, kariyer bilinci

Giriş

Astronomi gök cisimlerinin konumları, hareketleri, birbirleriyle olan etkileşimleri gibi gökyüzünde meydana gelen olay ve olguları inceleyerek evreni ve evrenin yasalarını açıklamaya çalışan bir bilim dalıdır. Sonsuz genişlikte bir gözlem laboratuvarına sahip bu bilim dalı matematik, fizik, kimya, biyoloji, arkeoloji, jeoloji, coğrafya, meteoroloji gibi farklı disiplinlerle de yakın ilişkilidir (Habing, 2019). Örneğin; gök cisimlerin yapısını ve oluşum süreçleri astrojeolojiyle, gökyüzünde olabilecek yaşam formlarının oluşum ve gelişim süreçleri astrobiyolojiyle, gökyüzündeki cisimler arasındaki ortamın ve gök cisimlerinin kimyasal yapısı astrokimyayla, gökyüzünde yer alan cisimlerden yayılan ışınlamalar ve elektromanyetik dalgaları ve bunlar arasındaki etkileşimi astrofizikle, gök cisimlerinin yörüngelerinin hesaplanması astromatematik ile ilgilidir.

¹Sorumlu Yazar: Tuğba ECEVİT, Düzce Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Temel Eğitim Bölümü, tugbaecevit@duzce.edu.tr

Ecevit, T. ve Yıldız, M. (2024). Dünya ve Evren Konu Alanında İlkokul STEM Eğitimi Uygulamaları. *STEM Eğitimi Dergisi*, 2(1), 1-23.

İnsanlık tarihinin en eski bilimlerinden biri olan astronomi, yüzyıllar boyunca insanların merakını ve hayranlığını uyandırmıştır. Gök cisimlerinin hareketleri, güneşin doğuşu ve batışı, ayın evreleri ve yıldızların parlaması gibi olaylar, insanları hem bilimsel hem de mistik düşüncelere yönlendirmiştir. Örneğin, Mısır'da Nil nehri çevresinde ortaya çıkan taşmaların gökyüzünde gerçekleşen olaylardan kaynaklandığının fark edilmesi, Mısırlıları gökyüzüyle yakından ilgilenmeye yöneltmiştir. Bu ilgi, Mısırlıların takvimleri oluşturmaya yol açmış ve günümüzde kullandığımız takvimin temelini oluşturmuştur. Babiller ise yıldızların konumlarını gözlemleyerek onlara hayvan veya eşya isimleri vermişlerdir. Günümüzde kullanılan takımyıldız adlandırmalarının büyük bir kısmı Babillere dayanmaktadır.

Eski Yunan'da ise gözlemlerin nedenini sorgulama ve bu gözlemlerle ilgili felsefi tartışmalara girme eğilimi görülmeye başlanmıştır. Bu dönemde, olay ve olguların nedenleri üzerinde durulmuştur. Örneğin, MÖ 5. yüzyıla kadar Anaksimandros gibi düşünürler Dünya'nın düz olduğuna inanmıştır. Pisagor, Aristoteles, Platon, Galileo ve Kepler gibi ilk Yunan düşünürleri ve bilim insanları ise Dünya ve Ay'ın küresel olduğunu düşünmüşlerdir. Galileo'nun teleskobu kullanması, astronomide bir dönüm noktası olmuştur. Galileo, Jüpiter'i ve onun dört büyük uydusunu gözlemlemiştir. Bu gözlemler, yer merkezli evren modelinin yerini güneş merkezli evren modeline bırakmasına katkıda bulunmuştur (Ayvacı & Özbek, 2019; Laçın Şimşek, 2019).

Astronomi, 19. ve özellikle 20. yüzyılda hızlı bir şekilde ilerlemiştir ve bu ilerleme günümüzde de devam etmektedir. 1957 yılında Rusya'nın Sputnik adlı ilk uydusunu uzaya göndermesi, uzay araştırmalarının ivme kazanmasını sağlamıştır. Günümüzde büyük yatırımlar yapılarak uzay teknolojileri geliştirilmektedir. Özellikle büyük şirketler, uzay araştırmalarına yönelik yatırımlar yapmakta ve uzay turizmini mümkün kılmak için çalışmalar yürütmektedir. Dördüncü sanayi devrimini yaşadığımız bu dönemde, uzay teknolojilerinin sürekli olarak gelişmesi astronomi biliminin ilerlemesine katkı sağlamaktadır.

21. yüzyılın getirdiği dördüncü sanayi devrimi, uluslararası rekabeti artırmış ve çağa ayak uydurabilen, 21. yüzyıl becerilerine sahip nitelikli işgücüne olan talebi artırmıştır. Bu durum, birçok ülkede bilim eğitiminin kalitesinin sorgulanmasının ve bilim eğitimine verilen öneminin artmasının bir sonucudur. Hem Türkiye'de hem de dünya genelinde, bilimsel okuryazarlık düzeyini artırmak amacıyla öğretim programları güncellenmektedir (MEB, 2005; 2013; 2018; NRC, 1996; 2012; NGSS, 2013). Bu kapsamda, pek çok gelişmiş ve gelişmekte olan ülke, öğretim programlarında astronomi konularına daha fazla vurgu yapmaktadır. Ancak Türkiye'de fen öğretim programlarında uzun yıllar boyunca Dünya ve Evren konu alanına verilmesi gereken önem vurgulanmamıştır. Örneğin, 2018 yılına kadar fen bilimleri öğretim programında Dünya ve Evren konu alanı son ünite olarak yer almıştır. Çoruhlu ve Çepni (2015), "Dünya ve Evren" konu alanının programın sonunda bulunmasının yanı sıra, bu konunun eğitim-öğretim yılı takviminde hava sıcaklıklarının arttığı döneme denk geldiği için öğrencilerin derse olan ilgisini olumsuz etkilediğini belirtmişlerdir. 2018 yılı fen bilimleri öğretim programı ile birlikte Dünya ve Evren konu alanı ilk ünite olarak yerini bulmuştur. 3. sınıfta "Gezeganimizi Tanıyalım" ünitesi kapsamında Dünya'nın şekli ve yapısı konuları için 9 ders saat süre ayrılmıştır. 4. sınıfta "Yer Kabuğu ve Dünya'mızın Hareketleri" ünitesi kapsamında yer kabuğunun yapısı, Dünya'mızın hareketleri konuları için 15 ders saati verilmiştir. 5. sınıf "Güneş, Dünya, Ay" ünitesi kapsamında Güneş'in yapısı ve özellikleri, Ay'ın yapısı ve özellikleri, Ay'ın hareketleri ve evreleri, Güneş,

Dünya ve Ay'ın birbirlerine göre hareketleri konuları için 24 ders saati süre ayrılmıştır. 6. sınıf “Güneş Sistemi ve Tutulmalar” ünitesi kapsamında Güneş sistemi, Güneş ve Ay tutulmaları konuları için 14 ders saati verilmiştir. 7. Sınıf “Güneş Sistemi ve Ötesi” ünitesi kapsamında uzay araştırmaları, güneş sistemi ötesi gök cisimleri konuları için 16 ders saati süre ayrılmıştır. 8. sınıf “Mevsimler ve İklim” ünitesi kapsamında mevsimlerin oluşumu, iklim ve hava hareketleri konuları için 14 saat süre ayrılmıştır (MEB, 2018).

Dünya ve Evren konuları birçok soyut kavramı (Evren'in oluşumu, büyüklüğü, evreni içindeki gök cisimlerinin oluşumu ve hareketi, galaksiler, samanyolu galaksisi içinde bulunan gezegenlerin büyüklüğü, hareketi, yapısı, birbirine olan uzaklığı ve konumu gibi) içeren bir bilim dalıdır. Bu nedenle doğru bir şekilde öğrenilmesi bazı zorluklarla karşılaşılabilir. Bu tür soyut kavramların öğrenilmesi zorlaştıran birçok engel bulunmaktadır ve bunların başında kavram yanlışları gelmektedir. Kavram yanlışları, öğrencilerin doğru anlamalarını engelleyen ve yanlış bilgilere dayalı yanlış anlamaları içerir. Bu tür kavram yanlışlarının oluşmasına yol açan birkaç faktör bulunmaktadır. İlk olarak öğretmenlerin konuyla ilgili yetersiz bilgiye sahip olmaları bu yanlışların oluşmasına neden olabilir. Öğretmenlerin astronomi konularında kavram yanlışlarına sahip olmaları (bakınız Tablo 1), bu yanlışların öğrenciye geçmesine yol açabilir. Ayrıca, öğretmenlerin uygun öğrenme ve öğretme yaklaşımlarını (sayfa 5’de detaylandırılmıştır) kullanmaması da bu sorunu derinleştirebilir. Bununla birlikte, ders kitaplarında yer alan hatalı içerik ve görseller, bilimsel dayanaktan yoksun olmayan medya haberleri, güvenilir olmayan internet sitelerindeki yanıltıcı içerik ve görseller gibi faktörler de öğrencilerin astronomi konularını yanlış anlamalarına neden olabilir (Bektaşlı, 2021; Türk, Alemdar & Kalkan, 2012). Bu durumlar, öğrencilerin kavramsal anlamalarını olumsuz etkileyebilir. Sonuç olarak astronomi gibi soyut kavramları içeren konuların öğrenilmesinde, bu tür engellerle karşılaşılabilir. Öğretmenlerin bu engellerin ve mevcut kavram yanlışlarının farkında olması, daha etkili öğrenme ve öğretme yaklaşımlarını kullanması kavram yanlışlarının engellenmesine yardımcı olabilir.

