T.C.
EGE ÜNİVERSİTESİ
Fen Bilimleri Enstitüsü

# ASTRONOMİ VE UZAY BİLİMLERİ TEMELLİ UYGULAMALARLA HAZIRLANAN STEM KAMPLARI

**Yüksek Lisans Tezi**

Soner GÜNGEN

Astronomi ve Uzay Bilimleri Anabilim Dalı

İzmir
2019

T.C.
EGE ÜNİVERSİTESİ
Fen Bilimleri Enstitüsü

# ASTRONOMİ VE UZAY BİLİMLERİ TEMELLİ UYGULAMALARLA HAZIRLANAN STEM KAMPLARI

Soner GÜNGEN

Danışman : Prof. Dr. Serdar EVREN

Astronomi ve Uzay Bilimleri Anabilim Dalı
Astrofizik Yüksek Lisans Programı

İzmir
2019

## KABUL ONAY SAYFASI

**Soner GÜNGEN** tarafından yüksek lisans tezi olarak sunulan **"ASTRONOMİ VE UZAY BİLİMLERİ TEMELLİ UYGULAMALARLA HAZIRLANAN STEM KAMPLARI"** başlıklı bu çalışma E.Ü. Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği ile E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Eğitim ve Öğretim Yönergesi'nin ilgili hükümleri uyarınca tarafımızdan değerlendirilerek savunmaya değer bulunmuş ve 27.08.2019 tarihinde yapılan tez savunma sınavında aday oybirliği/~~oyçokluğu~~ ile başarılı bulunmuştur.

| **Jüri Üyeleri:** | | **İmza** |
|---|---|---|
| **Jüri Başkanı** | **: Prof. Dr. Can Battal Kılıç** | ..... |
| **Raportör Üye** | **: Doç. Dr. Esma Yaz Gökçe** | ..... |
| **Üye** | **: Prof. Dr. Serdar Evren** | ..... |

## EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

## ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

E.Ü. Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin ilgili hükümleri uyarınca Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum **"ASTRONOMİ VE UZAY BİLİMLERİ TEMELLİ UYGULAMALARLA HAZIRLANAN STEM KAMPLARI"** başlıklı bu tezin kendi çalışmam olduğunu, sunduğum tüm sonuç, doküman, bilgi ve belgeleri bizzat ve bu tez çalışması kapsamında elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara atıf yaptığımı ve bunları kaynaklar listesinde usulüne uygun olarak verdiğimi, tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını, bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya diğer bir üniversitede başka bir tez çalışması içinde sunmadığımı, bu tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda bilimsel etik kurallarına uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul edeceğimi beyan ederim.

27/08/2019

İmzası

Soner Güngen

# ÖZET

## ASTRONOMİ VE UZAY BİLİMLERİ TEMELLİ UYGULAMALARLA HAZIRLANAN STEM KAMPLARI

GÜNGEN, Soner

Yüksek Lisans Tezi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Serdar EVREN

Ağustos 2019, 107 sayfa

Astronomi, evrenin yasalarını makrodan mikroya her ölçekte araştıran en eski doğa bilimidir. Evreni araştırırken fizik, matematik, kimya ve biyoloji gibi diğer temel bilimlerden yararlanan, daha da fazlasını keşfedebilmek için fotoğraf plaklarından CCD'lere, yer konuşlu gözlemevlerinden uzay teleskoplarına ve diğer uzay araçlarına kadar geniş bir alanda teknolojiyi en iyi şekilde kullanan ve geliştiren disiplinler arası bir alan olarak astronomi ve uzay bilimleri, STEM'in (Science, Technology, Engineering, Mathematics) en geniş uygulama alanı olmaktadır.

Bu tezde, astronomi ve uzay bilimleri eğitiminde karşılaşılan sorunlara bir çözüm önerisi olarak STEM yaklaşımı incelendi, geliştirilen müfredatların merkezine astronomiyi alarak örnek bir ders planı geliştirilip sınıf içinde ve dışında bazı etkinliklerde uygulandı. Yapılan çalışmaların öğretmenlere, öğrencilere ve astronomiyle ilgilenen bireylere ulaştırılması, karşılıklı etkileşimin sağlanması amacıyla alternatif bir öğrenme ortamı ve web 2.0 aracı olarak "www.astrostem.org" çevrimiçi web platformu oluşturuldu. Böylece bireylerin yaşayarak, deneyerek, gözlem yaparak keşfetmelerini sağlamak, astronomi ve uzay bilimleri temelli uygulamalarla hazırlanan STEM ders planlarının atölye ya da kamp ortamında daha etkin bir şekilde uygulanmasıyla bu alanda yenilikçi fikir, prototip ve proje geliştirebilmelerini teşvik etmek hedeflendi.

**Anahtar sözcükler:** Astronomi ve uzay bilimleri, Astronomi eğitimi, STEM yaklaşımı, STEM eğitimi, Sınıf dışı öğrenme, Web 2.0.

# ABSTRACT

## STEM CAMPS BASED ON ASTRONOMY AND SPACE SCIENCE APPLICATIONS

GÜNGEN, Soner

MSc in Astronomy and Space Science

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Serdar EVREN

August 2019, 107 pages

Astronomy and space science that is the largest application area of STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) as a interdisciplinary field that makes use of other basic sciences that such as physics, mathematics, chemistry and biology, while exploring the universe, use and develops technology in a wide range of fields from photo plates to CCDs and from observatories to space telescopes and other spacecraft.

In this thesis, STEM approach was examined as a solution to the problems encountered in astronomy and space sciences education, a sample lesson plan was developed by taking astronomy to the centre of the developed curricula and applied in some activities inside and outside the classroom. An online learning platform called “www.astrostem.org” was created as an alternative learning environment and web 2.0 tool in order to communicate the activities to educators, students and other individuals interested in astronomy and to provide interaction. In this way, it was aimed to motivate individuals to discover by experimenting and observing make STEM lesson plans prepared with astronomy and space sciences based applications more effective in the classroom, workshop or camp environment and to encourage them to develop innovative ideas, prototypes and projects in this field.

**Keywords:** Astronomy and space sciences, Astronomy education, STEM, STEM education, Outdoor learning, Web 2.0.

# ÖNSÖZ

Bu çalışmanın konu belirleme sürecinde yüksek lisans tez danışmanım Prof. Dr. Serdar EVREN'in yönlendirmeleriyle disiplinler arası astronominin örnek bir uygulaması olarak "ASTRONOMİ VE UZAY BİLİMLERİ TEMELLİ UYGULAMALARLA HAZIRLANAN STEM KAMPLARI" tez çalışmasına başladık. Literatür taramasıyla birlikte STEM yaklaşımıyla geliştirilen uygulamaların atölye, kamp ve yaz okulları gibi öğrenme ortamlarında gerçekleştirilmesiyle bireylerin astronomi ve uzay bilimleri alanında yenilikçi fikir, prototip ve proje geliştirebilmelerini amaçladık. Bu süreçte alternatif bir öğrenme ortamı ve aracı olarak, astronomi ve uzay bilimleri alanını STEM yaklaşımı çerçevesinde disiplinler arası bir bakış açısıyla değerlendirdiğimiz "www.astrostem.org" adında çevrimiçi bir web platformu oluşturduk. Bu platform sayesinde ve aldığımız eğitimler sonrasında son haline getirdiğimiz uygulamaları kullanarak astronomide STEM atölyelerini gerçekleştirdik. Böylece astronomi uygulamaları hakkında öğrenciler, öğretmenler ve alanında uzman kişilerden görüş, öneri ve fikirlerini aldık. Genellikle velilerin de katılımıyla tamamlanan atölyelerde katılımcı öğrencilerin yaşadığı birlikte üretmenin verdiği heyecan bizlere de yansıdı. Konak Belediyesi Yaz Okulları kapsamında dezavantajlı bölgelerde de yaptığımız atölyelerdeki çocukların bilime olan merakı, tüm şartlara rağmen gülen gözleri ve geleceğe dair hayalleri bizi yaptığımız çalışmalar konusunda daha da motive olmamızı sağladı. Öte yandan lisans ve yüksek lisans boyunca edindiğimiz teorik bilgiyi, astronomi temelli uygulamalarla ve 21.yüzyıl becerileriyle birleştirerek yeni deneyimler kazanma olanağı elde ettik. Farklı disiplinlerden birçok bilim insanı, akademisyen, eğitmen ve öğrenciler ile iletişime geçerek herkesin katkıda bulunduğu ortak bir iletişim ağı oluşturduk. Böylelikle disiplinler arası astronominin uygulaması olan bu çalışmanın geliştirilmesi, tamamlanması ve geleceği açısından oluşturulan yol haritasını da iş birliği içerisinde ortaya koyduk.

İZMİR

27/08/2019

Soner Güngen

# İÇİNDEKİLER

Sayfa

İÇ KAPAK ..... ii
KABUL ONAY SAYFASI ..... iii
ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI ..... v
ÖZET ..... vii
ABSTRACT ..... ix
ÖNSÖZ ..... xi
İÇİNDEKİLER ..... xiii
ŞEKİLLER DİZİNİ ..... xvii
TABLOLAR DİZİNİ ..... xix
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ ..... xxi
1. GİRİŞ ..... 1
2. DİSİPLİNLERARASI ASTRONOMİ VE STRATEJİK PLANLAR ..... 5
2.1 Disiplinler Arası Astronomi ..... 5
2.2 Stratejik Planlar ve Vizyonlar ..... 9
2.2.1 IAU ve TAD DAY2009 vizyonu ..... 9
2.2.2 IAU stratejik planları ..... 12
2.2.3 ESA 2015-2025 vizyonu ..... 14
2.2.4 ESO Avrupa'da astronomi ve bilim vizyonu ..... 15
2.2.5 NASA stratejik planı ..... 16
2.2.6 TUBİTAK 2018-2022 stratejik planı ..... 17
2.2.7 MEB 2023 eğitim vizyonu ..... 19
3. DİSİPLİNLERARASI BİR YAKLAŞIM OLARAK STEM VE ASTRONOMİ EĞİTİMİ ..... 21
3.1 STEM Yaklaşımının Doğuşu: İlk Yapay Uydu Sputnik-1 ..... 21

# İÇİNDEKİLER (devam)

Sayfa

3.2 STEM Yaklaşımı ve Amacı .....22
3.3 STEM Ders Planları ve 5E Modeli.....24
3.4 Astronomi Eğitim ve Öğretimi.....28
3.4.1 İlköğretimde astronomi.....30
3.4.2 Ortaöğretim astronomi.....30
3.4.3 Yükseköğretimde astronomi.....31
3.5 Astronomi Eğitiminde Karşılaşılan Sorunlar ve Çözüm Önerisi .....32
4. ASTRONOMİ VE UZAY BİLİMLERİ TEMELLİ UYGULAMALARLA HAZIRLANAN STEM KAMPLARI.....39
4.1 Etkinlikler.....40
4.1.1 Mini astronomi öğretmen seminerleri örneği .....41
4.1.2 STEM öğretmen eğitimi örneği.....43
4.1.3 Çevrimiçi STEM eğitmen eğitimi örneği .....44
4.1.4 EGEÇEM örneği.....45
4.1.5 Aliağa TÜBİTAK 4007 bilim şenliği örneği.....46
4.1.6 Köy okulları ziyaretleri.....47
4.1.7 İzmir Büyükçiğli Özel Türk Koleji ve FLL örneği .....49
4.1.8 Konak Belediyesi yaz okulu ve kış okulu örneği .....51
4.2 Etkinliklerde Kullanılan Uygulamalar .....53
4.2.1 Takımyıldızlar.....53
4.2.2 Kutup yıldızı saati.....54
4.2.3 Usturlap yapımı .....56
4.2.4 Güneş saati.....57
4.2.5 Güneş fırını .....59

# İÇİNDEKİLER (devam)

Sayfa

4.2.6 Güneş sisteminde yolculuk....60
4.2.7 Uzay aracı ve roket yapımı....62
4.2.8 Dünya dışında yaşam....64
4.2.9 Teleskopla Güneş gözlemi....65
4.3 Astronomide STEM Ders Planı Örneği....67
4.4 Astronomide STEM Web Platformu: "Astrostem.org"....73
5. SONUÇ VE ÖNERİLER....87
5.1 Sonuçlar....87
5.2 Öneriler....89
KAYNAKLAR DİZİNİ....91
TEŞEKKÜR....103
ÖZGEÇMİŞ....105
EKLER....

# ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil Sayfa

Şekil 2.1. Astronominin bilim ve araştırma, teknoloji ve beceri, toplum ve kültür açısından diğer disiplinlerle olan bağlantısı (IAU, 2012; Stavinschi and Mureşan, 2014). ..... 7
Şekil 3.1 STEM Yaklaşımı (Akgündüz vd., 2015) ..... 23
Şekil 4.1 Teleskopla Güneş gözlemi, Aliağa Mini AÖS, Aliağa Halk Eğitimi Merkezi ..... 41
Şekil 4.2 Öğretmenlerle bilgi alışverişi, Bornova Mini AÖS, Bornova Bahçeşehir Koleji ..... 42
Şekil 4.3 STEM Eğitmen Eğitimi, Ege Üniversitesi Eğitim Fakültesi ..... 43
Şekil 4.4 STEM Öğretmen Eğitimi Programı Sertifika Töreni ..... 44
Şekil 4.5 Çevrimiçi STEM Eğitmen Eğitimi örnek ders planı incelemesi ..... 44
Şekil 4.6 a) Güneş gözlemi b) Gölgeyle yön bulma uygulaması c) Güneş sistemi modeli ..... 45
Şekil 4.7 a) Bilgi paylaşımı b) Uygulama hazırlığı c) Takım çalışması d) Prototip tasarımı ..... 46
Şekil 4.8 Uygulama ve prototip sunumları ..... 46
Şekil 4.9 Aliağa TÜBİTAK 4007 Bilim Şenliği ..... 47
Şekil 4.10 a) Teleskopla Güneş gözlemi ve b) Ay gözlemi ..... 47
Şekil 4.11 a) Ay takvimi uygulaması b) Güneş saati uygulaması ..... 48
Şekil 4.12 a) Teleskopla Güneş Gözlemi b) Dünya dışında yaşam oluşturma uygulaması ..... 48
Şekil 4.13 Bademli Ortaokulu'na kazandırılan teleskopla ilk gözlem ..... 49
Şekil 4.14 Takım üyeleriyle birlikte proje hazırlığı ..... 50
Şekil 4.15 a) Takım üyelerinin robot yarışı performansı b) Proje sunum performansı ..... 50
Şekil 4.16 Konak Belediyesi sosyal medya paylaşımı ..... 51
Şekil 4.17 Takımyıldızlar uygulaması. ..... 54
Şekil 4.18 Kutup yıldızı saati uygulaması. ..... 55
Şekil 4.19 Usturlap uygulaması ..... 57

# ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

Şekil Sayfa

Şekil 4.20 Güneş saati uygulaması .....58
Şekil 4.21 Güneş fırını uygulaması.....60
Şekil 4.22 Güneş Siteminde Yolculuk Uygulaması.....62
Şekil 4.23 Uzay Aracı ve Roket Uygulaması .....63
Şekil 4.24 Dünya Dışında Yaşam Alanı Oluşturma Uygulaması .....65
Şekil 4.25 Teleskopla Güneş Gözlemi.....66
Şekil 4.26 Astrostem.org akış diyagramı ve web haritası.....73
Şekil 4.27 Uygulama İçerik Ekleme PHP kod yapısı .....74
Şekil 4.28 Uygulamalara ilişkin MySQL veri tabanı yapısı. .....75
Şekil 4.29 Uygulamalar MySQL veritabanı tablosu.....76
Şekil 4.30 Kayıt ve giriş sayfası arayüzü.....77
Şekil 4.31 Dersler sayfası arayüzü.....77
Şekil 4.32 Uygulamalar sayfası arayüzü.....78
Şekil 4.33 Uygulama içerik sayfası arayüzü.....79
Şekil 4.34 Dijital materyaller sayfası arayüzü .....79
Şekil 4.35 Oyunlar sayfası arayüzü.....80
Şekil 4.36 Asteroitlere yolculuk bilet uygulaması sayfası arayüzü .....80
Şekil 4.37 Güncel haber sayfası arayüzü .....81
Şekil 4.38 Sözlük sayfası arayüzü.....81
Şekil 4.39 Profil, ayarlar, bildirimler ve mesajlar sayfası arayüzü .....82
Şekil 4.40 Farklı dil seçenekleri arayüzü.....83
Şekil 4.41 Farklı ülkelerdeki kullanıcıların platforma erişim verileri .....83
Şekil 4.42 Kullanıcılara ilişkin günlük ziyaret saati verileri.....84
Şekil 4.43 Kullanıcıların platforma aylık erişim verileri .....84

# TABLOLAR DİZİNİ

Tablo Sayfa

Tablo 2.1 IAU ve TAD'ın amaçları. ..... 10
Tablo 4.1 Etkinlikler ve tarihleri. ..... 40
Tablo 4.2 Öğretmenlerin astronomi eğitiminde karşılaştıkları zorluklar ve öneriler ..... 42
Tablo 4.3 Uygulama 1 ..... 53
Tablo 4.4 Uygulama 2 ..... 55
Tablo 4.5 Uygulama 3 ..... 56
Tablo 4.6 Uygulama 4 ..... 58
Tablo 4.7 Uygulama 5 ..... 59
Tablo 4.8 Uygulama 6 ..... 61
Tablo 4.9 Uygulama 7 ..... 63
Tablo 4.10 Uygulama 8 ..... 64
Tablo 4.11 Uygulama 9 ..... 66
Tablo 4.12 Güneş Sistemi'ndeki gezegenler ve uyduları ..... 70
Tablo 4.13 Gün isimleriyle gökcisimleri arasındaki ilişki ..... 71

# SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Kısaltmalar

| | |
|---|---|
| AÖS | Astronomi Öğretmen Seminerleri |
| ATÖ | Astronomi Tutum Ölçeği |
| BİLSEM | Bilim ve Sanat Merkezi |
| BİTOM | Bilim Toplum Merkezi |
| CCD | Charge Coupled Device |
| COSPAR | Committee on Space Research |
| DAY2009 | Dünya Astronomi Yılı 2009 |
| EC | European Commission |
| EGEÇEM | E.Ü Çocuk Eğitimi Uygulama ve Araştırma Merkezi |
| EPO | Education and Public Outreach |
| ESA | European Space Agency |
| ESERO | European Space Education Resource Office |
| ESO | European Southern Observatory |
| FENÖDER | Fen Öğretmenleri Derneği |
| FLL | FIRST® LEGO® League |
| GAIA | Global Astrometric Interferometer for Astrophysics |
| GENSO | Global Educational Network for Satellite Operations |
| GSM | Global System for Mobile Communications |
| HTML | Hyper Text Markup Language |
| IAU | International Astronomical Union |
| IDL | Interactive Data Language |
| IRAF | Image Reduction and Analysis Facility |

| | |
|---|---|
| ISEB | International Space Education Board |
| IYA2009 | International Year of Astronomy 2009 |
| MEB | Milli Eğitim Bakanlığı |
| MySQL | My Structured Query Language. |
| NASA | National Aeronautics and Space Administration |
| NCIL | National Center for Interactive Learning |
| NRC | National Research Council |
| OAD | Office of Astronomy for Development |
| PHP | Hypertext Preprocessor |
| PISA | Programme for International Student Assessment |
| SMD | Space Mission Directorate |
| SSI | Space Science Institute |
| STAR_Net | Science-Technology Activities and Resources For Libraries |
| STEM | Science, Technology, Engineering, Mathematics |
| TAD | Türk Astronomi Derneği |
| TIMSS | Trends in International Mathematics and Science Study |
| TUG | TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi |
| TÜBİTAK | Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu |
| TÜBİTAK-UZAY | TÜBİTAK Uzay Teknolojileri Araştırma Enstitüsü |
| UNESCO | United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization |

# 1. GİRİŞ

Tarihin başlangıcından beri geçen uzun süreç içinde astronomi, insan hayatında oldukça önemli bir rol oynamıştır. Evrenin eşsiz güzelliği, insanları etkilemekte ve dolayısıyla merak uyandırmaktadır. İnsanlar yüzyıllar boyunca büyük okyanuslarda yol alabilmek, ürünlerini ne zaman ekip biçeceklerine karar verebilmek, canlılığın dünyaya nereden ve nasıl geldiği konusundaki sorulara cevap bulmak için gökyüzünü incelediler. Özellikle gökcisimlerinin hareketlerini takip ederek yapacakları birçok işi gökyüzüyle koordineli olarak planladılar. Astronominin pratik uygulamaları olarak kullanılan takvim ve saat bunun en güzel örneğidir (Percy, 2006).

Astronomi en eski bilimlerden biri olsa da yapılan yeni keşifler ve uzay çalışmaları ışığında sürekli kendini yenilemekte ve neredeyse farklı her disipline yeni çalışma alanları kazandırmaktadır (Tunca, 2002). Geçen yüzyılda yapılan astronomi ve uzay bilimleri çalışmalarıyla birlikte astrofizik, astrokimya, astrobiyoloji, astroarkeoloji, astrojeoloji ve uzay madenciliği vb. gibi yeni disiplinler arası alanların ortaya çıkmasını sağlamaktadır (IAU, 2012).

Astronominin inceleme alanları, kullanılan teknolojinin de sürekli ilerlemesiyle genişlemektedir. Uzayın derinliklerini keşfetmek için farklı dalgaboyu aralıklarında ve geniş çözümlemelerle yapılan çok sayıda gözlem ve araştırma, evren hakkındaki anlayışın ufuklarını da genişletmektedir. Evren hakkında hızla artan bilgiye rağmen bilginin farkında olma ve bilgiyi değerlendirme gücü paralel bir artış göstermemektedir. Bilgi ve bilginin değerlendirilmesi arasındaki bu boşluğu kapatmak için birçok ülke, gelişen teknolojinin şekillendirdiği yeniçağa ayak uydurabilmek adına 21. yüzyıl becerilerini yeni nesillere kazandırmak amacıyla yeni eğitim yaklaşımları geliştirmeye başladı. Bütün bilimlerin disiplinler arası bir şekilde entegre edildiği ve iç içe girdiği bu eğitim yaklaşımlarının başında STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) gelmektedir (Borne et al. 2009).

Bilim, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (STEM), modern toplumlar için kritik bir öneme sahip disiplinlerdir. STEM disiplinleri fiziksel çevremizi

anlamamıza, analiz etmemize, tasarlamamıza, ilerleme sağlamamıza ve özellikle yaşam kalitemizi artırmamıza olanak tanır. Ekonomik hedefleri yönlendirmek, yeniliği desteklemek ve gelecekteki refahın temellerini sağlamak için STEM alanlarında gelişme sağlamak oldukça önemlidir. Ülkeler genellikle iklim değişikliği, sürdürülebilirlik, enerji ve gıda güvenliği gibi önemli küresel konular hakkında bilgili ve kendi kararlarını alabilen bilim ve teknoloji okuryazarı bireylere ihtiyaç duyar. Bu nedenle birçok ülke, büyük ölçüde gelecekteki STEM alanlarında oluşacak olası eksiklikler konusunda endişelenmektedir (Langen and Dekkers, 2005).

Her ne kadar bireylerin bilim ve matematik konularıyla ilgili bilgisi olsa da büyük çoğunluğunun STEM alanlarına ilgisi oldukça az durumdadır. Bu nedenle, STEM eğitiminin başarılı bir şekilde uygulanmasının önündeki engellerin aşılması ve azaltılması gerekmektedir. STEM disiplinlerine olan ilginin azalmasının genel sebepleri ise nitelikli STEM öğretmenlerinin az sayıda olması, STEM alanlarında araştırma iş birliğinin azalması, bu alanlarda yatırım ve teşvik eksikliğidir (Ejiwale, 2013). Gelişmiş ülkelerde bu engellerin önüne geçmek amacıyla yöneticilerin desteğiyle oluşan başarılı ortaklık girişimleri oluşturularak bilim ve matematikte yenilikçi yaklaşımlar kullanılmaktadır. Örneğin, Sputnik'in yörüngeye yerleştirilmesinden bu yana son dönemde ilk defa eğitimciler ve yöneticiler, ABD'nin küresel ekonomide üstünlük kazanması için STEM yaklaşımı ve eğitiminin değeri konusunda hemfikir olmuşlardır (Barakos et al., 2012). Bu sayede çok sayıda yeni teknoloji ve ürün geliştiren ABD, sağlam teknolojik desteklerle hızlı bir büyüme kaydetmektedir. Öte yandan Singapur, Çin, Japonya, Kore, İngiltere ve Rusya gibi birçok ülke bilimde ABD'den daha yüksek puanlara sahiptir fakat bu ülkeler de farklı alanlarda büyüme göstermektedirler. Zhou (2010)'a göre bu ilerlemenin yönünü belirleyen faktör STEM alanlarına verilen önem ve bu alandaki kişilerin tam donanımlı olarak yetiştirilmesidir. Çünkü bu kritik disiplinlerin, STEM dışındaki diğer alanlara kıyasla üretim, ekonomik kalkınma, bilimsel farkındalık ve 21.yy becerilerini geliştirme üzerinde daha büyük bir etkisi bulunmaktadır. Bu nedenle birçok gelişmiş ve gelişmekte olan ülke, eğitim programlarını STEM odaklı olarak güncelleme ihtiyacı duymaktadır.

Bu bağlamda çok disiplinli yapısıyla dikkatleri üzerine çeken astronominin en önemli toplumsal işlevlerinden biri olan bilim ve teknolojiyi çocuklara tanıtmak ve sevdirmek için eğitimde bütünsel düşünmeyi sağlayabilen mükemmel bir araç olması ön plana çıkmaktadır. Okul öncesi dönemden itibaren bireylerde bilimsel süreç becerilerini geliştiren, bilimsel düşünme, araştırma, sorgulama, kıyaslama ve gözlem yapmaya özendiren en etkili yollardan birinin de doğru ve güvenilir astronomi eğitimi olduğu görülmektedir (Taner vd., 2017a). Yapılan çalışmalarda da astronomi eğitiminin sadece sınıf ortamında değil, kitap ve dergilerle, radyo ve televizyon programlarıyla, astronomi kulüpleri ve amatör topluluklarla, atölye ve kamplarla, internet ve sosyal medya gibi pek çok yerde sorgulamaya dayalı ya da etkinlik temelli olarak verilmesinin geleneksel ders kitaplarından daha etkili olduğu bilinmektedir. Bu durum, okul öncesinden üniversiteye kadar her seviyede geçerli olmasına rağmen geleneksel öğretme ve öğrenme yöntemleri dünyanın birçok yerinde her seviyede uygulanmaya devam etmektedir (Percy, 2006).

Astronomi ve astronomiyle bağlantılı diğer alanlar, temel soruları cevaplamak ve yenilikleri kullanmak için bilim ve teknolojiyi ön planda tutar. Bu çerçevede Uluslararası Astronomi Birliği (IAU)'nin gelişmekte olan ülkelerde astronomi, astronomi çalışmaları ve astronomi eğitiminin teşvikine yönelik stratejik bir vizyon sunduğu 2010-2020 stratejik planı üç temel alana odaklanmaktadır;

- Teknoloji ve beceriler
- Bilim ve araştırma
- Kültür ve toplum

Dünyadaki tüm çocuklara astronomi ve evren hakkındaki bilgiyi ulaştırmayı hedefleyen IAU bu kapsamda, 2020-2030 stratejik planında önümüzdeki on yıllık stratejik hedeflerini ise dünya çapında amatör ve profesyonel astronomlar arasında haberleşmeyi ve astronominin yaygınlaştırılmasını sağlamak, her ülkede astronomi alanının kapsayıcı gelişimini desteklemek, gelişim ve kalkınma için bir araç olarak astronomi kullanımını teşvik etmek ve astronomiyi halka ulaştırmak olarak belirtmektedir (IAU 2019).

STEM yaklaşımı, doğuşundan uygulanma aşamalarının gelişimine kadar her anlamda astronomi ve uzay bilimlerinden beslenmektedir. Teknolojiyi en iyi şekilde kullanması ve geliştirmesinden dolayı disiplinler arası bir alan olarak astronomi ve uzay bilimleri, doğası gereği STEM'in en geniş uygulama alanını oluşturmaktadır. Bu tezde, astronomi ve uzay bilimleri alanını STEM'in odak noktasına getirip ön plana çıkartarak bilim eğitimi uygulamalarının daha geniş kitlelere ulaştırılması ve bu alana yönelik ilgiyle tutumun STEM yaklaşımıyla koordineli olarak artırılması hedeflenmektedir ve bu hedefleri içeren disiplinler arası astronominin örnek bir uygulaması sunulmaktadır.

Bu kapsamda STEM yaklaşımı kullanarak yaptığımız çalışmalarla, bireylere astronominin önemini yüzyüze ve çevrimiçi olarak aktarmak mümkün hale gelmektedir. Böylece bireylerin yaşayarak, deneyerek ve gözlem yaparak keşfetmelerine olanak sağlanıp günlük yaşamda karşılaştıkları bazı problemlerin çözümünde astronomiyle ve diğer temel bilimlerle doğal bir bağ kurarak çözüm üretmeleri desteklenir. Eleştirel bakış açılarıyla düşünme ve problem çözme becerileri geliştiren bireylerin, iş birliği sağlama, sosyal etkileşim kurma, bilimsel verilere ulaşıp analiz yapma, merak etme ve hayal kurma gibi 21. yüzyıl becerilerine de katkı sunarak, onların doğal meraklarını bilimsel düşünme yöntemi içeren uygulamalarla harmanlayıp bu alanda yenilikçi fikir, prototip ve proje geliştirebilmelerine olanak sağlanır. Böylece bireylerin fiziksel, entelektüel ve kültürel dünyalarını zenginleştiren bir ortam geliştirilir. Bireylerin astronomiye yönelik ilgi ve tutumun artırılmasının yanı sıra, toplumun genelini bilimsel yöntemler eşliğinde bilinçlendirerek astronomiye karşı yanlış bilgi ve önyargıları ortadan kaldırmak amacıyla disiplinler arası bir basamak oluşturulması da beklenmektedir.

# 2. DİSİPLİNLERARASI ASTRONOMİ VE STRATEJİK PLANLAR

Bu bölümde disiplinler arası astronominin genel yapısı, günlük yaşamda astronominin kullanıldığı alanlar ve örnekleri, ulusal ve uluslararası kuruluşların stratejik planlarında yer alan astronomi, disiplinler arası astronomi ve astronomi eğitimiyle ilgili olarak yapılan çalışmalar üzerinde durulmuştur.