Alanyazın incelendiğinde, astronomiyle ilgili kavram yanlışlarının çeşitli araştırmalarla ele alındığı görülmektedir. Bu araştırmalar, öğrencilerin, öğretmen adaylarının ve hatta deneyimli öğretmenlerin astronomi konularında kavram yanlışlarına sahip olduğunu ortaya koymuştur. Sıklıkla karşılaşılan kavram yanlışlarına ilişkin bilgiler Tablo 1’de sunulmuştur.

Tablo 1. *Astronomi alanındaki kavram yanlışları*

Kavram yanlışları	Araştırmacılar
Gece gündüz döngüsü Dünya’mızın Güneş etrafında dolanmasından kaynaklanır.	Sadler, 1998; Ünsal, Güneş & Ergin, 2001
Gece gündüz döngüsü Güneş’in Dünya etrafında dolanmasından kaynaklanır.	Vosniadou & Brewer, 1994
Mevsimlerin oluşum nedeni Güneş’in Dünya’ya olan uzaklığıdır.	Bektaşlı, 2013; Türk, Alemdar, Kalkan, 2012

Mevsimlerin oluşum nedeni Dünya'nın kendi eksenini etrafında dönmesidir.	Türk, Alemdar, Kalkan, 2012, Frede, 2006
Dönme ve dolanma kavramlarının birbirini yerine kullanılması	Bektaşlı, 2013
Dünya, Güneş ve Ay'dan daha büyüktür.	Keleş & Babaoğlu, 2019
Dünya'nın şekli düzdür.	Baxter, 1989; Vosniadou & Brewer, 1992
Dünya içi boş küre şeklindedir.	Baxter, 1989; Vosniadou & Brewer, 1992
Dünya'nın içerisinde yaşıyoruz.	Baxter, 1989; Vosniadou & Brewer, 1992
Dünya'nın üst kısmı düzdür.	Baxter, 1989; Vosniadou & Brewer, 1992
Dünya Güneş'in uydusudur.	Keleş & Babaoğlu, 2019
Ay bir gezegendir.	Keleş & Babaoğlu, 2019
Ay bir yıldızdır.	Keleş & Babaoğlu, 2019
Ay bir ışık kaynağıdır.	Keleş & Babaoğlu, 2019
Ay'ın farklı şekillerde görünmesinin nedeni Dünya'nın gölgesinin Ay üzerine düşmesidir.	Baxter, 1989; Frede, 2006; Kanlı, 2014
Ay, bulutların arkasına girdiği için Ay'ın evreleri oluşur.	Keleş & Babaoğlu, 2019; Frede, 2006
Ay'ın kendi etrafında dönmesi evrelere yol açmaktadır.	Keleş & Babaoğlu, 2019
Ay'ın evreleri Güneş'in bulunduğu yer ile bağlantılıdır.	Keleş & Babaoğlu, 2019
Ay, kendi etrafında dönerken Güneş'ten aldığı ışık miktarı farklı olduğu için Ay'ın evreleri oluşur.	Keleş & Babaoğlu, 2019
Ay'ın kendi etrafında dönem süresi ile Dünya'nın kendi etrafında dönme süresi farklı olsaydı Ay'ın evreleri oluşmazdı.	Keleş & Babaoğlu, 2019
Ay, Dünya etrafında bir günde dolanır.	Kalkan, Ustabas & Kalkan 2007
Ay kendi eksenini etrafında dönmez.	Keleş & Babaoğlu, 2019
Güneş Dünya'nın etrafında döner.	Keleş & Babaoğlu, 2019
Güneş evrenin merkezindedir.	Kalkan & Kiroğlu, 2007
Güneş hareketli değildir, sabittir.	Keleş & Babaoğlu, 2019
Güneş bir yıldız değildir. Çünkü Güneş yıldızlardan daha büyüktür.	Keleş & Babaoğlu, 2019
En büyük gök cismi Güneş'tir.	Keleş & Babaoğlu, 2019
Güneş en büyük yıldızdır.	Keleş & Babaoğlu, 2019
Güneş tutulması sırasında Ay dolunay evresindedir.	Kalkan & Kiroğlu, 2007
Güneş, kış aylarında Dünya'ya daha uzaktır.	Baxter, 1989
Yıldızlar üzerine düşen ışığı yansıtır.	Keleş & Babaoğlu, 2019
Yıldızlar beş köşelidir.	Keleş & Babaoğlu, 2019
Yıldızları sadece geceleri görebiliriz.	Keleş & Babaoğlu, 2019
Yıldızlar gökyüzünde, gezegenler ise uzayda bulunmaktadır.	Keleş & Babaoğlu, 2019

Yıldızlar gezegendir.	Emrahoğlu & Öztürk, 2009; Frede, 2006
Yıldızlar Güneş'ten kopan parçalardır.	Keleş & Babaoğlu, 2019
Kutup yıldızı Dünya'mıza en yakın yıldızdır.	Bektaşlı, 2013
Kutup yıldızı en büyük yıldızdır.	Keleş & Babaoğlu, 2019
Gündüz gökyüzünde gözüken tek yıldız kutup yıldızdır.	Keleş & Babaoğlu, 2019
Kutup yıldızı geceleri gökyüzündeki en parlak yıldızdır.	Keleş & Babaoğlu, 2019
Kutup yıldızı hep kuzeyi gösterir.	Keleş & Babaoğlu, 2019
Yıldız kayması, yıldızların yer değiştirmesidir.	Bektaşlı, 2013
Kuyruklu yıldız, bir yıldızdır.	Keleş & Babaoğlu, 2019
Kuyruklu yıldız ışık kaynağıdır.	Keleş & Babaoğlu, 2019
Gezegenler ışık kaynağıdır.	Bektaşlı, 2013
Gezegenler ısı kaynağıdır, gökyüzündeki konumları değişmez.	Keleş & Babaoğlu, 2019
Gezegenler, sönmüş yıldızdır.	Keleş & Babaoğlu, 2019
Gezegenleri göremeyiz, sadece uzaya çıkanlar görebilir.	Keleş & Babaoğlu, 2019
Uzayda gördüğümüz her şey gezegendir.	Keleş & Babaoğlu, 2019
Gezegenler yıldızlardan büyüktür.	Bektaşlı, 2013
Evren, Dünya demektir.	Emrahoğlu & Öztürk, 2009
Evren'in merkezi Güneş'tir.	Keleş & Babaoğlu, 2019
Evren'in merkezi Samanyolu galaksisidir.	Keleş & Babaoğlu, 2019
Evren-uzay kavramları birbirleri ile karıştırılmaktadır.	Keleş & Babaoğlu, 2019
Plüton, yıldızlardan daha uzaktadır.	Kalkan, Ustabas & Kalkan 2007
Meteor ile gök taşı arasında hiçbir fark yoktur.	Keleş & Babaoğlu, 2019

2018 fen bilimleri dersi öğretim programında (FBDÖP) yer alan tüm konu alanlarının öğretiminde disiplinler arası bütüncül bir yaklaşım ile araştırma-sorgulamaya, argümantasyona dayalı bir öğrenme yaklaşımının kullanılması önerilmektedir. Bu öğrenme yaklaşımının benimsendiği öğrenme ortamları, öğrencilerin öğrenme sürecinde aktif olduğu, kendi öğrenmesinden sorumlu olduğu ve öğretmenin ise öğrenme ortamını planladığı, tasarladığı ve bu sürece rehber olduğu şeklinde betimlenmektedir (MEB, 2018).

Astronomi eğitiminde kullanılan güncel öğretim yaklaşımlar (Karaçam, 2021) incelendiğinde FBDÖP hedeflerini destekleyici olarak öğrencilerin sahip olduğu kavram yanlışlarının giderilmesinde kavramsal değişim metinlerinin (Şahin, vd., 2013) ve kavram karikatürlerinin (Demirel & Aslan, 2014) kullanıldığı görülmektedir. Astronomiyle ilgili soyut kavram, olgu, ve durumların somutlaştırmak amacıyla araştırma-sorgulama ve argümantasyon etkinliklerinin kullanıldığı (Arslan, vd., 2020; Çepni & Çoruhlu, 2014; Gök & Doğan, 2020), STEM eğitimi yaklaşımlarının da kullanıldığı (Kalkan, 2020; NASA, 2011; Yüzgeç & Okuşluk, 2023),

drama (Şekercioğlu & Akkuş, 2019) ve eğitsel oyunların (Durukan, 2021) kullanıldığı, artırılmış gerçeklik (Kırıkkaya & Şentürk, 2018; Şahin & Güler, 2021), sanal gerçeklik (Aktamış & Arıcı, 2013), animasyon (Özdemir, 2019) gibi teknolojik uygulamalarının kullanıldığı, gözlemeleri, bilim merkezleri gibi birçok okul dışı öğrenme ortamlarının (Karaçam, vd., 2020) astronomi eğitiminde kullanıldığı görülmektedir.

Astronomi ve STEM eğitimi arasında güçlü bir bağlantı bulunmaktadır. Astronomi, birçok STEM disiplininin kesiştiği bir alan olduğundan STEM eğitimi için önemli bir bileşen olarak kabul edilebilir. Aynı zamanda astronomi, bilimsel düşünme, matematik, fizik, teknoloji kullanımı ve mühendislik gibi pek çok STEM alanını içeren zengin bir disiplindir. Bu nedenle, astronomi eğitimi öğrencilere çok disiplinli bir yaklaşım geliştirme fırsatı sunmaktadır. Araştırma ve sorgulamaya dayalı STEM etkinlikleri ile astronomi eğitimi gerçekleştirilmesi, anlamlı bir öğrenme ortamı oluşturur. Bu yaklaşım, öğrencilerin bilim ve teknolojiye olan ilgilerini artırmakla kalmaz, aynı zamanda STEM alanı mesleklerini tanımalarına da olanak sağlayarak, onları geleceğin yenilikçi liderleri haline getirmeye yardımcı olur.