## 2.1 Disiplinler Arası Astronomi

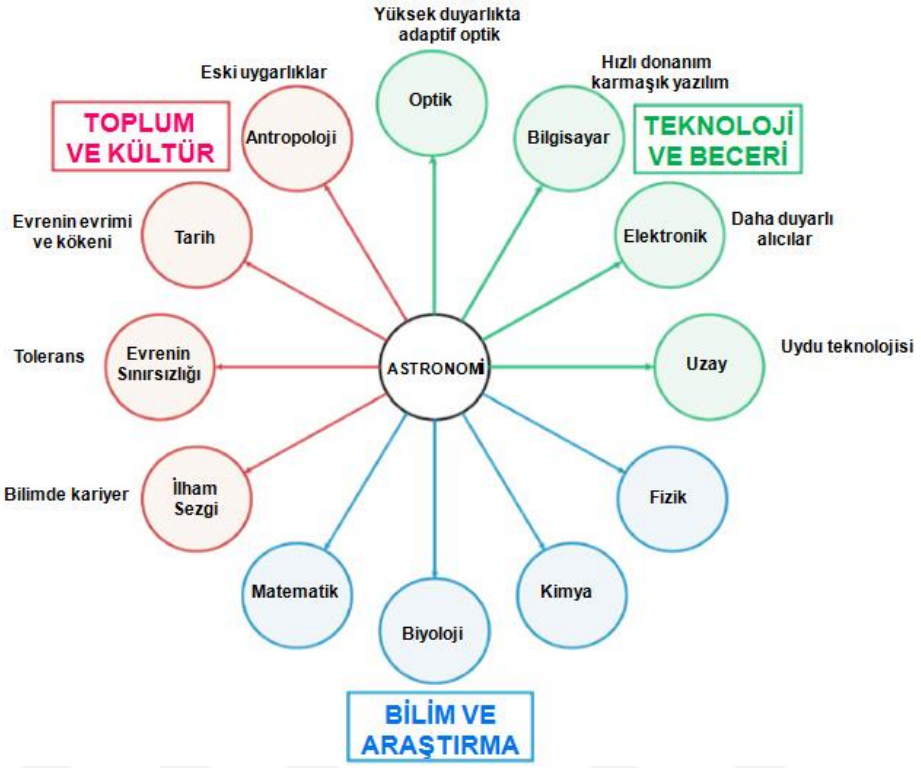
İlk doğa bilimlerinden olan ve kökleri oldukça eski çağlara dayanan astronominin bütün bilim dalları arasında oldukça özel ve önemli bir yeri bulunmaktadır. Astronomi kelimesinin kökeni de yunanca yıldız anlamına gelmekte olan "astron" kelimesiyle kanun anlamındaki "nomos" kelimelerinin bir araya getirilmesine dayanmaktadır (Unat, 2003). Eski uygarlıklardaki dini, mitolojik ve kültürel uygulamaları barındıran kökleriyle astronomi, antik çağlara kadar uzanmaktadır. Yapılan arkeolojik kazıların sonucunda ortaya çıkarılan aletler, taşlar ve mağara duvarlarına çizilen resimler de dahil olmak üzere ilkel dönemden günümüze kadar insanların hayatında astronominin önemli bir rol oynadığı görülmektedir. İnsanlar bazen gök olaylarından korktukları için bazen de bu olayları kullanarak gündelik hayatlarını düzenlemek için astronomiyi kullandı. Örneğin; ilk çağlarda insanlar takımyıldızları ve Güneş Sistemi'ndeki gökcisimlerine tanrısallık atfetmiş ve kader gibi inançlarını da gökyüzündeki değişikliklere bağlamışlardır (IAU, 2010).

Astronomi; Güneş, Güneş Sistemi, gezegenler, cüce gezegenler, uydular, asteroitler, kuyrukluyıldızlar, yıldızlar, gökadalar ve evrendeki büyük küçük birçok gökcismini ve bu gökcisimleriyle bağlantılı olan olayları inceleyen bir bilim olarak en eski bilimler arasındadır (Pena and Quilez, 2001). Astronomi, gökyüzündeki cisimlerin gözlemini yapar, hareketlerini ve özelliklerini analiz ederek tüm gökcisimleri ile ilgili yapılan çalışmaları kapsar. Bu alanda en küçük ölçekteki atom altı parçacıkların etkilerinden en büyük ölçekteki evren görüntüsüne kadar gerçekleşmiş, şu an sürmekte olan ve gerçekleşecek tüm olayların çalışılması mümkündür. Evren (2005)'e göre astronomi gökyüzünün

gizemini açıklarken yaşadığımız gezegenin kökeni ve insanın evrimine de ışık tutmaktadır. Çünkü, astronomi en küçükten en büyüğe kadar evrenin yapı taşlarıyla ilgilenir. Günümüzde teknolojinin hızlı bir şekilde ilerlemesiyle hem astronomi hem de teknoloji alanında büyük adımlar atılmaktadır. Örneğin, özel amaçlar için kullanılan teleskoplar, teleskop ağları ve uydular sayesinde yıldızımız Güneş de dahil olmak üzere birçok gökcismi daha ayrıntılı ve hassas olarak gözlenip çalışılabilmekte, onların fiziksel ve kimyasal yapısının yanında evrimleri de araştırılabilmektedir. Hatta son dönemde dünyanın dört bir yanına yerleştirilmiş geniş radyo teleskop ağları sayesinde milyonlarca ışıkyılı uzaklıktaki eliptik bir gökada olan Messier 87'nin ortasındaki süper kütleli kara deliğin görüntüsünü, astronomiyle birlikte gelişen bu teknolojinin yardımı ve bilgisayar yazılımlarıyla işleyerek elde etmek mümkün hale getirildi. Bu durum astronomide yeni keşiflerin sağlanması için teknolojinin ne ölçüde ve nasıl kullanıldığının da bir göstergesi durumundadır (Landau, 2019).

Astronomlar, yirminci yüzyıl boyunca her ne kadar birbirlerini tamamlayan alanlar olsa da "Gözlemsel Astronomi" ve "Kuramsal Astronomi" olarak iki ana dala ayrılarak çalışmalarını sürdürdü. Gözlemsel astronomi, gökcisimlerinin gözlemlerinden elde edilen veri üzerine odaklanıp fiziğin temel prensip ve yöntemlerine göre bu veriyi analiz ederken; kuramsal astronomi, gökcisimlerini ve gök olaylarını tanımlayabilmek için analitik modeller geliştirmektedir. Gözlemsel sonuçların açıklanabilmesi için kuramsal astronomiye, kuramsal sonuçların da onaylanabilmesi için gözlemsel verilere ihtiyaç duyulmaktadır. Şimdiki bazı astronomi çalışmaları da araştırmacıları "Evrenin bir sonu var mı?", "Evren tek mi?" ve "Evrenin başka bölgelerinde de hayat var mı?" gibi daha birçok yanıtlanmamış merak dolu sorularla karşı karşıya getirdi. Bu soruları sormak eski zamanlardan beri insan olmanın temel bir parçasıdır ve günümüzde de bu soruların cevaplarını aramak önemini hiç yitirmedi. Çünkü astronomi, insanların gökcisimlerini ve hareketlerini anlama merakıyla ortaya çıkan, temel bilimleri kendi bünyesinde barındırarak bilimsel araştırmalara yön veren, toplum, bilim ve kültür arasında geçmişten günümüze bir bağ kuran, geleceğin teknolojilerini geliştiren disiplinler arası bir bilimdir (Trumper, 2006; Rosenberg et al., 2014; Stavinschi and Mureşan, 2014; Taner vd., 2017a). Astronomlar da sadece evren hakkında merakımızı gidermek ve bilgilerimizi ilerletmek için değil,

aynı zamanda diğer bilim alanları ve teknolojide de gelişebilmemiz için bilimsel çalışmalarına diğer bilimlerle disiplinler arası ilişkiler de kurarak devam etmektedir (Bkz., Şekil 2.1).




**Şekil 2.1.** Astronominin bilim ve araştırma, teknoloji ve beceri, toplum ve kültür açısından diğer disiplinlerle olan bağlantısı (IAU, 2012; Stavinschi and Mureşan, 2014).

Astronomi sadece disiplinler arası bağ kurduğu alanlarla değil günlük hayatımızla da daima iç içedir. Gelişmiş ülkelerin birçoğunda astronomi ve uzay bilimleri için geliştirilen teknoloji, yazılım ve hızla artan bilgi birikimi diğer alanlarda, örneğin endüstri, iletişim, havacılık, enerji üretimi, tarım, tıp ve uzaktan algılama yöntemlerindeki gelişmelere öncülük etmektedir (Aslan, 2010). Astronomi, CCD'lerin geliştirilmesiyle başlayan süreç sonrasında görüntü işleme teknikleri, uydu iletişim teknikleri, robotik ve yapay zeka gibi bilim ve teknolojideki gelişmelerle de geniş çapta teknoloji dönüşümünü sağlamaktadır. Örneğin CCD'lerin geliştirilmesi ve kullanımı, NASA'nın Hubble Uzay Teleskobu üzerinde süper duyarlı CCD teknolojisini kullanma kararı ile hızla yaygınlaştı ve birkaç yıl içinde, sadece teleskoplarda değil aynı zamanda birçok kişinin kişisel kameralarında, web kameralarında ve akıllı telefonlarında kullanıldı

(Rosenberg et al., 2014). Bununla birlikte astronomi ve diğer disiplinlerin katkılarıyla hızla gelişen bilgisayar bilimleri, astronomi araştırmalarıyla teknolojik gelişmeler arasındaki ilişkinin en somut örneklerini sunmaktadır. Astronomide daha büyük ve daha gerçekçi simülasyonların gerekliliği, çok daha büyük verilerin kullanımı, karmaşık veri işleme ihtiyacı, daha hızlı ve daha güvenilir bilgisayar sistemlerinin geliştirilmesini güçlü bir şekilde ortaya çıkardı. Ayrıca bu sayede tıbbi teşhis ve tedavilerde, endüstriyel işlem kontrolünde ve güvenlik alanlarında kullanılan görüntüleme algoritmalarının gelişimini de sağladı (Bode et al., 2008). Örneğin, otomotiv sektöründe araba kazalarından gelen verileri analiz etmede, enerji ve petrol sektöründe ise petrol alanları etrafındaki örnekleri analiz etmek için astronomi araştırmalarında geliştirilip kullanılan Interactive Data Language (IDL) programlama dili kullanıldı (Rosenberg et al., 2014). Öte yandan yapay uydu ve teleskopların geliştirilmesiyle birlikte savunma alanında bilgi edinme için uzay teleskopları teknolojilerinden yararlanıldı. Yine astronomi araştırmaları için geliştirilmiş bir yazılım olan Image Reduction and Analysis Facility (IRAF), GSM şirketleri tarafından bilgi işlem sistemlerinin analizinde kullanıldı (Rosenberg et al., 2014). Bir başka örnek olarak, Ay'ın toprak analizini yapmak için kullanılan bir gamma ışın spektrometresi, tarihi yapıların yapısal durumunu ve kırılgan mozaiklerin durumlarını kontrol için bir yöntem olarak kullanıldı (NRC, 2010). Bunlar diğer alanların gelişmesine yol açtığı gibi, astronominin günlük hayatımızda oluşturduğu etkinin de somut örneklerinden sadece birkaçıdır. Bu örneklerin yanı sıra astronomi çalışmaları; tarım, denizcilik, mimari, adli araştırmalar, iklim araştırmaları, hava tahminleri ve daha birçok konuda da önem taşımaktadır (IAU, 2012).

Astronominin hem günlük yaşantımızda hem de disiplinler arası çalışmaların tam göbeğinde yer aldığı görülmektedir. Dolayısıyla astronomi biliminin teknolojiden faydalandığı ve onu ileriye taşıdığını söylemek mümkündür. Astronominin bu gelişimiyle birlikte astroarkeoloji, astrobiyoloji, astrojeoloji, astrokimya, astroinformatik, astronavigasyon, etnoastronomi, uzay hukuku, uzaktan algılama, asteroit ve uzay madenciliği vb. gibi disiplinler arası alanları ortaya çıkmaktadır. Disiplinler arası çabalarla oluşan, bilgi bakımından zengin, büyük veri yapılarına sahip ve oldukça geniş araştırma sahaları olan bu

alanlar, zamanla tek başlarına çalışma alanlarını ortaya koyarak astronominin alt alanlarını da oluşturmaktadır (Borne et al., 2009).

### 2.2 Stratejik Planlar ve Vizyonlar

Oluşturulan herhangi bir strateji yalnızca somut eylemleri yerine getirmek şeklinde değil aynı zamanda genel bir ifadeyle belli bir zaman aralığında birbirinden farklı olarak çeşitlendirilmiş hedeflerin belirlenen bir alan doğrultusunda iyileştirilmesi şeklinde de görülmektedir. Çoğunlukla, bu şekilde hazırlanan stratejilerin üzerinde durduğu genel hedeflerin yazılı bir biçimi kurum ve kuruluşların resmi web sayfalarında bulunmaktadır ve bu stratejilere kolaylıkla ulaşılabilmektedir. Bilim eğitimini, dolayısıyla astronomi eğitimini de geliştirmek için oluşturulan stratejiler içindeki tetikleyici gücün kaynağı, temel bilimler ve bağlantılı mesleklere karşı azalan ilgi, uzman araştırmacı, teknikerlere duyulan ihtiyaçlar ve ekonomik olarak rekabet edemez duruma gelme endişesi gibi durumların olduğu ifade edilmektedir (Eurydice, 2011).

Bu açıdan bakıldığında disiplinler arası astronomiyi ve astronomi eğitimini de kapsayan ulusal ve uluslararası kurum ve kuruluşlar tarafından hazırlanan stratejik planlar ve vizyonlar, ileriye dönük yapılacak bilimsel çalışmalar, bilim eğitimi ve sürdürebilirlik için önem teşkil etmektedir.

#### 2.2.1 IAU ve TAD DAY2009 vizyonu

Uluslararası Astronomi Birliği (IAU) ve Birleşmiş Milletler Eğitim, Bilim ve Kültür Örgütü (UNESCO)'nün desteğiyle Birleşmiş Milletler (UN) tarafından, 1609'da gözlem yoluyla evreni tanımanın kapılarını açan İtalyan astronom, fizikçi, mühendis, filozof ve matematikçi olan Galileo Galilei'nin teleskobu gökyüzüne çevirerek araştırma amaçlı kullanmasının dört yüzüncü yıl dönümü olan 2009 yılı, "2009 Dünya Astronomi Yılı (DAY2009)" olarak ilan edildi. Ünlü bilim insanı Galileo Galilei'yi anma çerçevesinde bilimsel düşünme yöntemini, gözlem ve deneylere bakarak öğrenmeyi toplumun da gündemine getirmek, bilim eğitimini desteklemek, bilimin gündelik hayatımızdaki etkisini sorgulamak, bilimsel bilginin halka güvenilir bir şekilde aktarılarak eşitlikçi ve barışçıl bir

toplum altyapısını oluşturmak ve insanların astronomiye karşı oluşan bu doğal merak duygusunu dürterek gökyüzünü yeniden keşfetmesine olanak sağlamak amacıyla ve *"Evren sizi bekliyor"* sloganıyla DAY2009 vizyonu sunuldu. DAY2009 vizyonu benimsenerek beklentilerin oldukça ötesinde bir katılımla Türkiye'de de gerçekleştirildi. Yapılan etkinlikler IAU'nun bir üyesi olarak Türk Astronomi Derneği (TAD) tarafından yürütüldü. TAD ve birçok üniversite, okul, sivil toplum kuruluşu, astronomi kulübü, müze, bilim merkezi oluşturulan iş birlikleri sayesinde astronomiyle mümkün olduğunca çok insanı meşgul etme ve astronomiye olan ilgiyi artırma çabasına katıldı (TAD, 2008; 2009). Tablo 2.1'de IAU ve TAD'ın amaçlarının büyük ölçüde birbiriyle örtüştüğü de görülmektedir.

**Tablo 2.1** IAU ve TAD'ın amaçları.

| IAU'nun amaçları (IAU, 2019) | TAD'ın amaçları (TAD, 2019) |
|---|---|
| Astronomi alanındaki bilginin geliştirilmesi ve yayılması için dünyadaki profesyonel astronomlar arasında iletişim ve koordinasyonunun sağlanmasına öncülük eder. | Astronomi ve astronomiyle ilgili diğer bilimsel alanların gelişmesini ve ülke genelinde yaygınlaşmasını sağlamaya çalışır. |
| Her ülkede astronomi ve astronomiyle bağlantılı olan tüm alanların kapsayıcı bir şekilde ilerlemesini teşvik eder. | Ülkedeki teknolojik ve iktisadi kalkınmada astronominin ve Türk astronomlarının katkılarının teşvik edilmesini, değerlendirilmesini ve arttırılmasını sağlar. |
| Gelişme ve kalkınma için astronominin bir araç olarak kullanımını destekler. | İlköğretim, ortaöğretim ve yükseköğretim seviyelerinde astronomi eğitiminin çekiciliğini, etkinliğini ve verimini arttırmak için çabalar ve destek olur. |
| Bilgiye erişim ve astronomi biliminin iletişimiyle halkın astronomi ile buluşmasını sağlar. | Benzeri amaçlarla kurulmuş, ya da kurulacak olan ulusal ve bakanlar kurulundan gerekli izni aldıktan sonra, uluslararası derneklerle iş birliği sağlar. |
| Her seviyede eğitim ve öğretim için astronomi kullanımını teşvik eder. | Astronomi ve uzay bilimleri alanında üyelerine ve topluma yönelik kitap, dergi, bilgisayar yazılımı, bilimsel içerikli görsel materyaller vb. yayınlar. |

Bu vizyon ve amaçlar doğrultusunda tüm dünyada astronomi ve bağlantılı diğer alanlarda üretilen bilimsel sonuçların ve sonuçlara kolayca erişilebilmesi için gerekli olan araştırma ve eleştirel düşünme yöntemlerinin halka paylaşılmasıyla bilimsel farkındalığın arttırılmasına yönelik birçok çalışmalar yapıldı. Astronominin ilgi çekiciliği ve gökyüzü gözlemleri sayesinde temel bilimlerin sağladığı evrensel bilgiye erişim olanağını kolaylaştırıldı. Uluslararası iş birlikleri teşvikiyle astronomi toplulukları oluşturuldu. Farklı seviyelerdeki okullarda bilim eğitimi, müzeler, gözlemevleri, gezegen evi ve bilim merkezleri aracılığıyla iyileştirilip desteklendi. Küresel ve bölgesel etkinlikler yardımıyla amatör astronomlar, eğitimciler ve bilim insanlarını bir araya getirecek iletişim ağları oluşturuldu. Bilim insanları arasındaki cinsiyet dengesi farkındalığı oluşturuldu. Işık kirliliğine karşı halk bilinçlendirildi. Bunların yanında kültürel ve doğal mirasın korunması amacıyla iş birlikleri gerçekleştirildi (IAU, 2010).

2009 yılı boyunca öğrencilere ve halka yönelik birbirinden farklı etkinlikler düzenlendi. Halka açık olarak düzenlenen organizasyonlara birçok kişi katıldı. Örneğin; çocuklarda astronomiye ve bilime olan merak ve ilgi geliştirmeyi amaçlayan "Evreni anlayalım", bilimdeki cinsiyet eşitsizliğine astronomi alanından başlayarak son vermeyi amaçlayan "Kadın Astronomlar", ışık kirliliğiyle mücadeleyi hedefleyen "Karanlık Gökyüzü Farkındalığı" ve gökyüzü gözlemlerinin sürekliliğini sağlamayı amaçlayan "100 Saat Astronomi" ana başlıkları altında etkinlikler gerçekleştirildi. Bu etkinliklerin yanı sıra öğretmenlere yönelik onların astronomi konularında gelişimini amaçlayan "Galileo Öğretmen Eğitimi Programı" 2008 yazında Ege Üniversitesi Amatör Astronomi Yaz Okulu'nda başladı. Bu ilk eğitim için Ege Üniversitesi Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü'nün gözlemevinde yapılan halka açık yaz okulu programının bir dönemi öğretmenlere ayrıldı. Ege Üniversitesi Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü'nün akademisyenleri, lisansüstü ve lisans öğrencileri tarafından yıllardır astronomi yaz okullarında, her meslekten meraklılar için geliştirilen ve uygulanan ders ve gözlem programları Galileo Öğretmenleri'ne de uygulandı (TAD, 2009; Alpar, 2010).

DAY2009 sonrasında Türkiye'deki astronomi etkinliklerinde gözle görülür bir şekilde artış oldu, birçok yerde etkisi yüksek ve ilgi gören şenlikler,

teleskoplarla gündüz ve gece gözlemleri, seminer ve konferanslar gerçekleştirildi. Bu etkinliklere Türkiye'nin her yerinden eğitimciler büyük ölçüde ilgi gösterdi, katıldı ve katkı sundu. Ayrıca, Milli Eğitim Bakanlığı ile potansiyel bir iş birliği içinde astronomiyi müfredata entegre etmek için devam eden bir çaba gösterildi. Astronominin hemen her bireyde merak oluşturan bir alan olması ve bilinen en eski bir bilim dalı oluşu da bu etkinliklerin verimliliğini yüksek ölçüde arttırdı (Taner vd., 2017b).

### 2.2.2 IAU stratejik planları

Evrendeki bilgiye erişimin tüm insanların bir hakkı olduğuna, sürdürülebilir bir küresel kalkınma ve gelişim için astronomi kullanımını yaygınlaştırması gerekliliğine, DAY2009'un bir sıçrama tahtası olarak kullanılmasına karar verilerek IAU tarafından, on yıllık IAU 2010-2020 Stratejik Planı hazırlandı. Oluşturulan bu stratejik plan ile IAU, teknoloji, bilim ve toplum arasında bir köprü oluşturarak astronominin tüm dünya üzerindeki gelişmeye önemli katkılarda bulunabileceğini ve bu süreci diğer disiplinlerle kurulacak olan bağlantılar eşliğinde yönlendirme stratejisinin ana hatlarını ortaya koydu. Bütün ülkelerin uluslararası ölçekte astronomi araştırmalarına ve etkinliklerine bir seviyede katılması planlandı.

Bu stratejik plan ile gelişmekte olan ülkelerde astronomi ve bilim ilgisini artırmak için büyük bir girişim ortaya konulmuştur. Bilimsel sonuçların elde edilmesi için gerekli olan en ileri teknoloji ile bağlantılı konulara ağırlık verilmesi kararlaştırıldı. Hedef kitle ilköğretim, ortaöğretim, yükseköğretim, araştırma eğitimini ve halka açık üyeler şekilde belirlendi. Dünyadaki tüm bireylerin astronomi ve evren hakkındaki bilgiye erişmesine olanak sağlayacak etkinlikler desteklendi. İlköğretim ve ortaöğretim seviyelerinde eğitim gören olabildiğince çok çocuğun eğitimine yardımcı olacak şekilde astronominin herkese ulaştırılması için ortak bir çaba gösterildi. Tüm bu hedef kitleye yönelik etkinlikleri içeren entegre bir stratejik yaklaşım oluşturulmasının gerekliliği, internetin kullanımı ve eğitim için robotik teleskopların kullanılması, astronomide kullanılan diğer araçlar ve yazılımların da etkili bir eğitim aracı olabileceği, web ve mobil platfomlar gibi yeni araçların oluşturulmasının önemi vurgulandı (IAU, 2012).

IAU OAD (Office of Astronomy for Development) faaliyetleri çerçevesinde özellikle gelişmekte olan ülkelerde desteklenen, astronomi öğretmen programlarının geliştirilmesi, ulusal ya da bölgesel astronomi okullarının kurulması, astronomi eğitimi için araştırma ekipmanı ve laboratuvar uygulamalarının artırılması, eğitim ve teknik tavsiyeler vermek için üniversitelerde veya enstitülerle iş birliğinin kurulması, üniversiteleri ziyaret ederek astronomi aletlerini kullanan uzmanların yanında staj imkanlarının oluşturulması, her seviyede astronomi kurslarının ve uygulama alanlarının geliştirilmesi gibi birkaç program örneği bulunmakta ve teşvik edilmektedir. IAU tarafından astronomi eğitiminin çok az ya da hiç olmadığı okullarda tanıtımına ve bu konunun eğitimsel gelişim seviyesine olumlu bir şekilde yansıdığına dikkat çekilmektedir. Erken çocukluktaki gelişim evresindeki çok küçük çocuklar için eğitim atölyeleri, sınıf kaynakları geliştirme, okullarda astronomi kulüpleri oluşturmak gibi programlar da bu gelişime katkı sağlamaktadır (Guinan and Kolenberg, 2012; Russo and Gomez, 2012).

IAU, kuruluşunun 100. yılı olması sebebiyle *"Aynı Gökyüzü Altında Geçen 100 Yılı Birlikte Kutlayalım"* sloganıyla DAY2009'da olduğu gibi dünya üzerinde 2019 yılı boyunca birçok astronomi etkinliğin yapılması için çağrıda bulundu. "100 Saat Astronomi" etkinlikleriyle başlayan organizasyonun "Einstein Okulları", "Astronomi Dünyasındaki Kadınlar ve Kızlar Günü", "Herkes İçin Karanlık Gökyüzü" ve "İlham Veren Yıldızlar" gibi etkinliklerle sürdürülmesi planlandı. Bu süreçte IAU tarafından 2020-2030 stratejik planının özeti yayınlandı ve planda önümüzdeki on yıl için amaçlar belirtilirken, 2010-2020 stratejik planının ve IAU'nun 100. yılında yapılan etkinliklerin bir sıçrama tahtası olarak kullanılması hedeflendi. Bu yeni stratejik planla birlikte, uzman astronomlar arasında bilginin paylaşımını kolaylaştırmak, profesyonel düzeyde diğer alanlarla etkileşime geçmek, astronominin ilerlemesinde kapsayıcılık ve sürdürebilirliği teşvik etmek, yeni nesil astronomlar ve bilim insanlarının ilerlemesini hızlandırmak ve astronomiyi kullanarak küresel gelişmeyi sağlayarak halkı bilinçlendirmek konusunda öncelikler belirlendi. Böylece IAU, önümüzdeki yıllar için bu faaliyetleri daha da güçlendirerek kapsayıcı bir astronomi topluluğunun sağlanmasını da amaçlamaktadır. Vizyonunu sürdürülebilir bir hale dönüştürmek ve diğer disiplinlerle kurulan köprüyle astronomiyi daha da ileriye taşımak için

“www.astro4dev.org” web sayfası aracılığıyla yapılan çağrıyla IAU, birlikte çalışmayı da vurgulamaktadır (IAU, 2019).

### 2.2.3 ESA 2015-2025 vizyonu

Astronominin disiplinler arası karakteri sayesinde bilimsel olarak teknolojinin ilerlemesi ve belirlenen hedeflere ulaşılması için Avrupa Uzay Ajansı (ESA)’nın eğitim programlarının amacı, bilim ve teknoloji okuryazarlığı geliştirmek, astronomi ve uzay bilimleri sayesinde gençlerin projelere aktif katılımını sağlamak, 21. yüzyıl becerilerini kazandırmak ve yetenekli işgücünü desteklemektir (Duvaux-Béchon and Messina, 2002).

Astronomi ve uzay bilimleri eğitimindeki tüm eylemlerin tutarlı bir şekilde tanıtılması ve açıklanması ESA sözleşmesine göre zorunlu faaliyetlerinden biridir. Günümüzde bunun gerçekleştirilebilmesi için mevcut en etkili araçlardan biri de kuşkusuz internettir. Avrupa'daki astronomi ve uzay bilimleriyle ilgili tüm faaliyetlere “www.esa.int/education” web sayfası aracılığıyla ulaşılabilmektedir. ESA’nın kurulmasından günümüze kadar geçen süreç içinde en önemli görevlerinden biri, halkı uzay alanındaki en son gelişmeler hakkında bilgilendirmek, gençleri bilim ve teknoloji alanlarında kariyer yapmaya teşvik edecek programlar geliştirmektir (Ockels and Duvaux-Béchon, 2001).

Uygulamalı projeler ile öğrencilerin, küçük uydular ve balonlar, roketler, parabolik uçuşlar ve küp uydular gibi çeşitli mikro yerçekimi platformlarında uçabilecek araçları tasarlamak ve geliştirmek için programların tüm yönlerine tam katılımını oluşturur. Bunlar genellikle proje ile ilgili atölye çalışmaları ve uzmanlar tarafından verilen eğitimi de içermektedir (Emma et al, 2008). Öğretmenlere sağlanan desteklerle son yıllarda ESA, eğitim uzmanları tarafından yönetilen, ulusal eğitim sistemleri ve ağlarına entegre olan, iletişim ve kaynak merkezlerinin kurulmasını öngören Avrupa Uzay Eğitim Kaynak Ofisi (ESERO) projesini de desteklemektedir. Ayrıca sosyal yardım girişimleriyle eğitimsel tanıtım faaliyetleri, projelerle öğrenciler ve öğretmenler arasındaki köprüyü oluşturmaktadır. Birçok ülkeden gençleri ve eğitimcileri bir araya getiren kurumsal eğitim programları geliştirmektedir. Bu programların amacı bilgi temelli

bir toplumun oluşturulmasına katkıda bulunmak ve nitelikli bir işgücünün varlığını sağlamak için uzun vadeli hedeflerle farklı yaş aralığındaki gençlerin bilim ve teknolojiye ilgi duyma ve bu ilgiyi farklı alanlardaki çalışmalarla sürdürmelerine yardımcı olmaktır. Belirli yaş grupları için tasarlanmış çeşitli etkinlikler düzenleyerek, eğitim topluluğunu bu gelişmelerden haberdar ederek, öğretmenlerin ve öğrencilerin öğrenme sürecine yardımcı olacak materyaller sağlanmakta ve bu çalışmalara devam edilmektedir (ESA 2005; ESA, 2019).

### 2.2.4 ESO Avrupa'da astronomi ve bilim vizyonu

Günümüzde Avrupa'da yapılan astronomi çalışmaları, küresel sahnede tamamen rekabetçi ve birçok alanda da ön plandadır. Astronomi, gençleri bilim ve teknoloji kariyer alanlarına çekmek için bir bütün olarak topluma bir faydası olan kanıtlanmış ve etkili bir araçtır. Genç ve yetenekli bireyler sıklıkla temel bilim disiplinlerinden etkilenmektedir ve bu temel bilimler içinde astronomi daha geniş bilimsel araştırmalar için bir basamak görevi görmektedir. Halk için gözlem etkinlikleri, amatör astronomi toplulukları ve koordineli lise eğitim projeleri bu ilgiyi desteklemektedir. Gelecekte bilimsel ve teknolojik becerilere sahip bireyleri istihdam etmek ve eğitmek gerekmektedir. Bu nedenle gelecek nesiller için gerçekçi bir yol haritasının kilit unsurlarından biri de bu ilgiyi daima sıcak tutmaktır (Zeeuw and Molster, 2007).