Çalışmanın Amacı

Dünya ve Evren konu alanı, ilkokul fen programında öğretilen bir içerik olup, temel astronomi ve mühendislik bilgisi oluşturmayı, günlük yaşam sorunlarına çözüm getirmeyi ve fen bilimleri ile ilgili kariyer bilincini geliştirmeyi amaçlamaktadır (MEB, 2018). Ancak yapılan literatür incelemelerinde, Dünya ve Evren konu alanının genel olarak en az çalışılan ve iyi uygulama etkinlik örneklerinin çok az bulunduğu konu alanı olduğu belirlenmiştir (Doğru vd., 2012; Ecevit vd., 2021; İdin & Kaptan, 2017).

Bu çalışmanın amacı, ilkokul dördüncü sınıf öğrencilerinin Dünya ve Evren konu alanını verimli bir şekilde öğrenmelerine katkı sağlamak için 5E öğrenme modeli kapsamında yer verilen etkinliklerin STEM eğitimi yaklaşımıyla planlanan etkinliklerin uygulanması ve değerlendirilmesidir. Bu çalışma, öğrencilerin bilimsel düşünme ve problem çözme becerilerini geliştirmeyi, merak ve ilgi duygularını artırmayı, takım çalışması ve yaratıcılık gibi önemli yetkinlikleri kazandırmayı hedeflemektedir. Ayrıca, 5E öğrenme modeli ve STEM eğitimi yaklaşımının potansiyelini ortaya koyarak, öğrencilerin daha etkili bir öğrenme deneyimi yaşamalarını sağlamayı amaçlamaktadır.

Dersin Planlanması

Bu çalışmada, 4. sınıf Dünya ve Evren konu alanı eğitiminde 5E öğrenme modeli kapsamında yer verilen etkinlikler STEM eğitimi yaklaşımıyla planlanmıştır. Süreçte 5E öğrenme modeline göre ders akışı sağlanmış ve bu modelin ilgili aşamalarında STEM etkinlikleri gerçekleştirilmiştir.

5E öğrenme modeli, fen eğitiminde yaygın olarak kullanılan bir modeldir. Öğretmenlere öğrenme sürecini planlama ve düzenleme konusunda yardımcı olan bir çerçeve sunar. 5E

öğrenme modeli aşamaları, öğretmenlere potansiyel öğrenme deneyimlerini sistemli ve etkileşimli bir şekilde yapılandırma olanağı sağlar. Bu model, öğretmenlere öğrenme ortamını zengin bir şekilde tasarlama ve planlama konusunda yardımcı olur. Bybee (2003) ve Eisenkraft (2003) gibi araştırmacılar, 5E öğrenme modelinin aşamalarını farklı yorumlamışlardır. Bu çalışmada, aşamalar şu şekilde planlanmıştır:

1. *Ön bilgilerin ortaya çıkarılması ve merak uyandırma:* Öğretmen, öğrencilerin konuyla ilgili ön bilgilerini açığa çıkarırken aynı zamanda yeni konuya merak uyandırıcı bir şekilde planlama yapmalıdır. Öğretmenin soruları, öğrencilerin muhtemel kavram yanlışlarını tespit etmek için önemli bir rol oynar. Öğretmen, öğrencilerin fikirlerini rahatça ifade edebilmeleri için cesaretlendirici bir ortam oluşturur.
2. *Keşfetme:* Öğretmen, öğrencilere kendi kavram ve becerilerini geliştirme fırsatı sunan bir keşif ortamı oluşturacak şekilde planlama yapmalıdır. Öğrenciler, etkinlikler ve deneyler aracılığıyla işbirliği yaparak, deneyimleyerek ve düşünerek öğrenirler. Öğretmen, öğrencilerin deney ve gözlem süreçlerini takip eder ve karşılaştıkları zorlukların çözümüne rehberlik eder.
3. *Açıklama:* Bu aşamada, öğretmen öğrencilere daha önce sahip oldukları kavramlarla, ilk iki aşamada edindikleri bilgi, fikir ve verileri karşılaştırma ve paylaşma fırsatı sağlar. Öğretmen, konuya yönelik yönlendirici ve düşündürücü sorular sorarak öğrencilerin düşünmelerini ve grup tartışması yapmalarını teşvik eder. Ayrıca öğretmen, öğrencilerin eksik veya yanıltıcı kavramlarını değiştirmelerine yardımcı olacak sorular sorar. Bu aşamada öğretmen, bilgiyi doğrudan sunmak veya anlatmak yerine öğrencilerin açıklama yapmalarını teşvik eder.
4. *Derinleştirme:* Öğretmen, bu aşamada öğrencilerin konuyu günlük yaşamla ilişkilendirmelerini, edindikleri bilgi ve becerileri günlük hayata transfer edebilmelerini ve diğer konu ve alanlarla ilişki kurmalarını sağlayacak şekilde planlama yapar.
5. *Değerlendirme:* Bu aşamada, öğretmen öğrencilerin tüm aşamalar boyunca edindikleri bilgi ve becerileri göz önünde bulundurarak, kendi gelişimlerini değerlendirmelerine yardımcı olacak bir planlama yapar. Öğretmen, bu aşamada geleneksel ölçme değerlendirme araçları yerine kavram haritaları, zihin haritaları, anlam çözümleme tabloları, ifade tabloları gibi alternatif ve formatif ölçme değerlendirme araçlarını kullanmalıdır. Bu şekilde, öğrencilerin öğrenmeye devam etmelerine ne bildiklerini ve ne öğrenmeleri gerektiğini fark etmelerine yardımcı olur (Bybee vd., 2006; Bybee vd., 2015; Rodriquez vd., 2018; Rodriquez, 2019).

5E öğrenme modeli, birbirini tamamlayan aşamaları döngüsel bir şekilde içeren bir öğrenme modelidir (Bybee, 2003). Bu model, öğrencilerin bilgi ve becerilerini anlamlı bir şekilde yapılandırmalarına yardımcı olur. Aşamalar öğrencilerin potansiyel öğrenme deneyimlerini sistematik ve uyumlu bir şekilde yapılandırmalarını sağlar. Temelinde yapılandırmacı öğrenme yaklaşımı bulunmasına rağmen, 5E öğrenme modeli ders planlaması yapılırken araştırma-sorgulamaya dayalı öğrenme, argümantasyona dayalı öğrenme veya STEM eğitim yaklaşımı gibi diğer yaklaşımlarla da kullanılabilir. Özetle, 5E öğrenme modeli öğretmenlere öğrenme ortamını zengin bir şekilde tasarlamalarına ve planlamalarına yardımcı olan bir çerçeve sunar.

5E öğrenme modeli kapsamında STEM etkinliklerinin kullanılmasının birçok açıdan önemlidir. Bu model, öğrencilerin aktif katılımını teşvik ederek öğrenmeyi daha etkili hale getirir. Astronomi gibi karmaşık bir konuyu öğretirken, öğrencilerin etkinliklere katılıp keşfetmelerine ve deneyimlemelerine olanak sağlar. Bu, öğrencilerin bilgiyi sadece dinleyerek değil, kendileri tarafından deneyimlenerek öğrenmelerini sağlar. STEM etkinlikleri öğrencilere bilimsel düşünme becerini kullanma fırsatı verir. Astronomi, gözlem yapma, veri toplama, analiz etme gibi bilimsel yöntemleri içerir. STEM etkinlikleri, öğrencilerin bu becerileri pratiğe dökerek bilimsel düşünme sürecini deneyimlemelerini sağlar. Astronomi, birçok karmaşık konuyu içerir ve öğrencilerin problem çözme becerilerini kullanmalarını sağlar. STEM etkinlikleri, öğrencilere gerçek dünya problemlerini çözmek için astronominin temel kavram ve olaylarını açıklamak için modeller oluştururken problem çözme ve analitik düşünme becerileri gelişir. Öğrenciler, astronomik olayları gözlemleyerek ve uzay teknolojilerini araştırıp inceleyerek astronomi daha anlamlı hale getirebilir. Bu da öğrenmeyi daha ilgi çekici hale getirir ve öğrencilerin motivasyonunu artırır. Ayrıca STEM etkinlikleri, öğrencilerin astronomiye olan ilgilerini artırırken aynı zamanda kariyer fırsatlarına yönelik farkındalık oluşturur.

Etkinlikler sırasında kullanılan malzemeler aşağıda sunulmuştur.

Gerekli Malzemeler:

• Plastik tabaklar	Kalem
• Pipetler	Yapıştırıcı
• Kâğıtlar	Boya
• Makas	Dünya modeli
• El feneri	Elektrik bantı
• Çeşitli ebatlarda pet şişeler	Plastik bardaklar
• Yumurta	Bant
• Cetvel	Kızılötesi termometre
• Eski tip armut lamba	Masa lambası

Uygulama aşamaları ve kullanılan yaklaşım

5E öğrenme modeline entegre edilen STEM etkinliklerinin uygulandığı bu çalışmada 5E öğrenme modeline uygun şekilde ders işlenmiştir. Uygulama aşamaları planlanırken STEM alanında uzman bir akademisyenden görüş alınmıştır. Uygulamalar Düzce il merkezinde bulunan sosyo ekonomik düzeyi düşük bir okulun dördüncü sınıfına devam eden ve fen bilimleri başarıları ortalamasının üzerinde bir sınıfta gerçekleştirilmiştir. Uygulama basamakları detaylı şekilde sunulmuştur.