Avrupa'da bilim okuryazarlığını teşvik etmek, sağlıklı bir gelecek için ihtiyaç duyulan insan kaynaklarını sağlamak ve yeni Avrupa'nın güçlü genç nüfusunu bilime teşvik etmek için çeşitli faaliyetler ve astronomi eğitiminin Avrupa ülkelerindeki durumu European Southern Observatory (ESO) Avrupa Astronomisi ve Bilim Vizyonu'nda yer almaktadır (Bkz, EK-1). Bu faaliyetlerin oluşturulmasında üst düzey bilimsel araştırmalar sayesinde bir yıldız etrafındaki yaşanabilir bölgede bir gezegenin ilk tespiti, Satürn'ün uydusu Titan'a bir araştırma aracının başarılı bir şekilde indirilmesi, kendi gökadamızın merkezindeki kara deliğin kanıtı, gökada kümelerindeki kütle çekim dalgalarının keşfi ve gama-ışın patlamaları üzerine yapılan bilimsel araştırmalar gibi birçok çalışmada Avrupalı araştırmacıların baş rol oynaması etkili oldu. Avrupa'da astronomi alanında gerçekleştirilen bu yükseliş, ESO ve ESA aracılığıyla geniş

çaplı iş birliği ve eş çabanın sonucunda gerçekleştirildi. Böylelikle bir stratejik plan ve yol haritası oluşturma gerekliliği ortaya çıktı. Bundan hareketle Avrupa için ortak bir bilim vizyonunu teşvik etmeyi amaçlayan araştırma kuruluşları ağı ASTRONET kuruldu. ASTRONET, araştırma ve teknoloji gelişiminden, gözlem, veri erişimi, modelleme, uygulama çalışmaları ve teorik çalışmalara kadar tüm astronomi çalışmalarını ve bunları yerine getirmek için gerekli olan insan kaynaklarını ele almaktadır. Ayrıca eğitim, öğretim ve halka açık uygulamalar yoluyla halkın bilgilendirmesini de üstlenmektedir (Bode et al, 2008).

Evrenin sınırları, kara delikler, nötron yıldızları ve gama ışını patlamaları; nesnelerin fiziğini oluşturan karanlık maddenin ve karanlık enerjinin doğası; gökadaların oluşumu ve evrimi, Samanyolu Gökadası; yıldızların ve gezegensel sistemlerin oluşumu, yaşamın kökeni, evrimi ve Güneş Sistemi konuları ESO Avrupa Astronomisi ve Bilim Vizyonu için öncelikli temalar olarak belirlendi. Bu temalar, geleneksel astronomi alanının ötesine fizik, kimya ve biyoloji gibi diğer temel bilimlerin sınırlarına da girerek disiplinler arası alanlarda çalışmaya da olanak sağlamaktadır. Aynı zamanda teorik ve sayısal simülasyonlar, yüksek performanslı bilgi işlem kaynakları, büyük veri arşivleme ve uygulama çalışmalarına paralel olarak gelişmelerin sürekliliğini de vurgulamaktadır (Monnet et al., 2007). Bode (2012)'ye göre oluşturulan bu vizyon, önümüzdeki yıllarda Avrupa'da astronominin gelişimi için bilime dayalı öncelikli bir planı temel almaktadır. Sadece iş birliklerinin dikkate alınmasını sağlamakla kalmaz, aynı zamanda teori, bilgisayar ve veri işleme, eğitim ve sosyal yardım, teknoloji geliştirme ve endüstriyel üretim, bilimsel araştırmalar ve insan kaynaklarının oluşturulması gibi önemli alanların gelişimini de kapsamaktadır.

### 2.2.5 NASA stratejik planı

Astronomi, uzay bilimleri ve havacılık alanında bireylerin ilgisini artırmak, bu alan ilgi duyan yeni nesil araştırmacılara ilham vermek için kullanılmaktadır. Amerikan Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi (NASA) bu konudaki sloganını, *"İlham ver, ilgiyi artır, eğit ve istihdam et."* şeklinde tanımlamaktadır. NASA'nın eğitim ve tanıtım etkinliklerinin her biri, NASA'nın çalışmaları hakkında halkı

bilgilendirmeyi, halka ve öğrencilere ilham vererek onları astronomiyle buluşturmayı amaçlamaktadır (NRC, 2010).

NASA tarafından oluşturulan stratejik planın da amacı bunlara paralel olarak fırsat eşitliği sağlamak, kurumlar arasında fon ve teknik yardım sağlamak, mevcut STEM alanlarına ilgisi az olan grupların sayısının artırılmasına yardımcı olabilecek çeşitli uygulamaların belirlenmesine ve raporlanmasına yardımcı olmaktır. Gözlemevleri ve uzay teleskoplarıyla tüm gökyüzünün görüntülenmesi, yeni keşiflerin önünün açılması, teknoloji ve yazılım, ulusal ve uluslararası ortaklıklar da dahil olmak üzere astronomi ve uzay bilimleri araştırmalarının ve bu araştırmaların halka ulaştırılmasının önemini vurgulamaktadır (NASA, 2018). Ayrıca NASA, bu alandaki STEM bağlantılarını güçlü bir şekilde vurgulayarak "https://www.nasa.gov/stem" web sayfaları aracılığıyla bilgiye erişim ve bu bilgilerin kullanımı konusunda ücretsiz ve kolayca erişilebilir kaynaklar da sunmaktadır.

### 2.2.6 TUBİTAK 2018-2022 stratejik planı

TÜBİTAK tarafından topluma bilimsel bilgiyi yaymak ve geliştirmek, toplum içinde bilimsel kültür oluşturmak, sorgulama ve soru sormaya teşvik etmek, bilimde öncü bireyleri yetiştirmek, Türkiye'nin ihtiyaç duyduğu bilimde büyük ölçüde ilerleme kaydetmek amacıyla yeni bir vizyon geliştirildi. Geliştirilen bu vizyonda astronomi, uzay bilimleri ve havacılık alanlarındaki araştırma ve geliştirme etkinliğini artırmak amacıyla bilimsel alanlarda çalışmalar yürüterek halkın da bilinçlendirilmesini amaçlanmaktadır. TÜBİTAK, araştırma ve geliştirme çalışmaları yürüten enstitülerin yönetimine ek olarak Türkiye'nin bilim ve teknoloji politikalarını da belirlemektedir. Örneğin TÜBİTAK tarafından yayınlanan stratejik planda astronomi, uzay bilimleri ve havacılık teknolojilerinin hızlı bir şekilde geliştirilmesi ve tanıtılması, ulusal kapasiteyi arttırmak için bir ulusal uzay ajansı kurmanın gerekliliği vurgulamaktadır, bu süreçte Cumhurbaşkanlığı kararnamesi ile Türkiye Uzay Ajansı Aralık 2018'de resmi olarak kurulmuştur (Türkiye Uzay Ajansı, 2018). Aynı stratejik planda TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi (TUG)'nin üniversite ve enstitülerde yapılan astronomi, astrofizik ve uzay bilimleri araştırmaları için teleskoplarla gözlem projelerine

destek vermesi, bilimsel araştırmaları teşvik ederek yönlendirmesi ve bu alanda aktif ulusal ve uluslararası kurumlarla işbirliğini geliştirmeye yönelik çalışmalar yürütmesi üzerinde durulmaktadır. Örneğin, Avrupa Uzay Ajansı (ESA)'nın Global Astrometric Interferometer for Astrophysic (GAIA) uydusu kaynakları, TUG teleskoplarıyla gözlenmeye devam etmektedir. Buna ek olarak, TUG, gözlemsel kabiliyetlerini geliştirmek için mevcut teleskopların optik, mekanik ve elektronik aletleri her geçen gün iyileştirmektedir. Yerli robotik teleskopların üretimi için araştırma ve geliştirme faaliyetlerini sürdürmektedir. Ayrıca TUG halka açık olarak, haftalık ve yıllık dönemlerle düzenli bir şekilde bilim ve toplum hizmetleri ile uygulamalı konferanslar, yaz okulu programları, staj olanakları, yüksek öğretimdeki lisans ve lisansüstü öğrenciler için tez projeleri gibi eğitim hizmeti de sunmaktadır (TÜBİTAK, 2018).

Bunlara ek olarak TÜBİTAK, proje çalışmaları yürütmekte ve STEM eğitiminde başarılı öğrenci ve öğretmenleri geleceğe hazırlamak için yarışmalar düzenlemektedir. Bilim Derneği (BİTOM) etkinlikleri haftada iki kez, Ulusal Gökyüzü Gözlem Şenliği yılda bir kez yapılmaktadır. Ayrıca, Türkiye'de STEM yaklaşımıyla verilen eğitimlerle ilgili olarak çeşitli illerde TÜBİTAK tarafından Bilim ve Sanat Merkezleri (BİLSEM) kurulmaya devam etmektedir (MEB, 2016).

Tüm bunlara paralel olarak TÜBİTAK, enerji sektörü, sağlık sektörü, havacılık sektörü, uzay sektörü, otomotiv sektörü, savunma, bilişim ve bilgi sistemleri gibi öncelik verilen alanlarda teknolojik ürün yatırımı prototip oluşturma, araştırma ve geliştirme çalışmalarını desteklemeye de devam etmektedir. Örneğin, Uzay Teknolojileri Araştırma Enstitüsü (TÜBİTAK-UZAY) ile uzay teknolojileri, elektronik ve robotik, bilişim teknolojileriyle ilgili alanlarda projeler geliştirilmektedir. Bu enstitünün genel amacı, araştırmalarda ulusal anlamda bir öncü olmak ve ülkenin endüstride sistem yapılandırması, analizi, seçimi, kullanım aşamaları ve ürün geliştirme alanındaki teknik sorunların çözülmesine yardımcı olmaktır. İletişim, yer gözlemleme ve küçük uydu tasarımı, üretim ve test, uzay teknolojilerinde uluslararası işbirliği geliştirilmesine öncelik verilmektedir. Aynı zamanda, bu uydularda kullanılmak üzere yerli tesislere sahip altyapı sistemlerinin üretimine odaklanmaktadır (TÜBİTAK, 2019).

### 2.2.7 MEB 2023 eğitim vizyonu

Bireylerin fen bilimleri, matematik, sosyal bilimler ve güzel sanatlar gibi çeşitli alanları bir araya getirerek günlük hayatta karşılarına çıkan sorunlarla başa çıkabilmesi, problem çözme ve yenilikçi çözüm oluşturma becerisi kazanması, bilimsel görüş geliştirmesi gelişmiş ülkelerdeki eğitim programlarının en önemli hedeflerindendir. Türkiye'de de bireylerin öğrenme süreci boyunca teknoloji desteğinin sağlaması ve kurulan altyapı çalışmalarının kesintisiz devam ederek iyileştirilmesi anlamında ciddi çalışmalar sürdürülmektedir.

Milli Eğitim Bakanlığı (MEB)'nın hazırladığı 2023 Eğitim Vizyonu içinde ilerleyen bu süreçte yeni bir bakış açısı sunmakta, çocukların çevrimiçi ve çevrimdışı ortamlarda birlikte üretme, sorunlara karşı yenilikçi çözümler geliştirerek kendi hayallerini hayata geçirmeyi oldukça kolaylaştıran bir araç olarak bilişim teknolojilerini daha sık kullanımı hedeflenmektedir. Bilim, sanat, spor gibi alanlarda özel yetenek sahibi çocuklar için yeteneklere uygun bir şekilde eğitim içerikleri ve ortamları oluşturmak bakanlığın öncelikli hedefleri arasında belirtilmektedir. Türkiye'deki özel yetenekli öğrencilerin tespiti ve gelişim süreçlerinin desteklenerek izlenmesi sağlanmaktadır. Bunun için de ilkokuldan başlayarak tüm öğretim seviyelerinde çocukların ilgilerini artıracak, yeteneklerini ortaya çıkaracak ve sahip oldukları mizaçlara yönelik gelişimleri için tüm okullarda tasarım yapmalarına ve farklı beceriler geliştirmelerine yönelik atölyelerin kurulması ve bu atölyelerde yapılan çalışmaların odağında bilim, sanat, spor ve kültür barındırması ve bu şekilde yapılandırılması planlanmaktadır.

Önümüzdeki üç yıllık dönem içerisinde ilkokul, ortaokul ve lise seviyelerinde sınıf ve sınıf dışı etkinlikler olmak üzere eğitimin her seviyesindeki öğrencilere, öğretmenlere ve eğitsel içeriğe yönelik çalışmalarla yazılım kodlama teknikleri, robotik kodlama, web tasarımı, 3D tasarım ve elektronik tasarım gibi bilişimle üretim becerilerinin öğrenme süreçlerine entegrasyonunun sağlanması düşünülmektedir. Öte yandan oluşturulan bu vizyon; astronomi, disiplinler arası astronomi ve astronomi eğitimi gibi astronomi ve uzay bilimlerini barındıran içerik anlamında incelendiğinde, 21. yüzyılda birçok ülkenin eğitim sisteminin odağında bulunan astronomi ve uzay bilimleri alanının hazırlanan 2023 eğitim

vizyonu içerisinde ayrıntılı bir şekilde yer almadığı da görülmektedir (MEB, 2018b).

# 3. DİSİPLİNLERARASI BİR YAKLAŞIM OLARAK STEM VE ASTRONOMİ EĞİTİMİ

Bu bölümde disiplinler arası bir yaklaşım olarak STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematic) yaklaşımının astronomiyle ilişkisi, STEM yaklaşımının tanımı ve amacı, STEM ders planları ve 5E öğrenme modeli, 21. yüzyıl becerileri, astronomi eğitim ve öğretimi, astronomi eğitiminde karşılaşılan sorunlar ve çözüm önerisi üzerinde durulmuştur.

## 3.1 STEM Yaklaşımının Doğuşu: İlk Yapay Uydu Sputnik-1

Astronomi ve uzay bilimleri, evrenin içeriğini, evreni yöneten yasaları ve evrendeki değişimleri öğrenmek amacıyla evrenin yapısının gözlenerek ortaya koyulduğu oldukça geniş bir uygulama alanına sahiptir. Astronomiyle diğer temel bilim alanları arasında bulunan en belirgin bağlantı, bu uygulama alanının aynı zamanda temel bilimlerin bir uygulama laboratuvarı olmasıdır. İbanoğlu ve Tunca (1991)'ya göre, astronomi alanındaki çalışmalar özellikle Rusya'nın 1957'de Sputnik-1 yapay uydusunun yörüngeye yerleştirilmesinden sonra büyük bir ivme kazanmıştır. Güneş Sistemi'nde çeşitli uydularla yolculuk ve diğer gezegenlere gönderilen uzay araçlarıyla elde edilen yeni keşifleri de ortaya koyan bu bilimsel araştırmalar, sadece bilim insanlarının değil çocukların, gençlerin ve halkın da büyük ilgisini çekti. Özellikle bu durum, ekonomik rekabet ve bilimsel eğitimde geri kalmak kaygısıyla ABD'de eğitimciler ve halk üzerinde önemli bir etki oluşturdu (Bybee, 2010; Colakoglu 2016). Sputnik-1 uydusunun yörüngeye yerleştirilmesinden sonra oluşan bu etki, ABD ile Rusya arasında uzay yarışını başlatan teknolojik bir dönüm noktası olarak görülmektedir. ABD'yi uzay çalışmaları ve bilimsel keşifler açısından bilim ve teknoloji bağlamında bir atılım yapmaya itmesi açısından oldukça önemlidir. Sputnik-1 ulusal bir savunma konusu haline gelince 1958'de ABD tarafından NASA'yı oluşturan süreç başlatıldı. NASA'nın kuruluşundaki görevleri, ABD'nin uzay varlığını genişletmek, iyileştirmek ve görevini başarılı bir şekilde sürdürmek için en etkili yöntemlerle bilim, teknoloji, mühendislik ve matematiği disiplinler arası bağlantılarıyla kullanmak olarak belirlendi (White, 2014).

Astronomi ve uzay bilimleri alanındaki yarışın gün geçtikçe hızlandığı, ekonomik, ticari ve siber savaşlarının yaşandığı süreçte yaşanan teknolojik gelişmeler tıp, eğitim, güvenlik ve bilim gibi temel alanları da direkt olarak etkilemektedir. Bu karşılıklı etkileşimlerle ülkeler, finansal ve teknolojik anlamda artan gelişmelerden geri kalmamak adına yaratıcı, eleştirel düşünen, birlikte çalışabilen, bilim ve teknoloji okuryazarı bireylere ihtiyaç duymaya başladı (Yıldırım, 2016; 2018). Eğitim, öğretim ve araştırmalar 1957'lere kadar teknolojik amaçlar taşıyorken 1960'lı yıllarda bilimsel araştırmaların geride kaldığının farkına varılmasıyla bilimsel araştırmalara daha çok önem verilmeye başlandı. Bu bilimsel ve teknolojik gelişme sonrasında birçok ülkedeki öğretim programlarında, özellikle ABD, Kanada, Avustralya, İngiltere, İtalya ve İsrail gibi gelişmiş birçok ülkenin eğitim ve öğretim programlarına ilköğretimden yükseköğretime kadar her seviyede astronomi ve uzay bilimleri kazanımları dahil edildi, hazırlanan yeni ders kitaplarında önemli değişiklikler yapıldı ve öğretim programları yeniden yapılandırıldı (Canbazoğlu Bilici vd., 2012).

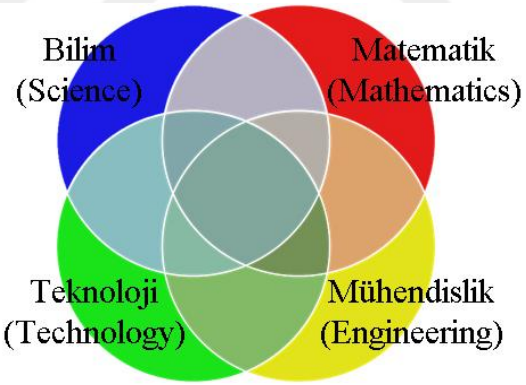
Smoot (2009)'a göre, ilk uydunun fırlatılmasından bu yana uzay çalışmalarıyla teknolojik gelişmelerin hızlanmasının ötesinde astronominin, bilim, teknoloji ve kültür arasında kilit önem taşıması da STEM yaklaşımının astronomiyle ilişkisini ortaya koymaktadır. Aynı zamanda astronomi, öğretmenlerin öğrencileri çevrimiçi veri tabanlarından yararlanan araştırmalara dahil edebilecekleri ilgi çekici bilimsel bir bağlam sağlamaktadır. Bu deneyimler hem bilim öğrenimini sağlayan hem de bireylere evrendeki yerimiz hakkında sorgulamayı mümkün kılan 21. yy becerilerini de kazandırmaktadır. Ayrıca astronomi ve uzay bilimleri araştırmalarıyla birlikte yapay zeka çalışmaları, nesnelerin interneti, üç boyutlu tasarım, web 2.0, sanal ve artırılmış gerçeklik gibi farklı teknolojiler hızla gelişen ve zenginleşen dünyada disiplinler arası yaklaşımların her alanda kullanılması gerekliliğini de göstermektedir.

### 3.2 STEM Yaklaşımı ve Amacı

STEM, Bilim, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik kelimelerinin İngilizce baş harfleriyle oluşturulan bir kısaltmayı ifade etmektedir. Bireylerin günlük yaşamda bir sorunla karşı karşıya kaldıklarında bu sorunların çözümü için bu

alanlardaki derinlemesine bilgilere kolayca erişebilmeleri ve kullanmaya hazırlıklı olmaları gerekmektedir. 21. yüzyılda teknolojideki gelişmelerin farkında olarak bu teknolojiyi kullanabilecek kapasiteye sahip eleştirel bakış açısıyla düşünen ve bilimsel veriler ışığında problem çözme yeteneğine sahip yaratıcı ve yenilikçi bireyler günümüz dünyasının en önemli gereksinimleri arasındadır. Bundan hareketle ABD, Çin, Kore, Japonya ve Avrupa'da yer alan birçok ülke, yenilikçi bir toplum altyapısı sağlamak amacıyla eğitimde STEM yaklaşımıyla güçlendirilmiş programları okul öncesiden yüksek öğretime kadar uygulama çalışmalarını sürdürmektedir (Yılmaz vd., 2017).

Kısaltmanın ötesinde STEM ise; bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarının birbirlerine disiplinler arası bağlantılarla entegre bir şekilde öğretimini içeren, günlük yaşamla ilişkilendirilerek okul öncesi eğitimden yüksek öğretime kadar olan eğitim süreçlerinin tümünü içine alan, 21. yüzyıl becerileriyle desteklenen ve ekonomiden teknolojiye kadar birçok alanda gelişmeye imkan sağlayan disiplinler arası bir eğitim yaklaşımıdır (Bybee, 2010; NRC, 2011; Akgündüz vd., 2015; Yıldırım, 2016) (Bkz, Şekil 3.1).




**Şekil 3.1** STEM Yaklaşımı (Akgündüz vd., 2015).

21. yüzyıl becerilerini geliştirmeyi amaçlayan STEM yaklaşımı içindeki disiplinlerin en çok bilinenleri genel olarak bilim ve matematik alanlarıdır. Teknoloji ise bilim ve matematik disiplinlerinin birlikteliğine dayanmaktadır. Birçok kişi teknolojiyi bilgisayarla ilişkilendirmektedir. Oysa bilgisayar bir araçtır, ancak bir bütün olarak teknolojinin kapsamını çok dar bir alanda göstermektedir. Bilgisayarlar kesinlikle bir tür teknolojidir, ancak teknoloji

bilgisayarlardan çok daha fazlasıdır. STEM yaklaşımında teknoloji iki basamaklıdır. Birinci basamağında STEM ders planları boyunca kullanılan teknolojiler yer alırken, ikinci basamağında STEM ders planları sonucunda üretilen teknolojiler yer almaktadır. Bilim ve matematik bilgileri bir arada kullanıldığı zaman teknolojik gelişmeler süreklilik kazanmaktadır. Bu süreç içinde de teknolojik problemlerin çözümü kolaylaşmakta ve teknolojik bir ürünün ortaya çıkması sağlanmaktadır (Yıldırım, 2016).

Teknoloji gibi mühendislik de genel olarak eğitimde çok az bulunan bir alandır. İlköğretim ve ortaöğretim eğitimi boyunca mühendislikle ilgili bilgi düzeylerinin yetersiz kalmasından dolayı mühendislik, eğitimciler açısından öğrencilere aktarmak için zorlu bir alan gibi görünmektedir. Mühendislik, çoğu eğitimcinin bir şekilde ilişkilendirebileceği tanınabilir bir sözcük olsa da bu alanda çalışmayan birçok kişi mühendislerin eğitim açısından gerçekte ne yaptıklarını bilmemektedir. Bunun sebebi de genel olarak en çok tanınan alanların bilim ve matematik alanları olması ve bu alanlardaki çoğu eğitimcinin bu alanlarda kendilerini rahat hissettikleri için mühendislik ve teknoloji alanlarıyla ilgili olarak kendi alanlarıyla ilişkilendirilen bu süreçlerden korkmaları olarak görülmektedir. Bu sebeple STEM eğitimi için hazırlanan ders planlarında farklı disiplinlerin entegrasyonunun gerekliliği konusunda anlaşma sağlamanın büyük bir ihtiyaç olduğu ortaya çıkmaktadır (White, 2014).

### 3.3 STEM Ders Planları ve 5E Modeli

STEM yaklaşımının en kilit noktası ders planlarının düzenlenme şekli ve sürecidir. Başlıca STEM disiplinleri olarak bilinen Bilim, Teknoloji, Matematik ve Mühendislik başta olmak üzere birçok disiplin arasındaki entegrasyonunun sağlanması STEM yaklaşımının temelini oluşturmaktadır. Bu durum, birçok farklı ve bağımsız disiplinler arasında oluşturulan bir köprü görevi görerek yeni alanların oluşmasını destekleyen ve çok yönlü bir bütün sunmaktadır (Morrison, 2006).

Bu disiplinlerin birbirine entegrasyonu sayesinde gerçek dünya problemleriyle bağlantılar kurarak oluşturan program anlamlı öğrenmeyi

sağlamaktadır. Eğitmenler birbirinden farklı alanlarda bulunan birbirinden farklı içerikleri iç içe geçmiş bir şekilde verebilmektedirler. Örneğin, matematik öğretiminde matematik kavramlarının bilim kavramları ile ya da bilim eğitiminde bilim kavramlarının matematik kavramlarıyla desteklenmesi mümkündür. Bazı durumlarda ise bilim ve matematik kavramları bir denge içerisinde verilebilmektedir. Örneğin, rüzgar enerjisi sayesinde elektrik üretmek bilimin bir konusuyla ilişkiliyken, kinetik enerjinin hesaplanması matematiğin denklemler konusuyla ilişkilidir. Bu disiplinler bir arada kullanılarak bir entegrasyon süreci işletilebilmektedir (Yıldırım ve Altun, 2015).

Campbell (2006)'a göre 5E öğrenme modelinin kullanımı, bireylerin bilimsel düşünme sürecini geliştirmek ve bilgileri yeni durumlara aktarmak için öğrenme sürecindeki bireylerin gelişimi için oldukça önemlidir. Farklı disiplinlerin entegrasyonu sağlanarak 5E öğrenme modelinin kullanıldığı STEM ders planları doğrultusunda bireyler, konuya daha hızlı bir şekilde odaklanmakta ve bilgiyi keşfederek birlikte çalışma motivasyonu da sağlamaktadır. Bu model sayesinde keşfedilen yeni bilginin farklı gruplarla ve farklı durumlara da uygulanmasıyla hatalardan dahi öğrenme gerçekleşmektedir. Böylelikle bireylerin 21.yüzyıl becerilerini ön deneyimler, etkinlikler ve çevre ile etkileşimler sonucunda edinmeleri ve geliştirmeleri beklenmektedir.

Wagner (2008), yüzlerce eğitim kurumu ile yapılan görüşmelerden sonra özellikle yedi yeteneğin ön planda olduğunu ve 21. yüzyılda başarılı olabilmesi için bireylerin bu becerileri kazanması gerektiğini belirtmektedir (Şahin vd., 2014):

1. Eleştirel düşünme ve problem çözme
2. İş birliği ve liderlik
3. Düşünce esnekliği ve uyum sağlayabilme
4. İnisiyatif alabilme ve girişimcilik
5. Etkin sözel ve yazılı iletişim
6. Verilere ulaşabilme ve analiz etme
7. Merak ve hayal gücü

Bu bağlamda 21.yuzyıl becerilerine katkı sunan STEM ders planları hazırlanırken, disiplinler arası konular ortak kavramlar çerçevesinde iç içe girecek şekilde düzenlenir ve öğrencilerin bu bağlantıları görmesi teşvik edilecek biçimde kendine özgü bir planla aktarılmaktadır. Planda öncelikle öğretilmesi-öğrenilmesi istenen alan belirlenmektedir, alan içinden konu seçilir, disiplinler arası ilişki kurularak STEM entegrasyonu sağlanır. Entegrasyon sürecinde hangi disiplinlerin birbirine entegre edileceği ve kazanımlar belirlenmelidir. Bütün disiplinlere aynı derecede ağırlık vermek çok yoğun bir hazırlık sürecini gerektirmektedir. Bu yüzden belirli disiplinlere belirli düzeyde ağırlık vermek daha çok tercih edilen yol olarak görülmektedir. Entegrasyonlar tamamlandıktan sonra etkinlik tasarımı yapılır, tasarlanan STEM etkinliğinin uygulamasından sonra bireyler süreç ve sonuç bazlı olarak değerlendirilir.

STEM ders planının tasarlanması açısından, 21.yy becerilerine odaklanması ve problem çözme becerisine özellikle vurgu yapması sebebiyle eğitim veren kişilere de geçerli bir yol sunan 5E öğrenme modeli, aşağıdaki aşamalardan oluşmaktadır (Bıyıklı ve Yağcı, 2014).

- Dikkat Çekme ve Ön Bilgileri Ortaya Çıkarma (Engage),
- Araştırma ve Keşfetme (Explore),
- Açıklama (Explain),
- Transfer Etme ve Derinleşme (Elaborate),
- Değerlendirme (Evaluate)

5E öğrenme modeline göre bir STEM ders planı hazırlanırken dikkat edilmesi gereken bazı önemli noktalar bulunmaktadır (Yıldırım ve Altun, 2015).

*Dikkat çekme ve ön bilgileri harekete geçirme aşamasında,* öğrencilerin motivasyonunu artıracak ve dikkatlerini çekerek ön bilgilerini harekete geçirecek içeriklerden yararlanılır. Bu aşamada video, poster, haber metni, soru-cevap ya da etkin bir modelle öğrencilerin ilgileri belirlenen konuya çekilebilir.

*Araştırma ve keşfetme aşamasında*, öğrenciler konu hakkında araştırmalarını kendileri yaparlar. Bu aşamada plan dahilinde bir araç olarak

deneylerden ya da hazır kitlerden yararlanmak mümkündür. Fakat bunların tek başına kullanılarak yapıldığı etkinliklerin STEM olmayacağı unutulmamalıdır. Ayrıca ulaşılabilecek her türlü sözlü, yazılı ve çevrimiçi kaynaklar bu aşamada kullanılabilmektedir.

*Açıklama aşamasında,* konuyla ilgili bilgilendirme yapılır ve gerekli kavramlar bu aşamada öğrencilere aktarılır. Konu anlatımına ve görselleştirmeye özen gösterilmelidir. Bu aşamada kitap, film ya da videolar da kaynak olarak kullanılabilir.

*Transfer etme ve derinleştirme aşamasında,* disiplinlerin birbiriyle olan entegrasyonu bu aşamada gerçekleştirilir. Öğrenilen bilgi ve kavramlar yeni durumlara uygulanır. Günlük yaşamla bağlantı kurularak önceden öğrenilen bilginin üzerine çıkmaya çalışılır. Öğrenciler gerçek dünya problemleriyle karşı karşıya getirilmelidir. Öğrencilerin disiplinler arası ilişkiler kurabilmeleri için konular birbirinden kopuk olmamalıdır, çok yönlü düşünmesini sağlayacak ve yaratıcılıklarını geliştirecek şekilde kurgulanmalıdır. Uygulamaya ilişkin sınırlıklar da bu aşamada belirlenir. Teknolojik bir ürün oluşturma sürecinin başladığı aşamadır. Teknoloji sadece var olan ürünlerden ibaret değildir STEM'in vurucu kısmı da bu aşamada bir teknolojik bir ürün ortaya koymasıdır. Üç boyutlu tasarım, web 2.0 araçlarının kullanımı, robotik ve kodlama uygulamaları planlara dahil edilirken de daha çok algoritmaya önem vermeye dikkat edilmesi gerekmektedir. Her durumda öğrenciler etkin, eğitmen ise rehber konumunda olmalıdır.

Topalsan (2018)'a göre Transfer Etme ve Derinleşme (Elaborate) aşamasının içinde, mühendislik tasarım sürecine yönelik belirlenen beş aşamalık döngünün (Wendell et al., 2010), mühendislik tasarım sürecinin STEM eğitimine uyarlanmasına yönelik çalışmalar sayesinde daha da ayrıntılı bir şekilde dokuz aşamalı bir döngüye yükseltilebilir (Hynes et al., 2011). Öğrenciler bu aşamada hipotez oluşturur ve bu hipotezleri kontrol ederek yaptıkları çalışmaları güncelleyebilirler.

*Değerlendirme aşamasında* ise alternatif ölçme ve değerlendirme yöntemleri kullanılarak sürece ve sonuca yönelik değerlendirmeler yapılarak STEM ders planları hazırlanır.

Milli Eğitim Bakanlığı'nın yayınladığı raporda 21. yüzyıl becerilerinin kazandırılması açısından, günlük yaşamda karşı karşıya gelinen sorunlara farklı açılardan ve en kısa yoldan çözüm üretme, yaratıcı düşünebilme, ürün oluşturma ve topluluk karşısında sunabilme becerilerinin bireylere kazandırılması gerekliliğinin, STEM yaklaşımıyla geliştirilen ders planlarının eğitimde uygulanmasını zorunlu hale getirdiği belirtilmektedir (MEB, 2016).