1. Aşama/ Ön Bilgileri Yoklama ve Merak Uyandırma.

Dersin giriş basamağında öğretmen ışıkları perdeleri kapatarak merak uyandırmıştır. Daha sonra hangi mevsimde olduklarını ve içinde bulunulan mevsimin özelliklerini sormuştur. Öğrencilerin sonbahar mevsimi cevaplarının ardından sınıfa getirdiği Dünya modeli ve el fenerini masasına koymuştur.

2. Aşama/Keşfetme

Burada öğretmen 3. sınıfta da işledikleri mevsimler, Dünya'nın dönme ve dolanma hareketine yönelik sorular sormuştur. *"Kaç mevsim vardır? Havalarda mevsimlere göre nasıl olur? Hangi mevsimde hangi kıyafetleri giyiniriz? Neden bu kıyafetleri seçeriz?"* sorularını yöneltir. Buradan yola çıkılarak öğrencilerden sıcaklıkla alakalı olduğuna dair cevaplar aldıktan sonra mevsimlerin nasıl oluştuğunu sorar. Öğrenciler hava sıcaklıklarındaki değişimlerin mevsimlerden kaynaklı olduğunu ve mevsimlerin de Dünya'nın Güneş'in etrafında dönmesi yani dolanması sonucu oluştuğunu belirtmişlerdir. Ardından öğretmen, bir önceki derste olduğu gibi Dünya'nın iki türlü hareketi olduğunu yinelemiştir. Öğrencilere mevsimlerin özelliklerini sormuş ve öğrencilerden gelen cevaplardan sonra yıl kavramından bahsetmeye başlamıştır. Bu sebeple bir yılda kaç mevsim olduğunu sormuştur. Öğrencilerden gelen cevaplar neticesinde *"Her yıl bir yaş daha büyüyörsünüz değil mi? Örneğin benim 1 Eylül'de doğduğumu farz edelim. Önümüzdeki yılın 1 Eylül'ünde bir yaş daha büyüyeceğim. Bu 1 Eylül'den sonraki 1 Eylül'e kadar geçen süre ne kadardır? Yani 1 yıl ne kadarlık bir süre olarak ifade edilir?"* diye sormuştur. Öğrencilerin çoğu bir yıl cevabını vermişlerdir. Öğretmen yine sorular sormaya başlamıştır. *"Bir yıl ne kadar sürer yani bir yıl kaç ay ve kaç gündür? Bir yıl nasıl oluşur? Bu bilgileri nasıl öğrenmiş olabiliriz?"* sorularını sorarak öğrencilerin yıl ve zaman kavramını fark etmelerini sağlamıştır. *"Peki Dünya 1 yıl içinde hangi hareketleri yapmış olur? 1 yıl ne kadar bir süredir? 1 yılda kaç ay vardı? Kaç gün vardı?"* Öğrenciler bir yılın 12 ay ve 365 gün 6 saat olduğu cevabını hep bir ağızdan vermişlerdir. Bu bilgileri araştırmalar sonucunda öğrendiklerini ve bir yılın Dünya'nın hareketleri sonucunda oluştuğunu söylemişlerdir.

3. Aşama/Açıklama

Açıklama basamağında öğrencilerin verdiği cevaplardan sonra öğretmen başka bir soru daha sormuştur. *"Televizyonda Survivor yarışmasını hepimiz izlemiştinizdir. Biz burada kış yaşarken, montla kazakla gezerken onlar o yarışmada tişört ve şortlarla bol güneş altında yarışıyorlar. Bu nasıl oluyor sizce?"* Öğrencilerin düşünmeleri için kısa bir süre beklemiştir. Gelen tüm cevapları dinledikten sonra daha da aydınlanabilecekleri bir KhanAcademyTurkce (2018) tarafından hazırlanan Dünya'nın Eksen Eğikliği 1: Mevsimler Nasıl Oluşur? (Fizik) (Yer ve Uzay Bilimleri) isimli videoyu izletmiştir. Bu video Dünya'da yaşanan mevsimlerin oluşum sebebinden bahsetmektedir. Videonun ardından öğretmen, *"kuzey ve güney yarım kürenin Dünya modeli üzerinde gösterip gösteremeyeceklerini, ülkemizin hangi yarım kürede olduğunu; ekvator çizgisinin videoda nasıl anlatıldığını ve eksen eğikliğinin ne olduğunu"* sorularını sırasıyla sınıfa yöneltmiştir. Ek olarak *"eksen eğikliğinin sonucunda neler olmaktadır?"* sorusunu sormuştur. Öğrencilerden *"Eksen eğikliğinin Dünya'nın tam düz durmadığını, biraz yatık ve eğimli durması; eğiklik nedeniyle ışık her yere aynı şekilde gelmez."* tarzında cevaplar almıştır. Böylece videodan ne denli yararlandığını anlamaya çalışmıştır. Öğrencilerden gönüllü olanlar öğretmenin yanına gelip Dünya modeli üzerinde kutupları göstermiş, Bazı öğrenciler ülkemizin kuzey yarım kürede olduğunu söylemişlerdir. Eksen eğikliğinin mevsimlerin oluşumunda etkili olduğunu söyleyenler olmuştur.

Daha sonra, öğretmen öğrencilerle birlikte yanındaki Dünya modeli, masa lambası, ampul, termometre ve cetvel ile ufak bir etkinlik yapmıştır. Sınıftaki karanlık ortamdan

yararlanarak Güneş ışınlarının geliş açısı ile mevsimler arasında bağlantı olduğunu anlamalarını sağlamaya çalışmıştır. Etkinlik sırasında fenerin geliş açısıyla ilgili sorular sormuştur. “Güneş’in geliş açısının değişimi nelere neden olur? Dik geldiğinde neler olur? eğik geldiğinde neler oldu?” gibi sorular sorarak öğrencilerin sıcaklıkla bağ kurmalarını sağlamıştır. Kısa etkinliğin ardından öğrencilerle birlikte mevsimlerin oluşum sürecine neyin etki ettiğini, Dünya’da iki yarım küre olduğunu ve Dünya’nın bir kısmında yaz yaşanırken diğer kısmında kış yaşandığı tekrar edilmiştir. Daha önce keşfetme basamağında sorduğu tüm bunların ne kadar sürede gerçekleştiği sorusunu tekrar sormuştur. Öğrencilerden 1 yıl ve 365 gün 6 saat cevabını verenler olmuştur. Buradan da hep birlikte 1 yılın 365 gün 6 saat olduğu sonuca ulaşmışlardır. Daha sonra öğretmen öğrencilere Dünya’nın uzaydan çekilen fotoğraflarını göstererek bu fotoğrafların nereden çekilmiş olabileceğini sormuştur.



Şekil 1. Uluslararası Uzay İstasyonunda bulunan astronotların çekmiş olduğu Dünya fotoğrafı (2020)



Şekil 2. Uzaydan çekilmiş bir Dünya fotoğrafı Apollo 17 astronotları tarafından çekilen ve Mavi Bilye olarak adlandırılan Dünya’yı gösteren ilk fotoğraf (7 Aralık 1972)



Şekil 3. Uluslararası Uzay İstasyonu Atlantis tarafından STS-132 görevine giderken çekilmiş resmi (23 Mayıs 2010)

Öğrencilerden uzay, uzay aracı ve roket yanıtları gelmiştir. Öğretmen net cevabı birazdan bulacaklarını söylemiştir. Böylece meraklarını diri tutmayı amaçlamıştır. Dünya'nın hareketleri sonucu 1 gün yani 24 saat ve 1 yıl yani 365 gün 6 saatin olduğu bilgisini tekrar edilmiştir. Günümüzde çeşitli uzay araçları sayesinde bu bilgileri kolaylıkla elde edebildiğimizden bahsetmiştir. *"Bu uzay araçlarını bilen ya da duyan var mı?"* diye sorarak tekrar merak uyandırmıştır. Öğrenciler roket ve uzay mekiğini bildiklerini söylemişlerdir. Öğretmen cevaplar neticesinde yanında getirdiği uzay aracı resimlerini öğrencilere göstererek uydu, uzay sondası, uzay teleskobu, uzay mekiği, uzay roketini tanıtmıştır.

Öğretmen *"Yıl, gün ve zaman gibi bilgilerin nasıl kolaylıkla hesaplandığını ve bilindiğini bu fotoğraflardaki hangi araç sayesinde elde edebiliriz?"* sorusunu sınıfa yöneltmiştir. Öğrencilerin uydu cevabını bulabilmeleri için onları ipuçlarıyla yönlendirmeye çalışmıştır. Uyduların da geçen derste yaptıkları roketler gibi çeşitli fırlatma araçları ile uzay fırlatıldığından bahsetmiştir. *"Uyduların ne işe yaradıklarını tahmin edebilecek var mı?"* diye sormuştur. Bazı öğrenciler televizyon izlememize yardımcı olur demiştir. Birkaç öğrenci de Dünya'da bazı yerlerin fotoğraflarının çekilmesine yararı olduğunu söylemiştir. Öğretmen öğrencileri destekleyerek, uyduların izlediğimiz televizyon kanallarından, radyo, telefon gibi iletişim araçlarına, navigasyonlardan Dünya'nın tepeden çekilmiş fotoğraflarına kadar çeşitli alanlarda işimize yaradığını belirtmiştir. Hatta önemlisi küresel ısınma, orman yangınları, buzulların erimesi ve çölleşme gibi olayları uydularla daha iyi gözlemleyebildiğimizi vurgulamıştır. Ardından *"Şu an ya da yakın tarihte üzerimizden geçiş yapacak uyduların olup olmadığını öğrenebiliriz."* demiştir. ISS Transter Finder web sitesinden geçiş yapan ya da yapacak olan uyduların güzergâhlarını öğrencilere göstermiştir. Web sitesine ait bağlantı kare kodu Şekil 4'de sunulmuştur.