### 3.4 Astronomi Eğitim ve Öğretimi

Astronomi genel olarak matematik, bilim ve teknolojiyle iç içedir ve kendi başına sürekliliği olan bir bilimdir. Örneğin kütle çekim, görelilik, ışık ve tayf gibi birçok fizik kavramını göstermek için rahatlıkla kullanılabilmektedir. Geniş bir bakış açısıyla bireylere bir yandan temel bilimlerin diğer alanlarının uygulamalarını ortaya koyarken diğer yandan felsefi düşünmeyi, sorgulamayı ve özgür ifadelerle soru sormayı sağlamaktadır (Koçer, 2002; Unat, 2016).

Percy (2006)'ye göre bireylere, bilimsel düşünmeyi, temel bilimlerin doğasını, dünya ve evrendeki gerçek yerimizi doğru olarak gösterebilmenin yolu astronomi ve uzay bilimleri konularına çok daha fazla ağırlık vermekten geçmektedir. Öğrencilerin astronomi alanına olan ilgisi, temel bilimsel yöntemi öğrenmek için yüksek motivasyon sağlamaktadır. Bireyler tarafından astronomi ve uzay bilimi kavramlarının doğru bir şekilde anlaşılması, gelecek araştırmalar ve yeni uzay keşiflerine ilişkin bilinçli bireyler yetiştirmeye de katkıda bulunmaktadır (Sadler, 2010; NRC, 2010).

Erken yaşlardan itibaren bireylerde bilimsel süreç becerilerini geliştiren, bilimsel düşünme, araştırma, sorgulama, kıyaslama ve gözlem yapmaya özendirerek bilimsel görüş geliştirmelerini sağlayan en etkili yollardan birinin doğru ve güvenilir astronomi eğitimi olduğu bilinmektedir. Astronominin oldukça değerli olduğu ilköğretim ve ortaöğretim dönemlerinde öğrenim gören ve

astronomiye göre düzenlenmiş eğitim etkinliklerine katılan öğrencilerin, bilim ve teknolojide kariyer yapmaya ve bilimsel buluşlarla güncel kalmaya daha yatkın oldukları görülmektedir. Bireylerin bu gelişim süreci sadece astronomi alanında değil aynı zamanda bağlantılı tüm disiplinler arası alanlarda da fayda sağlamaktadır (Rosenberg et al., 2014).

Sadler (2010)'e göre astronomi ve uzay bilimlerinin içerdiği konular, diğer temel bilimlerle de doğrudan bağlantılıdır. Bireylerin astronomi alanına olan ilgileri, diğer alanlardaki temel bilimsel konuları öğrenmeleri ve onlara motivasyon sağlamak için kullanılabilir. Örneğin, evren ve uzay teknolojileri konuları; fizik, kimya, biyoloji ve matematik öğretimiyle de birleştirilebilir, teknoloji ve mühendislik çalışmaları ile bağlantılar kurularak çeşitli uygulamalarla disiplinler arası bir şekilde öğretilebilir. Bu açıdan bakıldığında astronomi ve uzay bilimleri, gökcisimlerini ve bunlar üzerinde ya da yakınında meydana gelen fiziksel, kimyasal olayları ve evrimlerini inceleyen temel bilim dalı olmasının ötesinde teknolojik gelişmeleri tetikleyen, evrendeki yerimizi tanımlayan ve dünyaya olan bakış açımızı yeniden şekillendiren disiplinler arası birçok konuyu içermektedir (Trumper, 2006; Rosenberg et al., 2014; Stavinschi and Mureşan, 2014).

Günümüzün en heyecan verici bilim haberlerinden çoğu astronomiyle ilgilidir, 2019 yılının Nisan ayında dünyanın dört bir yanına yerleştiriliş radyo teleskoplar aracılığıyla gözlenen M87 Gökadasının merkezindeki karadeliğin fotoğraflanın, bilgisayar programları ve çeşitli algoritmalar sayesinde gerçek veriler eşliğinde halka sunulması buna açık ve çarpıcı bir örnektir. Böylelikle astronomi, bilimin ve teknolojinin halk tarafından bilinirliğini, anlayışını ve takdirini artırmaktadır. Bu, bilimsel okuryazarlığın desteklenmesi açısından gelişmekte olan ve gelişmiş tüm ülkelerde oldukça önemlidir. Uluslararası Astronomi Birliği (IAU) vizyonunda yer alan, *"Astronomi eğitim-öğretimi ister ayrı bir ders olarak verilsin, istenirse başka bir alanın içinde bağlantılı olarak bulunsun, tüm ülkelerin ilköğretim, ortaöğretim ve yükseköğretim müfredatlarında bulunmalıdır"* önerisiyle, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde her seviyede astronomi eğitim ve öğretimini teşvik etmektedir (IAU, 2012).

### 3.4.1 İlköğretimde astronomi

Türkiye'de birçok ülkede olduğu gibi astronomi ve uzay bilimleri konularında da ilköğretim düzeyinde Fen Bilimleri Dersi içinde yer almaktadır (Bkz, EK-2). İlköğretimdeki fen bilimleri müfredatının temel hedefi, bireyleri bilim okuryazarı olarak yetiştirmektir. Astronomi, fizik, kimya, biyoloji, coğrafya ve çevre bilimleri ile bilim ve mühendislik uygulamalarıyla ilgili temel bilgileri kazandırmak, doğa yasalarının keşfi yoluyla bilimsel yaklaşımları benimseyerek bu temel bilim alanlarında karşılaşılan sorunlara çözüm üretmek, bilim insanlarının kullandığı bilimsel süreçleri, bilimsel bilginin oluşturulması ve yeni bilimsel araştırmalarda nasıl kullanıldığını anlamalarına yardım etmektir. (MEB, 2018a)

Milli Eğitim Bakanlığı Fen Bilimleri Öğretim Programı'nda yer alan "Dünya ve Evren" konu alan adını taşıyan astronomi ve uzay bilimleriyle ilgili üniteler, EK-2'de görüldüğü gibi Fen Bilimleri Dersinin ilk üniteleri haline getirildi ve astronomiyle ilgili daha fazla kazanıma yer verildi (Güngen ve Evren, 2018).

### 3.4.2 Ortaöğretim astronomi

Ortaöğretim müfredatında 1974 yılına kadar zorunlu olarak astronomi konuları verilmekteydi. Birkaç haftalık bölümlerle matematik dersinde verilen astronomi konuları, daha sonra "Astronomi ve Uzay Bilimleri" adı altında bağımsız seçmeli bir ders haline getirildi. Günümüzde de astronomi ve uzay bilimleri konuları, aynı adı taşıyan seçmeli astronomi dersi içinde yer almaktadır (Unat, 2016).

Ortaöğretimde astronomi ve uzay bilimleri dersinin temel amacı, bireylere bilimsel düşünme becerisi kazandırmak, bilimsel bir bakış açısı geliştirmek, insanın evrendeki yerini sorgulamak, evrenin yasalarını anlama önemini vurgulamaktır. Astronomiyi, fizik ve matematiği somut olaylar karşısında kullanma becerisi kazanmalarını sağlamak ve uzay bilimleri ile ilgili teknolojik gelişmeleri takip ederek yeni keşifler hakkında bilgi sahibi olmalarını da

hedeflemektedir (MEB,2010). Ege Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, Astrofizik Anabilim Dalı Öğretim Üyesi Prof. Dr. Ömer Lütfi DEĞİRMENCİ'nin komisyon üyeliğini ve editörlüğünü yürüttüğü öğretim programının kazanımları ünitelerde yer alan konulara göre listelenmektedir (Bkz, EK-3). Ayrıca astronomiye ilişkin bazı konular fizik ve coğrafya dersleri içerisinde de verilmektedir.

### 3.4.3 Yükseköğretimde astronomi

Türkiye'deki astronomi ve uzay bilimleri lisans programı dört yılı kapsamakta ve hem eğitim hem de araştırmalar aynı anda yürütülmektedir. Öğrenciler, derslerini dört yıl içinde tamamladıktan sonra astronom ünvanı almaktadır. Üniversitelerde bulunan astronomi ve uzay bilimleri programları, bu alanda kendini yetiştirerek astronominin birbirinden farklı konularında uzmanlaşan, fizik, matematik ve astronomi alanlarında elde ettiği tüm bilimsel birikimi kullanarak yeni bilgileri ortaya çıkaran, bilim ve teknolojideki yaşanan gelişmeleri takip ederek yeni çalışma konuları ve alanları oluşturabilen, çalışmalarının sonucunda elde edilen tüm bilimsel sonuçları ulusal ve uluslararası bilim camiasına yazılı ve sözlü olarak sunabilen, etik değerlerini ve çağdaş bilimsel görüşü benimseyen, hayatın gerçek işleyişinin farkında olan, karşılaştığı sorunlara bilimsel çözümler getirebilen ve yaşam boyu öğrenmenin önemini benimseyen çağdaş bilim insanlarını yetiştirmeyi amaçlamaktadır (Eker vd., 2013). Astronomlar bu kazanımlarını daha profesyonel boyutlara taşıyarak lisansüstü eğitimlerine yüksek lisans ve doktora yaparak devam edebilmektedir. Son dönemde sayısında hızlı bir artış gözlenen genç astronomlar, genellikle astronomi ve uzay bilimleri bölümlerinde yürütülen araştırma projelerine dahil olarak önemli katkılar sunmaktadır. Ayrıca ulusal gözlemevlerinde ve yeni kurulan gözlemevlerinde eğitimli personel ihtiyacı bu bölümlerde eğitim gören ya da mezun olan gençler içinden sağlanmaktadır (Bilir et al., 2012).

Demircan (2009)'a göre astronomi bölümleri için sanayi iş birliği ve staj gereği bölümlerin yeniden yapılanmasında optik laboratuvarları, gözlemevleri, gezegen evi gibi uygulama alanlarına daha çok önem verilmesi, teleskop, uydu ve roket yapımıyla uzay teknolojilerine girilmesi gerekmektedir. Bu bağlamda yeni

bölümlerin "Uzay Bilimleri ve Teknolojileri Bölümü" adıyla açılması ve uzaktan algılama, otomasyon ve uygulamaları gibi uzay bilimleriyle bağlantılı konuların bu bölümlerin eğitim-öğretim ve bilimsel araştırma alanlarında yerini alması önerilmektedir.

Tüm bu bilimsel araştırmalar ve eğitimin yanı sıra üniversitelerde görev yapan öğretim görevlileri, lisansüstü ve lisans öğrencileri tarafından yaklaşık 70 yıldır konferanslarda, dergi çalışmalarında, yaz okullarında, atölye çalışmalarında ve çeşitli gözlem şenliklerinde halkın astronomiye yönelik ilgisini artırmak da amaçlanmaktadır (Evren, 2005).

### 3.5 Astronomi Eğitiminde Karşılaşılan Sorunlar ve Çözüm Önerisi

Astronomi eğitiminde sorgulamaya dayalı, etkinlik temelli veya uygulamalı öğretme ve öğrenme faaliyetlerinin geleneksel ders kitaplarından daha etkili olduğu bilinmektedir. Bu, ilkokuldan üniversiteye kadar her seviyede geçerlidir. Ama buna karşın, geleneksel yaklaşım dünyanın her yerinde ve her seviyede devam etmektedir**.** İlköğretim ve ortaöğretim seviyelerinde öğrenim gören bireylerin doğal olayları ve evrenin işleyişini daha iyi anlamalarını sağlamak ve geliştirmek oldukça zordur. Pek çok birey astronomideki bazı kavramları anlamakta zorluk yaşamaktadır (Percy, 2006). Örneğin, Dünya'nın büyüklüğü ve şekli, gece ve gündüz oluşumun nedeni, mevsimlerin oluşum nedeni ve gezegenlerin Güneş etrafındaki yörünge hareketleri gibi birçok kavram yanlış anlamaya oldukça açıktır. Yapılan araştırmalara göre astronomideki bu yanlış anlamalar ve kavram yanılgıları, gelişmiş ve gelişmekte olan birçok ülkede eğitim gören bireylerde rastlanmaktadır (Diakidoy and Kendeou, 2001). Bazı araştırmacılar bu seviyedeki bireylerin çoğunun gözlemsel deneyime ilişkin sınırlı sayıda zihinsel model kullandığını belirtilmektedir. Bu bireyler, doğal olayları henüz olgunlaşmamış fikirlerine ya da alternatif bir çerçeveye dayanarak tanımlama ve açıklama eğilimindedirler (Dove, 2002).

Bireylerin, dünya ve evren hakkında zihinsel modellerini oluşturmasında üç model kabul görmektedir. İlk model, çocukların günlük yaşam deneyimlerine dayanarak örneğin, dünyanın düz yüzeyini deneyimleyerek geliştirilmiş yerleşik

fikirlere dayanmaktadır. İkinci modelde ise bireyler, modern bilimsel bilgilere maruz kaldıktan sonra sentetik modeller oluştururlar ve bunlar, ön varsayımlarını yetişkinlerden edindikleri bilgilerle bağdaştırma girişimlerinin bir sonucu olarak ortaya çıkmaktadır. Son olarak üçüncü model ise bilimsel modeldir ve bu model ile bireyler ergenlikten itibaren çoğunlukla bilimsel görüşü doğru olarak kabul etmektedirler (Fleck and Simon, 2013). Fakat yapılan çalışmalar, sadece ilköğretim ve ortaöğretim seviyesinde öğrenim gören bireylerin değil yükseköğretim seviyesindeki üniversite öğrencilerinin bile temel astronomide yanlış anlama ve kavram yanılgısına sahip olduğunu göstermektedir (Dunlop, 2000; Chen et al., 2007).

Astronomi mezunlarının ilköğretim ve ortaöğretim okullarında astronomi öğretmeni olarak Milli Eğitim Bakanlığı tarafından istihdam edilmemesi de Türkiye'de astronominin gelişimi açısından oldukça önemli bir sorundur. Astronomi dersini, herhangi hazırlığa gereksinim duymadan verebilecek çok az sayıda öğretmen bulunmaktadır (Eker vd., 2013). Göğüş (2010)'e göre astronomi ve uzay bilimleri bölümü mezunu olup aktif öğretmenlik görevini sürdürenler de dahil olmak üzere astronomi eğitimi verebilecek öğretmen ihtiyacı oldukça fazladır. Öğretmenlerin özel bir ilgisi varsa, amatör astronomi toplulukları ya da üniversiteler tarafından düzenlenen çeşitli astronomi eğitim kurslarına, seminerlere ya da etkinliklere katılabilmekte ya da doğrudan özel kurumlar tarafından düzenlenen etkinliklerle katılarak astronomi konusunda açıklarını kapatmaya çalışmaktadır.

Tunca (2002)'ya göre her seviyede yaşanan kavram yanılgıları ve astronomi alanında kendini yetiştirmiş öğretmen açığı dışındaki bir diğer sorun ise astronomi ve uzay bilimleri konularına ilişkin bilginin verilmeyişi ve verilen çoğu bilginin de yanlış olmasıdır. Özellikle dünya dışındaki yaşam ve bağlantılı diğer olaylar hakkında güvenilir ve gerçek bilimsel araştırma temellerine dayanan fikirlerin kazandırılamaması da önemli bir sorundur. Bu sebeple öğretmenlerin astronomi derslerindeki konulara yönelik olarak gerçekleştirilen sınıf içi ya da sınıf dışı etkinliklerin temel amaçları karşılayabilmesi açısından konuyu ayrıntılı bir şekilde açıklamak üzere uzman astronomlarla işbirliği yapılarak onlardan yardım alınması gerekmektedir. Çünkü genel olarak fen bilimleri öğretmenlerinin astronomi ve

uzay bilimleriyle ilgili bilgi, deneyim, kaynak ve kaynaklara erişim konularında yetersiz bir donanıma sahip oldukları düşünüldüğünde temel astronomi kavramlarına ilişkin çok fazla yanılgı ya da fikir geliştirdikleri görülmektedir. Ayrıca bu donanımsal yetersizliklerinden dolayı derslerde astronomi konularına gelindiğinde yeterli önem verilmeden konuyu geçme eğilimindedirler. Birçok araştırmada var olan öğretim programlarındaki kazanımlara göre hazırlanan sorulara, öğretmenlerin verdikleri doğru cevapların çok düşük olması sebebiyle de tüm seviyelerdeki astronomi eğitim ve öğretiminin en baştan sorgulanması gerektiği düşünülmektedir (Ünsal vd., 2017; Aktamış vd., 2018).