Şekil 4. ISS Transit Finder websitesi bağlantı kare kodu

Bu noktada *"Bir uydu tasarlamış olsaydınız nasıl bir ürün ortaya koymayı isterdiniz?"* deyip onları *"Kendi Uydumu Kendim Yapıyorum"* etkinliğine yönlendirmiştir. Öğrencileri her zamanki gruplarına ayırmıştır. Önceden getirdiği kolay ulaşılabilir malzemelerle her grubun kendi hayal gücüne dayalı uydu modelleri yapmasına olanak vermiştir. Etkinlik sırasında daha önce gösterdiği uydu fotoğraflarından bahsetmiştir. Öğrencilerin hayal dünyasına hitap etmek için çizgi film veya filmlerde nasıl uydular gördüklerini sormuştur. Dersin sonunda ortaya konan ürünler gruplar tarafından sözcüler aracılığı ile tanıtılmıştır. Tasarlanan uyduların hangi amaçla kullanılmak istendiği de belirtilmiştir. Gruplar arası yapılan ürünler el değiştirilir ve öğrencilerin farklı fikirlere farklı bakış açısı geliştirerek eleştirel şekilde bakmaları sağlanmıştır. Ayrıca öğretmen farklı şekillerde uydu resimleri göstererek öğrencilerin kendi uyduları ile gerçek bir

uydu arasında benzerlikleri farklılıkları bulmalarını sağlamış ve etkinliğin ardından öğrencileri tebrik etmiştir.



Şekil 5. Uydu etkinliği fotoğrafları

Uydu etkinliği sonrasında, öğrencilere uydu etkinliğini değerlendirmeleri için çalışma kâğıdı dağıtılmıştır. Çalışma kâğıdında yer alan sorular şu şekildedir. *Uydu etkinliğinde hoşunuza giden şeyler nelerdi? Neden? Uydu etkinliğinde hoşunuza gitmeyen şeyler neler oldu? Neden? Bu etkinliğin faydalı olduğunu düşünüyor musunuz? Neden?* Böylelikle öğrencilerin sürece dair öz değerlendirme yapmaları sağlanmıştır.

4. Aşama/Derinleştirme

Derinleştirme basamağında uydu etkinliği sonrasında Dünya'ya gelen Güneş ışınlarının açılarının sıcaklıkları etkilediğinden, bu sıcaklıkların da mevsimleri oluşturduğu bilgisini hatırlatmıştır. Dünya'nın dolanma hareketinin de yılı, ayları haftaları oluşturduğundan bahsetmiştir. Uydular sayesinde Dünyamıza ait bu bilgilerin kolaylıkla hesaplandığı belirtilmiştir. Öğretmen *"Az önceki mevsim etkinliğinden sonra Dünya'nın bir yılı 365 gün 6 saatte tamamladığını öğrenmiştik."* demiştir. *"Bu 6 saatin bir anlamı var mı? Bu 6 saat ne işe yarıyor?"* diye sormuştur. Böylece zaman, gün, hafta, ay ve yıl konularına değinilerek aynı zamanda matematik dersine de değinilmiştir. *"Bir yılda 12 ay olduğunu biliyoruz. Bu ayların kaç gün olduğunu tekrar sayalım. Şimdi son dört yılın takvimini birlikte inceleyelim. Her ayın kaç gün olduğuna dikkatlice bakmanızı istiyorum. 2021, 2020, 2019 ve 2018 yıllarına bakacağız."* Takvim incelemesinden sonra öğrencilere *"Hangi ayda farklılık vardı ve bu hangi yıldaydı?"* diye sormuştur. Artık yılın bu 6 saatlerin her 4 yılda bir 24 saat etmesiyle oluştuğunu ve bunun da şubat ayına eklendiğini belirtmiştir. Uyduların yanı sıra uzay istasyonlarının da Dünyamız ve evren hakkında önemli bilgiler elde etme alanlarından biri olduğundan bahsetmiştir. Buralarda astronotların çalışmalar ve gözlemler yaptığını söylemiştir. *"Bu uzay istasyonları hakkında bilginiz var mı?"* diye sormuştur. Aldığı cevaplara göre yeni sorular sormaya devam eder. *"Astronotlar sizce buralarda nasıl bir yaşam*

sürüyorlar görevleri süresince? Yaşadıkları zorluklar var mı? Varsa bunlar neler olabilir?” diye sormuştur. Bununla ilgili Ruhi Çenet Medya (2016) tarafından hazırlanmış Bir Astronotun günlük yaşantısı isimli kısa video izletmiştir.



Şekil 6. Astronotun günlük yaşantısı video kare kodu

Videonun ardından “Bilim insanları uzaya araç gönderiyor. Bu araçların Dünya’dan kalkışını biliyoruz. Ancak bunlar içindeki astronotları sağ salim nasıl Ay’a ulaştırıyor olabilir?” Öğrencilere kısa bir süre düşünmeleri için fırsat verildikten sonra cevaplar alınmıştır. Kimi yumuşak inmek, kimi paraşütle inmek, kimi de sert inişlere dayanıklı sağlam çeliklerden yapılmış uzay araçları ile inişler gerçekleştirilir demiştir. Daha sonra “Bu yaz başta ülkemiz olmak üzere birçok ülke orman yangınları ile boğuşmak durumunda kaldı. Bu duruma küresel ısınmanın sebep olabileceği uzmanlar tarafından belirtildi. Bunları hepimiz televizyonlarda izledik. Hepimiz her geçen gün küresel ısınmanın daha da arttığını biliyor ve üzüliyoruz. Bir bilim insanı olduğunuzu hayal edin. Küresel ısınmanın etkilerini daha iyi araştırabilmek, uzaydan gözlemlemek ve Mars’ta yaşam izleri aramak için astronotların uzaya gönderilme projesi olduğunu varsayın. Bu astronotların uzaya sağ salim varıp iniş yapabilmeleri için sizden uzay indirme aracı tasarlamanız isteniyor. Bu durumda nasıl bir uzay aracı tasarladınız?” diye sormuştur. Bu sorunun ardından “Marsa İniyoruz” adlı etkinlik için öğretmen öğrencilere kolay ulaşılabilir malzemeler vermiştir. Öğrencilere mini görev ya da amaç denebilecek bir hedef sunmuştur. Bu bağlamda tasarlanan uzay aracı içerisine konan yumurtayı kırmadan yumuşak iniş yapacaktır. Öğrenciler bu hedef doğrultusunda motive bir şekilde tasarım sürecine başladılar. Bu malzemeler ile uzay aracı tasarımlarını sağlamıştır. Öğrenciler her zamanki gruplara ayrılmıştır. Belli bir süre vermiş ve bu süre zarfında gruplar diyalog halinde ürünlerini tasarlayıp ortaya koymuşlardır. Bazı öğrenciler uzay aracının iniş takımlarını yan yana konumlandırmış ve denemiştir. Bazıları da bunun yapılmış halini deneyip işe yaramayacağını düşünüp vazgeçmişlerdir. Tasarımların ardından, aracın çalışıp çalışmadığı yumurta kullanılarak test edilmiştir. Öncelikle sıralarının üzerinden uzay aracı aşağı bırakılmış ve yumurtaların hasar durumu gözlenmiştir. Ardından üç katlı okulun son katında bulunan dersliğin penceresinden öğretmen güvenlik amacıyla okul bahçesine tasarlanan uzay araçlarını bırakmıştır. Aşağıda bekleyen öğrenciler uzay araçlarındaki yumurtaların zarar görmeden yere indiğini görünce sevindiler.



Şekil 7. "Mars'a İniyoruz" etkinliği fotoğrafları

5. Aşama/Değerlendirme

Değerlendirme basamağında her grup, sözcüsü vasıtasıyla uzay araçlarını tanıtmıştır. Ardından sözcüler yüksekçe bir yere çıkıp (masanın üzerine) hatta okulun ikinci katından tasarladıkları uzay aracının içindeki yumurtanın kırılmadan yere inip inmediğini görmek için ürünlerini yere bırakmışlardır. Amaç yumurtanın zarar görmeden yere inmesidir. Bu sayede bilim insanı ve mühendis gibi düşünüp yumurtanın zararsız bir iniş yapmasını sağlayabilecek bir uzay aracı tasarlanmaya çalışılmıştır. Her tanıtımdan sonra gruplar arası tartışma ortamı oluşturularak eksiklikler ortaya konup ve revize edici öneriler sunulmuştur. Sonra süreç değerlendirme rubriği uygulanarak süreci değerlendirmeleri istenmiştir. Kullanılan rubrik Şekil sunulmuştur.

ÖLÇÜTLER	Kötü	Orta	İyi
Uzay aracı yere süzülerek iniş yaptı.			
Uzay aracı, yumurta hazar almadan iniş yaptı.			
Tasarlanan uzay aracı modeli ise yarar bir modeldir.			
Yapılan tasarım gerçek bir uzay aracı yapımına ilham verebilir.			
Uzay aracı modeli çok sayıda deneme yapılmasına uygun dayanaklıktadır.			
Uzay aracı tasarlama etkinliğinden keyif aldım.			
Büyüyünce uzay alanında bir meslek sahibi olmayı isterim.			

Şekil 8. "Mars'a İniyoruz" etkinliği değerlendirme rubriği

Dersin sonunda öğretmen yıl içindeki sıcaklık değişimlerinin, mevsimlerin oluşumunun ve yıl kavramının sebeplerini tekrar hatırlatmıştır. Ders bunların ardından sonlanmıştır. Dersin sonunda öğretmen öğrenme ortamına ilişkin gözlem notları tutmuştur. Bu notlar aşağıda sunulmuştur.

Çoğu öğrenci mevsimlerin Dünya'nın Güneş çevresinde dolanırken Güneş'e yaklaşıp uzaklaşmasıyla oluştuğunu söyledi. Ancak bu bilgiden sonra Dünya'nın bazı yerlerinde yazken bazı yerlerinde kış yaşanıyor olmasını açıklayamadılar. Az önceki söyledikleri bilgiyle ters düştüler. Ardından izledikleri videodan sonra aslında neden olduğunu çok iyi anladılar. Eksen eğikliğini ne olduğunu videodan sonra bilseler de neden olduğunu ve bu eğikliğinin nelere yol açtığını bilemediler. Videodaki gibi Dünya modeli ve lambayla eksen eğikliği sonucunu deneyle yaparak daha kalıcı bilgilere ulaştık. Uyduların bu kadar çok çeşidi olması ve hatta boyutlarının olması onları çok şaşırttı. Uyduların nereden ne zaman geçecek olmasını öğrenebileceğimizi bilmeleri ve bunu öğrenmemizin mümkün olduğunu öğrendiklerinde bir kez daha şaşırdılar ve hepsi biz bunu görebilir miyiz çıplak gözle diye sordular.

Uyduları tasarlarlarken hepsi çok heyecanlıydılar. Uzay konusu çünkü çok dikkatlerini çekiyordu. Yaptığımız uydular gerçekten uçacak mı, aynısı gibi olacak mı, tepesinde ki şey neydi, panelleri aynısı gibi olacak mı gibi çeşitli sorularda geliyordu bir yandan. Yaptıkları uydularla gerçek arasındaki tek farkın gerçeklik olduğunu vurguladılar. Çünkü yaptıkları aynı gerçeği gibiydi sadece maketiydi. Artık yıl kavramını işledikten sonra buluş yoluyla hemen hepsi 6 saat kavramının 4 yılda 1 yıla denk geldiğini hesapladılar. Uzay istasyonu ile ilgili astronotların yaşamlarıyla ilgili hemen hepsi biraz bilgi sahibiydi. Çünkü daha önce Türkçe dersinde astronotların yaşamını anlatan bir metin okuyup işlemiştik oradan biraz bilgileri vardı. Astronotların uzay istasyonlarında nasıl yaşadıklarını sorduğumda yemek yemelerinden çamaşırlarına kadar bazı bilgileri verebildiler. Hemen hepsi roketlerin uzaya fırlatılma aşamalarını biliyordu ama nasıl iniş yapacaklarını kestiremiyordu. Haliyle yavaş inmesi gerekir gibi cevaplar geldi ama bunun nasıl olacağını merak ediyorlardı. Uzaya indirme aracını tasarlarlarken gruplar canla başla çalıştılar. Özellikle de pervaneleri yapmak için beyin fırtınası fazlaca yaptılar. Yan yana pervaneleri takan gruplar bile oldu ama sonra o şekilde düzgün inmeyeceğini düşündüklerinden aralarındaki payı ayarlayıp tekrar tekrar yaparak doğruya ulaştılar. Tüm gruplar ve öğrenciler bir an önce uzay indirme aracını denemek için sabırsızlanıyorlardı.

Her seferinde yeni bir ürün geliştirdikleri için çok hevesliydim. Bazen ürünleri ortaya koyarken bazı öğrencilerden çok değişik yaratıcı fikirler ortaya çıkıyordu. Bazen de aralarında görüş tartışmaları yaşanarak asıl bilgiye ulaşıyorlardı. Bazı öğrenciler de daha önceden belgesel gibi yerlerden kendi öğrendikleri dersle ilgili bilgileri paylaşıyordu ya da bilemedikleri merak ettikleri şeyleri not alıp bir sonraki derse araştırma yapmak için not alıyorlardı. Gruplar etkinlikleri yaparken her bir öğrenci görev üstlenmek için öne atılıyordu. Çoğunluğun kararına saygı duyuyorlardı. Yapılan etkinliklerde birbirlerine saygılı davrandıkları olduğu gibi çatışma yaşadıkları da oluyordu ama sonunda tatlıya bağlanıyordu.

Tartışma ve Öneriler

Bu çalışmada, ilkökul dördüncü sınıf fen bilimleri dersi "Yer Kabuğu ve Dünya'mızın Hareketleri" ünitesi çerçevesinde hazırlanan 5E öğrenme modeli kapsamında STEM etkinlikleri

paylaşılmıştır. Planlanan 5E öğrenme modeli çerçevesinde öğretim programı dâhilinde konunun daha derinlemesine ve daha eğlenceli bir şekilde öğrenilmesi

Çalışma sonuçlarına göre, öğrenciler arasında iş birliği ve takım çalışmasının önemi ortaya çıkmıştır. Öğrencilerin doldurduğu öz değerlendirme formunda, çoğunluğunun arkadaşlarıyla işbirliği içinde çalıştıklarını belirttikleri görülmüştür. Yapılan çalışmalarda da STEM etkinliklerinin iş birliğini geliştirdiği tespit edilmiştir (Yıldız ve Ecevit, 2022; Karakaya vd., 2019; Özcan ve Koca, 2019; Uğraş ve Genç, 2018).

Öğretmenin gözlemlerine göre, ders süresince olumlu bir öğrenme ortamı oluşmuştur. Öğrencilerin ifadelerine göre, ders eğlenceli, zevkli ve merak uyandırıcı bir şekilde geçmiştir. Öğrencilerin etkinlik sırasında zorlandıkları bir durum olmadığı, tam tersine sürecin öğretici ve eğlenceli geçtiği gözlemlenmiştir. Öğretmen, öğrencilerin dersi daha iyi öğrendiğini ve çok eğlendiğini belirtmiştir. Ayrıca, disiplinlerarası bir yaklaşımla işlenen derse ilişkin olarak daha etkili olduğu vurgulanmıştır.

Öğretmenin yaptığı gözlem notlarına göre, öğrencilerin bu etkinlik sonucunda uzay alanında mesleklere yönelik olumlu bir bakış açısı geliştirdikleri görülmektedir. Bu sonuç, yapılan çalışmalarda da STEM uygulamalarının öğrencilerin meslek tercihlerinde olumlu etkileri olduğunu göstermektedir (Baran, Canbazoğlu Bilici, Mesutoğlu & Ocak, 2016; Gülhan & Şahin, 2016; Yıldız ve Ecevit, 2022; Kalkan, 2020; Okulu, 2019; Uçar, 2019; Voss, Daily ve Snyder, 2011). Öğrencilerin doldurduğu rubriklerde, uzayla ilgili mesleklere yönelebileceklerini belirttikleri görülmektedir. Bu nedenle, öğretmenlerin STEM etkinliklerine yer vererek öğrencilerin STEM alanındaki meslekler hakkında olumlu bir tutum geliştirmelerini sağlamaları önerilebilir.

Öğretmen, STEM etkinliği uygulama sürecinde süre kaygısı yaşadığını ifade etmiştir. Benzer şekilde yapılan çalışmalarda da bu kaygının olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Bozkurt, 2014; Hacıoğlu, Yamak & Kavak, 2016). Süre kaygısını azaltmak için önerilen kazanımların süreleri esnetilebilir ve etkinliğin disiplinler arası yapıda olması nedeniyle ilgili derslerde de süre kullanılabilir.

Sonuç olarak, astronomi eğitiminde 5E öğrenme modeli ve STEM etkinliklerinin kullanılması, öğrencilerin bilimsel düşünme becerilerini geliştirmelerine, içeriği daha anlamlı hale getirmelerine, işbirlikçi çalışma ve iletişim becerilerini geliştirmelerine katkı sağladığı söylenebilir. Aynı zamanda öğrencilerin astronomiye olan ilgilerini artırırken STEM alanlarındaki temel becerileri kazanmalarına ve STEM meslekleriyle ilgili farkındalık kazanmalarına yardımcı olduğu görülmüştür.

Yapılan çalışmada öğretmen gözlemleri, STEM etkinliklerinin işbirliğini geliştirdiğini, öğrenme ortamını olumlu hale getirdiğini ve öğrencilerin mesleklere yönelik olumlu tutum geliştirmelerine yardımcı olduğunu göstermektedir. Süre kaygısı gibi bazı zorluklar olsa da, uygun düzenlemelerle bu engeller aşılabılır.

Bu nedenle, öğretmenlerin astronomi eğitiminde 5E öğrenme modeli kapsamında STEM etkinliklerini kullanmaları önerilmektedir. Bu yaklaşım, öğrencilerin aktif katılımını teşvik ederek, öğrenmeyi daha etkili ve keyifli hale getirecek ve STEM alanlarında ilgi ve yeteneklerini geliştirebilecekleri bir ortam sağlayacaktır.

Kaynaklar

- Aktamış, H. & Arıcı, V.A. (2013). Sanal gerçeklik programlarının astronomi konularının öğretiminde kullanılmasının akademik başarı ve kalıcılığına etkisi. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 9(2), 58-70.
- Arslan, A., Koparan, E. T., & Koparan, T. (2020). Fen bilimleri öğretmenleri ile öğretmen adaylarının sorgulama temelli astronomi eğitimine ilişkin görüşlerinin ve Bil, İste ve Öğren şemalarının incelenmesi. *Yükseköğretim ve Bilim Dergisi*, (2), 286-298.
- Baran, E., Canbazoglu Bilici, S., Mesutoğlu, C., & Ocak, C. (2016). Moving STEM beyond schools: Students' perceptions about an out-of-school STEM education program. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 4(1), 9-19.
- Baxter, J. (1989). Children's understanding of familiar astronomical events. *International Journal of Science Education*, 11(5), 502-513.
- Bektaşlı, B. (2013). Fen bilgisi öğretmen adaylarının astronomi hakkındaki kavram yanlışlarının tespiti için astronomi kavram testinin geliştirilmesi. *Eğitim ve Bilim*, 38(168).
- Bektaşlı, B., (2021). Astronomi eğitiminde kavram yanlışları. *Etkinliklerle astronomi öğretimi* (pp.5-20), Ankara: Palme.
- Bozkurt, E. (2014). *Mühendislik tasarım temelli fen eğitiminin fen bilgisi öğretmen adaylarının karar verme becerisi, bilimsel süreç becerileri ve sürece yönelik algılarına etkisi* [Yayımlanmamış doktora tezi]. Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Bybee, R. W. (2003). Why the seven E's. *Çevrim-içi*: <http://www.miamisci.org/ph/lpintro7e.html>, Erişim tarihi, 3, 2012.
- Bybee, R. W. (2014). The BSCS 5E instructional model: Personal reflections and contemporary implications. *Science and Children*, 51(8), 10-13.
- Bybee, R., Taylor, J. A., Gardner, A., Van Scotter, P., Carlson Powell, J., Westbrook, A., & Landes, N. (2015). *The BSCS 5E instructional model*. Arlington, TX: NSTA press.
- Bybee, R.W., J.A. Taylor, A. Gardner, P. Van Scotter, J.C. Powell, A. Westbrook, and N. Landes. (2006). The BSCS 5E instructional model: origins, effectiveness, and applications. Colorado Springs, CO: BSCS.
- Çepni, S. & Şenel Çoruhlu, T. (2014). "Güneş sistemi ve ötesi: Uzay bilmecesi" ünitesinde zenginleştirilmiş 5E öğretim modeline uygun hazırlanan öğrenme ortamlarının öğrenci başarıları üzerine etkisinin incelenmesi. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27(2), 343-369.

- Çoruhlu, T. Ş., & Çepni, S. (2016). Zenginleştirilmiş 5E modelinin öğrenci kavramsal değişimi üzerine etkisi: Astronomi örneği. *Kastamonu Education Journal*, 24(4), 1785-1802.
- Demirel, R. & Aslan, O. (2014). Kavram karikatürleriyle desteklenen fen ve teknoloji öğretiminin öğrencilerin akademik başarıları ve kavramsal anlamalarına etkisi. *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, 10(2), 368-392.
- Doğru, M., Satar, C., & Çelik, M. (2019). Astronomi eğitiminde yapılan çalışmaların analizi. *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 6(7), 235-251.
- Durukan, Ü.G. (2021). Eğitsel oyunlarla astronomi eğitimi. *Etkinliklerle astronomi öğretimi*, Ankara: Palme.
- Ecevit, T., Balci, N., Yıldız, M., & Sayan, B. S. (2021). İlkokul düzeyindeki araştırma-sorgulama, argümantasyon ve STEM temelli uygulamalarının tematik içerik analizi. *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(1), 1100-1129.
- Eisenkraft, A. (2003). Expanding the 5E model. *The science teacher*, 70(6), 56.
- Emrahoğlu, N. & Öztürk, A. (2009). Fen bilgisi öğretmen adaylarının astronomi kavramlarını anlama seviyelerinin ve kavram yanlışlarının incelenmesi üzerine boylamsal bir araştırma. *Ç.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 18 (1), 165-180.
- Frede, V. (2006). Pre-service elementary teacher's conceptions about astronomy. *Advances in space research*, 38(10), 2237-2246.
- Gök, F., & Doğaç, E. (2020). Yapararak yaşayarak öğrenme yönteminin 5. sınıf öğrencilerinin astronomiye karşı tutumlarına ve fen öğrenme motivasyonlarına etkisi. *Türkiye Eğitim Dergisi*, 5(2), 285-301.
- Gülhan, F., & Şahin, F. (2016). Fen-teknolojímühendislik- matematik entegrasyonunun (STEM) 5. Sınıf öğrencilerinin kavramsal anlamalarına ve mesleklerle ilgili görüşlerine etkisi. İçinde Ö. Demirel & S. Dinçer (Editörler), *Eğitim bilimlerinde nitelikler ve yenilik arayışı* (ss. 283-302). Pegem Yayıncılık
- Habing, H. J. (2019). *The Birth of Modern Astronomy*. Springer.
- Hacıoğlu, Y., Yamak, H., & Kavak, N. (2016). Mühendislik tasarım temelli fen eğitimi ile ilgili öğretmen görüşleri. *Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 5(3), 807-830.
- İdin, Ş., & Kaptan, F. (2017). İlköğretim fen eğitiminde yenilenen öğretim programlarına göre hazırlanan doktora tezlerinin incelenmesi üzerine bir çalışma. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Türk Dünyası Uygulama ve Araştırma Merkezi Eğitim Dergisi*, 2(1).
- Kalkan, Ç. (2020). İlkokulda STEM eğitimi yoluyla astronomi ve uzay bilimleri kariyer farkındalığı gezisi: kayseri ili örneği. *Turkish Journal of Astronomy and Astrophysics*, 1(2), 679-679
- Kalkan, H., Ustabaş, R., & Kalkan, S. (2007). İlk ve orta öğretim öğretmen adaylarının temel astronomi konularındaki kavram yanlışları. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, (23), 1-11.
- Karaçam, S. (2021). *Etkinliklerle astronomi öğretimi*. Palme Yayınevi.

- Karaçam, S., Çakır, Ç. Ş., Koca, M., & Sadak, M. (2020). Öğretmen adaylarının astronomi öğretme öğretmen imgeleri: "Gök Kubbe Yolculuk" projesinin sonuçları. *Fen Bilimleri Öğretimi Dergisi*, 8(2), 202-229.
- Karakaya, F., Yantırı, H., Yılmaz, G., & Yılmaz M. (2019). İlkokul öğrencilerinin STEM etkinlikleri hakkında görüşlerinin belirlenmesi: 4. sınıf örneği. *Uluslararası Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 7(13), 1-14
- Kirikkaya, E. B., & Şentürk, M. (2018). Güneş sistemi ve ötesi ünitesinde artırılmış gerçeklik teknolojisi kullanılmasının öğrenci akademik başarısına etkisi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 26(1), 181-189.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB] (2005). *İlköğretim fen ve teknoloji (6, 7. ve 8. Sınıflar) öğretim programı*. Ankara: Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB] (2013). *İlköğretim kurumları (ilkokullar ve ortaokullar) fen bilimleri dersi (3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar) öğretim programı*. Ankara: Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB] (2018). *Fen bilimleri dersi öğretim programı. (ilkokul ve Ortaokullar 3, 4, 5, 6, 7 ve 8)*. Ankara: Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- NASA (2011). *Mühendisliğe, bilime ve teknolojiye giriş*, Eğitimler için Mühendislik Tasarım Süreci Rehberi, 3-5. Sınıflar.
- National Research Council [NRC]. (1996). *National science education standards*. USA: National Academy Press, Washington, DC.
- National Research Council [NRC]. (2012). *A framework for K-12 science education*. Washington, DC: National Academies Press.
- NGSS Lead States. (2013). *Next generation science standards: for states, by states*. Washington: The National Academies Press.
- Okulu, H., Z. (2019). *STEM eğitimi kapsamında astronomi etkinliklerinin geliştirilmesi ve değerlendirilmesi*. Yayınlanmamış doktora tezi. Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Muğla.
- Özcan, H., & Koca, E. (2019). STEM yaklaşımı ile basınç konusu öğretiminin ortaokul 7.sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına ve STEM'e yönelik tutumlarına etkisi. *Eğitim ve Bilim*, 44(198), 201-227.
- Özdemir, E. B. (2019). Animasyon destekli fen öğretiminin 6. sınıf öğrencilerinin güneş, dünya ve ay kavramları hakkındaki kavram yanlışlarının giderilmesine ve astronomiye yönelik tutuma etkisi. *Başkent University Journal of Education*, 6(1), 46-58.
- Rodriguez, S., Allen, K., Harron, J., & Qadri, S. A. (2019). Making and the 5E learning cycle. *The Science Teacher*, 86(5), 48-55.
- Rodriguez, S., J. Harron, S. Fletcher, and H. Spock (2018). Elements of making: A framework to support making in the science classroom. *The Science Teacher* 85 (2): 24-30.
- Sadler, P. M. (1998). Psychometric models of student conceptions in science: Reconciling qualitative studies and distractor-driven assessment instruments. *Journal of Research in Science*

- Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 35(3), 265-296.
- Şahin, Ç., Bülbül, E. & Durukan, Ü. G. (2013). Öğrencilerin gök cisimleri konusundaki alternatif kavramlarının giderilmesinde kavramsal değişim metinlerinin etkisi. *Bilgisayar ve Eğitim Araştırmaları Dergisi* 1(2), 38-64.
- Şahin, N., & Güler, B. (2021). Astronomi öğrenme ortamlarını zenginleştirmeye yönelik bir uygulama: Star Walk 2. *Instructional Technology and Lifelong Learning*, 2(2), 248-284.
- Şekercioğlu, A. G., & Akkuş, G. (2019). Drama yönteminin 7. sınıf öğrencilerinin güneş sistemi ve ötesi: Uzay bilmececi ünitesindeki başarılarına etkisi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 19(1), 125-145.
- Türk, C., Alemdar, M. & Kalkan, H. (2012). İlköğretim öğrencilerinin mevsimler konusunu kavrama düzeylerinin saptanması. *Dünya'daki Eğitim ve Öğretim Çalışmaları Dergisi*, 2(1), 62-67.
- Uçar, R. (2019). *Argümantasyonla Zenginleştirilmiş stem etkinliklerinin 7.sınıf öğrencilerinin "güneş sistemi ve ötesi" ünitesindeki akademik başarılarına, astronomiye yönelik tutumlarına, eleştirel düşünme eğilimlerine ve STEM kariyer ilgilerine etkisi*. Yüksek lisans tezi. Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın.
- Uğraş, M., & Genç, Z. (2018). Pre-School teacher candidates' views about STEM education. *Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 7(2), 724-744.
- Ünsal, Y., Güneş, B., & Ergin, İ. (2001). Yükseköğretim öğrencilerinin temel astronomi konularındaki bilgi düzeylerinin tespitine yönelik bir araştırma. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21(3).
- Vosniadou, S., & Brewer, W. F. (1992). Mental models of the earth: A study of conceptual change in childhood. *Cognitive psychology*, 24(4), 535-585.
- Vosniadou, S., & Brewer, W. F. (1994). Mental models of the day/night cycle. *Cognitive science*, 18(1), 123-183.
- Voss, H. D., Dailey, J., ve Snyder, S. J. (2011). High-altitude balloon launches and hands-on sensors for effective student learning in astronomy and STEM. *In Earth and Space Science: Making Connections in Education and Public Outreach*, 443, ss. 340.
- Yıldız, M., & Ecevit, T. (2022). İlkokulda bir STEM etkinliği: paleontolog olarak fosillerle çalışmak. *Journal of Inquiry Based Activities*, 12(1), 51-69.
- Yüzgeç, S., & Okuşluk, F. (2023). The impact of STEM-based astronomy activities on secondary school students' attitudes towards STEM and astronomy. *Eğitim Kuram ve Uygulama Araştırmaları Dergisi*, 9(1), 1-13.

Ek 1. STEM tarihinde bu alana katkı sağlayan bilim insanları

Bilim insanı (En az 5 Bilim İnsanı)	STEM alanına katkısı
Nicolaus Copernicus 1473-1543	Nikolas Kopernik, "De revolutionibus orbium coelestium" (Gök- sel kürelerin devinimleri üzerine) başlığını taşıyan başyapıtında Güneş Sistemi'nin tarifini yapmış; gezegenlerin, Güneş'in mer- kezde olduğu sabit yörüngeler üzerinde hareket ettiğini kabul eden günmerkezlilik yasasını savunmuştur. 1543 yılında Koper- nik'in ölümünden kısa bir süre önce yayımlanan bu kitap, "Ko- pernik Günmerkezliliği" denilen astronomik modelin başlangı- cını oluşturur ve modern astronomik ve bilimsel gelişmelerin başlangıç noktası olarak gösterilerek bilim tarihinde bir dönüm noktası teşkil etmektedir.
Galileo Galilei 1564 -1642	Rönesans'ın bilimsel devrimine büyük katkıda bulunan bilim in- sanına "gözlemsel astronominin babası", "modern fiziğin ba- bası" ve "bilimin babası" gibi isimler takılmıştır. Gözlemsel ast- ronomiye katkılarının arasında Venüs'ün evrelerinin teleskopik kanıtı, Jüpiter'in en büyük dört uydusunun keşfi (Galileo'nun uyduları adı verilmiştir), güneş lekelerinin gözlemi analizi bu- lunmaktadır. Galileo ayrıca uygulamalı bilim ve teknoloji ala- nında da çalışmış ve geliştirilmiş bir askeri pusula gibi başka aletler icat etmiştir. Galileo'nun güneş merkezçiliği ve Kopernik- çiliği yaşadığı dönemde daha çok dünya merkezlik ve Tycho sistemi yaygın olduğu için tartışma konusu olmuştur. Astro- nomlar ona sık sık karşı çıkmış ve güneş merkezli bir sistemin yıldızsal paralaks gözlemlenmediği için mümkün olmadığını sa- vunmuşlardır. Galileo daha sonrasında "İki Ana Dünya Sistemi Üzerine Diyalog" kitabında bu görüşünü savunmuştur. Kitabın Papa 8. Urban'a ve Cizvitler'e bir saldırı niteliğinde olduğu dü- şünülmüş ve Galileo itibar kaybetmiştir. Engizisyon tarafından yargılanan Galileo'nun dalalet suçu işlediğinden şüphelenilmiş ve Galileo hem yazdıklarından caymaya zorlanmış hem de ha- yatının geri kalanını ev hapsinde geçirmeye mahkûm edilmiştir. Ev hapsindeyken en başarılı çalışmalarından olan İki Yeni Bilim'i

	yazmış ve bu kitapta kırk yıl öncesinde yaptığı kinematik ve maddelerin kuvveti ile ilgili çalışmalarına yer vermiştir.
Johannes Kepler 1571 –1630	Bilimsel anlamda dönüm noktası ise Tycho Brahe ile tanışmasıyla olmuştur. Brahe kendisini Mars'ın yörüngesi ile ilgili bir şeyleri araştırmakla görevlendirince biraz hayal kırıklığına uğramıştır. Bu olaylardan bir yıl sonra Tycho Brahe öldüğündeyse, kendisini hazırlanması gereken hesap cetvelleri projesinin başında bulmuştur. 25 yıl boyunca bu cetvellerle ilgili çalışmış; kitap bittiğindeyse kitaba Tycho Brahe'nin ismini yazdırmıştır. Çok bilinen 3 yasası vardır. Gezegenlerin elips yörüngelerde dolanım yaptığı ve eşit zaman aralıklarında eşit alanlar taradıkları ilk 2 yasasıdır. 3. yasası ise gezegenlerin dolanım sürelerinin karesiyle, güneşe olan uzaklıklarının küpünün oranının sabit olduğudur.
Willian Herschel (1738-1822)	Uzman bir gözlemci ve mükemmel bir teleskop yapımcısı olarak tanınmasının yanı sıra, Herschel'in yaptığı en önemli keşif prizma ve termometre kullanılarak kızılötesi radyasyonunun ortaya çıkarılmasıydı. Güneş sisteminin 7. gezegeni Uranüs'ü, Uranüs'ün iki büyük uydusu olan Titania ve Oberon'u ve Satürn'ün iki uydusu Enceladus ve Mimas'ı keşfetmesiyle ün kazanan Sir William Herschel, ayrıca Samanyolu Galaksisinin şeklini haritalamak için birçok girişimde bulundu.
Edwin Hubble (1889-1953)	Astronom Edwin Hubble, astrofizik alanında yaptığı çalışmalarla ün saldı. 1. Dünya Savaşı'nda da görev alan Hubble'ın devrimci çalışması, evrenin genişlediğini kanıtlamaya yardımcı olan galaksilerin kırmızıya kaymasına ve mesafesi arasında sabit bir ilişki kurmasına dayanır. Samanyolu Galaksisi haricinde başka galaksilerin de olduğunu ispat eden Hubble, galaksiler için oluşturduğu Hubble Dizisi olarak da adlandırılan bir sınıflandırma sistemini de sonraki nesillere aktarmayı başardı.

Ek 2. Ölçme ve değerlendirme amaçlı kullanılabilecek sorular

Soru 1. Güneş, sabah, öğlen ve akşamüstü saatlerinde neler farklı yerdedir?

Soru 2. Dünya'nın şekli ve nasıl hareket ettiği ile ilgili olarak deney yapmak mümkün mü? Dünya'nın dönme ve dolanma hareketi yaptığını nasıl biliyoruz?



Bu fotoğraflar Avusturalya'da Lincoln Harrison tarafından 15 saat süre ile çekilen yıldız fotoğraflarının bir araya getirilmesi ile oluşmuştur.

Soru 3. Peki sizce dünyanın döndüğüne ve küresel bir şekle sahip olduğu konusunda bu fotoğrafları delil olarak kullanabilir miyiz?

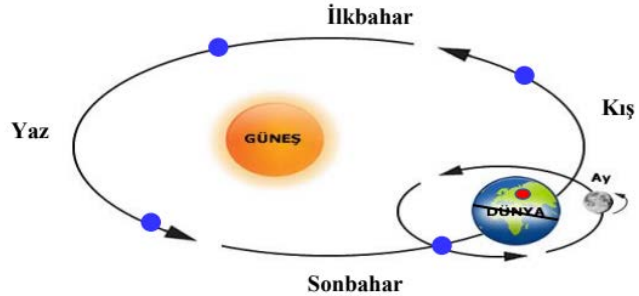
Soru 4. Sizce bu fotoğraflarda kutup noktalarını görmemiz mümkün mü?

Soru 5. Gece gökyüzüne baktığımızda yıldızları ve bazı gezegenleri görebiliriz. Peki, gezegenleri yıldızlardan çıplak gözle nasıl ayırt edebiliriz?

Soru 6. Yıldızları neden gündüz göremeyiz?

Soru 7. Bir öğrenci uzay istasyonundaki ağırlığının Dünya'daki ağırlığından daha az olacağı düşünüyor. Öğrencinin bu düşüncesi doğru mudur? Açıklayınız.

Soru 8. Ay, Dünya'nın etrafında dolarken Dünya da Güneş'in etrafında dolanır. Mevsimlerin başlama ve bitiş zamanları mavi noktalar ile gösterilmiştir. Dünya üzerindeki kırmızı noktada kış mevsimi yaşanmaktadır. Ay, Dünya'nın etrafında 5 tur döndüğünde Güney Yarım Küre'de hangi mevsim yaşanır?





EĞİTİMİ DERGİSİ

STEM $\equiv$ ED

STEM PD
Community of Practice

dergi.stempd.net