Evren (2005)'e göre ulusal televizyon yayınlarında bilim içerikli haber ve program bulmak oldukça zordur ve var olan programlar da reyting kaygılarıyla yayından kaldırılmaktadır. İnsanların bu konudaki bilgisizliğinden ve medyanın tutumundan yararlanarak maddi ve manevi çıkar sağlamak isteyen bazı kişi ve kuruluşlar tarafından düz dünya, uzaylılar ve UFO'lar, astroloji ve burç yorumları gibi medyanın da üzerinde durduğu bilimsel olmayan olaylarla gündem oluşturulmaktadır. Günümüzde hala astronomiyle ilgili bir olay olduğunda medyada ısrarla astrologlara başvurulmaktadır. Birçok programda astronomi alanında uzman kişiler, genelde hiçbir bilimsel alt yapısı olmayan düz dünya, astroloji ya da uzaylıları savunan kişilere karşı bilimsel bilgiyi savunmaya çalışırken yıpranmaktadır. Bu durum içinde kalmamak biraz da o yayınlanan televizyon programlarının tutumuna bağlı olarak değişkenlik göstermektedir.

Günümüzde internetin yaygınlaşması ve çevrimiçi içeriklerin herkes tarafından kullanılabilirliği hızla artmaktadır. Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından ilköğretim, ortaöğretim ve yükseköğretim seviyelerinde öğrenim gören bireyler üzerinde yapılan bir araştırma, gençler için en ilgi çekici konuların "internet" ve "astronomi" olduğunu göstermektedir (Eker vd., 2013). Bu durumun temel bilimler ve bilişim teknolojileri gibi STEM alanlarına bireylerin yönlendirilmesiyle kariyer tercihlerinde de etkili olduğu düşünülmektedir. İnternet ve sosyal medya kullanımının hızlı büyümesi, bireylerin çevrimiçi olarak paylaştıkları metinlerden, fotoğraflardan ve dolaştıkları web platformlarından ilgi alanlarının belirlenmesi ve geliştirilmesi için benzersiz bir fırsat sağlamaktadır. Böylelikle internet üzerindeki

çevrimiçi ağlar, artırılmış gerçeklik, sanal gerçeklik, üç boyutlu tasarım ve sosyal medya ve web 2.0. araçları ön plana çıkmaktadır (Çavaş vd., 2014; He et al., 2016).

Web 2.0 araçları, internet kullanıcılarının çevrimiçi ağlar üzerinde güvenilir bilgiye erişebilmelerini, fikir ve düşüncelerini aktarabilmelerini ve bilgiyi paylaşabilmelerini ve sosyalleşebilmelerini sağlayan hizmetler sunan araçları tanımlamaktadır. Web 2.0, internet kullanıcılarının web sayfalarını kullanma yaklaşımındaki bir model değişikliğini temsil etmektedir. Kullanıcılar web 2.0 sayesinde pasif web içeriği görüntüleme durumundan kurtularak, daha aktif bir şekilde katılım eşliğinde web platformlarındaki içeriğin oluşturulmasına katkı sunmaktadır (Lin, 2007). Genellikle internet üzerinde çevrimiçi platformlarda web 2.0 araçlarıyla üretilen bilgi, oldukça geniş kitlelere hızlı ve kolay yollarla ulaştırılabilir. Örneğin; web ve medya paylaşımları sayesinde bireyler geniş kitlelere ulaşarak büyük bir ağ ile kendi gündemlerini oluşturabilmekte ve paylaşabilmektedir (Crook et al., 2008). Richards (2010)'a göre eğitimde öğrencilerin sınıf ve sınıf dışında yaptıkları birçok etkinliğe rahatça erişebileceği, katılabileceği ve onların eğitim hayatları boyunca kolaylık sağlayacak olan çevrimiçi ağları kullanmaları, onların bilim ve teknoloji okuryazarlığı konusunda gelişmeleri için de gerekmektedir. Örneğin çevrimiçi web 2.0 araçları, öğrencileri 21. yüzyıla hazırlamak konusunda kritik rol oynamakta STEM ile koordineli olarak yaratıcı ve eleştirel düşünme becerilerini de desteklemektedir. Özellikle astronomi gibi bilimsel alanlarda web 2.0 teknolojisi kullanılarak bilimsel eğitim araçları oluşturmak için en son teknolojiden yararlanmak önemlidir. Astronomi alanında geliştirilen bir web 2.0 aracı, kullanıcıların teleskoplarla gözlem yaparak ya da diğer kullanıcıların elde ettiği verileri analiz ederek astronomide araştırma yapmalarını sağlayabilir (Ricci et al., 2013). Bu araçların geliştirilmesi eğitim, iş ve günlük hayatlarında kullanan öğrencilerin ilerideki hayatlarında daha etkin ve daha katılımcı bireyler olmaları yolunda da olumlu yönde katkı sağlamaktadır. Dünya üzerinde birçok astronom, büyük veri kümelerini anlamalarına olanak sağlamanın yanı sıra, astronomiyi ulaştırdıkları öğrenciler için üç boyutlu tasarım, sanal gerçeklik ve web 2.0 araçlarından da yararlanmaktadır (Steffen et al., 2007; Hasper et al., 2015; Arcand et al., 2017).

Gelişmiş ülkelerde ilköğretim ve ortaöğretim seviyesinde öğrenim gören bireyler, bilimsel amaçlı olarak kullanılan web kaynaklarına ve web 2.0 araçlarına internet yoluyla eğitim amaçlı olarak da erişebilmektedir. Etkileşimli öğrenme ortamlarının ve çevrimiçi platformların kullanılması yeni bir durum olmasa da zamanla bilim ve bilim eğitiminin en önemli bileşeni haline gelmektedir (Impey et al., 2015). Fakat geleneksel olarak gerçek bilgiyi öğrencilere aktarmanın eğitim ve öğretimdeki baskın yaklaşımı, dersler ve ders kitaplarıyla eğitim sonrasında bu içerik bilgisini sınavlarla ölçme ve değerlendirme şeklindedir. Bode (2012)'ye göre astronomi ve uzay bilimleri eğitimindeki karşılaşılan zorlukları aşmak için geleneksel yaklaşımların yetersiz kaldığı düşünüldüğünde, bilim insanları, eğitimciler ve astronomiyle ilgilenen bireyler arasında çevrimiçi bilim eğitimi ve iletişim platformlarının yaygınlaştırılması gerekmektedir. Çünkü kitaplardaki yetersiz açıklamalar ve şekiller, kavramların anlaşılmasını her zaman kolaylaştırmamaktadır. Bazen yanıltıcı görseller öğrencilerde alternatif görüşler oluşturmayı tetikleyebilmektedir. Öğrencileri geleneksel yöntemlerle yönlendirmek, karmaşık astronomi kavramları anlamalarına yardımcı olmak için yetersiz kalmaktadır. Bu nedenle, öğrencilerin kavramları netleştirmelerine yardımcı olacak, onları geleceğe hazırlayacak, eleştirel düşünme ve problem çözme becerilerini geliştirecek, verilere ilk elden ulaşabilmelerini ve analiz etmelerini sağlayacak, merak ve hayal gücünü de destekleyecek etkili bir yaklaşım benimsemek, etkileşimli bir yöntem geliştirmek ve yenilikçi teknolojileri kullanmak diğer STEM eğitiminde olduğu gibi astronomi eğitiminde de önemli bir konudur (Pena and Quilez, 2001; Chen et al., 2007).

Astronomiyle ilişkili olarak STEM yaklaşımıyla güncellenen müfredat değişiklikleri okullarda daha yaygın bir şekilde kabul edilene kadar astronomiyle web platformları ve web 2.0 araçlarında bulunan kaynaklardan da faydalanarak astronomi ve uzay bilimleri uygulamalarıyla ve astronomların da işbirliğiyle STEM etkinliği oluşturmanın mümkün olduğu düşünülmektedir**.** Bu sayede temel bilimlerin gerçek kullanım alanlarını da öğrenen bireyler tarafından içinde yaşadığımız evren daha iyi bir şekilde anlamlandırılmaktadır. Böylelikle astronomi biliminin diğer disiplinler arası alanlarla iç içe olduğu fark edilmektedir (Race, 2017). Örneğin Uzay Bilimleri Enstitüsü'nün (SSI) Ulusal İnteraktif Öğrenme Merkezi (NCIL), NASA'nın da desteğiyle bir web 2.0 kaynağı olarak

“Kütüphaneler için Bilim Teknoloji Etkinlikleri ve Kaynakları Eğitim Ağı (STAR_Net)” aracılığıyla etkileşimli STEM kaynağı sunmaktadır. STEM eğitimi almayan gruplar için de geleneksel yaklaşımın yeniden değerlendirilmesini gerektirdiğini ortaya koyan çalışmalar da mevcuttur (Moore and Rubbo, 2012; Hakala et al., 2016). Bu kaynaklar kullanılarak NASA'nın desteklediği bir diğer bilim eğitimi programı olan “Kütüphanelerde STEM” ile bilim okuryazarlığını artırmak ve disiplinler arası çalışmalara bireyleri dahil edilmeye çalışılmaktadır Ayrıca, kütüphanelerde özellikle STEM içeriğinin dahil edilmesine elverişli olan ve disiplinler arası öğrenime katkı sunmak için okul dışı etkinlikler de yapılmaktadır. NASA’nın kurduğu altyapı, diğer yaygın eğitim ortamlarında kullanılan kaynaklar, etkinlikler ve mesleki gelişim üzerine inşa etmek için ideal bir ortam sağlamaktadır (Meinke et al., 2015).

Ayrıca yaratıcı ve eleştirel düşünme temelli astronomi ve uzay bilimleri uygulamalarının, geleneksel ders anlatımına göre öğrencilerin başarılarına ve bilimsel süreç becerilerine olumlu şekilde yansıdığı ve öğrencilerin astronomiye yönelik tutumunu ve bilimsel süreç becerilerini geliştirdiği de bilinmektedir. Disiplinler arası yaklaşımlarla oluşturulan STEM eğitimin amacı, öğrencilerin çeşitli konu alanları hakkında anlamlı soruların nasıl çerçeveleneceği ve sorulacağı gibi gerekli entelektüel araçlar ve öğrenme stratejileri geliştirmelerine yardımcı olmaktadır. Bu yetenek, bireylerin kendi kendine yeten ve yaşam boyu öğrenen olmalarına katkıda bulunmaktadır (Borne et al., 2009).

STEM yaklaşımının doğuşu ve gelişimine bakıldığında temelinde ülkelerin astronomi ve uzay çalışmaları konusunda lider olma yarışını ve evreni daha iyi anlamak için teknolojinin sınırlarının zorlanması nedeniyle yapılan disiplinler arası çalışmalar olduğu görülmektedir. Yapılan çalışmalar astronominin, ilgili STEM alanlarında araştırma ve öğretmeyi teşvik ettiği ve astronominin az olduğu ya da hiç olmadığı bölgelerde yeni disiplinler arası programların gelişmesine katkı sağladığını da göstermektedir. Yapılan çalışmalar arasında, bilim kampı, bilim okulu, bilim ve sanat merkezi gibi sınıf dışı bilim eğitimi verilen öğrenme ortamlarında yapılan STEM etkinliklerinin, disiplinler arası öğrenmeyi sağladığı ve 21. yüzyıl becerilerini geliştirdiği belirtilmektedir. Genel olarak bakıldığında STEM yaklaşımının uzay çalışmalarıyla ortaya çıktığı ve bilim eğitiminde önemli

bir yeri olduğuna vurgu yapıldığı da görülmektedir. Ancak ülkemizde astronomi eğitimindeki sorunların hala her seviyede devam ediyor olması, bu çalışmayı astronomi eğitiminde karşılaşılan sorunlara bir çözüm önerisi olarak astronomi merkezli bir STEM ders planı ve web 2.0 aracı geliştirmesi nedeniyle diğer çalışmalardan farklı kıldığı düşünülmektedir.

# 4. ASTRONOMİ VE UZAY BİLİMLERİ TEMELLİ UYGULAMALARLA HAZIRLANAN STEM KAMPLARI

Bu bölümde disiplinler arası yapısıyla STEM yaklaşımı için oldukça elverişli bir doğaya sahip olan astronomi ve uzay bilimleri bağlamında yapılan bazı etkinlikler, bu etkinliklerde uygulanan uygulamalar, uygulamalarla hazırlanan STEM ders planı örneği ve geliştirilen yenilikçi bir astronomi web 2.0 aracı olarak "www.astrostem.org" web platformu aktarılmaktadır.

Bu tez kapsamında uygulanmak üzere derlenen uygulamalardan biri ya da birkaç tanesi bütün etkinliklerde kullanıldı. "Etkinlikler" bölümünde bütün etkinliklere yer verildi ancak kamp sürekliliğin sağlandığı "Konak Belediyesi Yaz Okulu ve Kış Okulları" kapsamında uygulamaların en aktif olarak gerçekleştirildiği ve sonuçlarının gözlendiği etkinlik olması bakımından "Etkinliklerde Kullanılan Uygulamalar" bölümünde daha çok bu etkinliklerde yapılan uygulamalar üzerinde duruldu.

Astronomi ve uzay bilimleri temelli uygulamalarla hazırlanan STEM etkinliklerinin tümü "Astronomide STEM" olarak adlandırıldı. Etkinliklerdeki uygulamalarda beyin fırtınası, soru-cevap, drama, rol yapma, eğitsel oyun, problem çözme, tartışma, gösteri, deney gibi yöntem ve teknikler de öğrenme-öğretme sürecinin oluşturulması için STEM ders planları için kullanıldı. Belirlenen farklı disiplinlerle entegre bir şekilde hazırlanan STEM ders planlarından bir tanesi örnek olarak verildi.

STEM disiplinlerindeki teknoloji ayağının kullanımında dikkati çeken iki temel nokta, var olan teknolojinin kullanılması ya da STEM etkinlikleri kapsamında yeni bir teknolojinin geliştirilmesidir. Bu bağlamda bütün etkinliklerin ve uygulamaların derlendiği "www.astrostem.org" web platformu hem var olan teknolojiyi kullanarak çevrimiçi erişimi sağlamak hem de karşılıklı etkileşimlerle etkinlikler süresince geliştirilecek yeni teknolojileri uygulamak için alt yapı sağlamak amacıyla geliştirildi.

## 4.1 Etkinlikler

Bu tez kapsamında geliştirilen astronomi temelli uygulamaların ya da STEM ders planlarının uygulandığı etkinlikler tarih sırasına göre Tablo 4.1'de sunulmaktadır.

**Tablo 4.1** Etkinlikler ve tarihleri.

| | **Tarih** | **Atölyelerin uygulandığı yer** |
|---|---|---|
| **1** | 18 Kasım 2017 | Aliağa Mini Astronomi Öğretmen Semineri, Aliağa Halk Eğitim Merkezi |
| **2** | 23 Aralık 2017 | Bergama Dereköy EBSO Ortaokulu, Bergama |
| **3** | 06 Ocak 2018 | Bornova Mini Astronomi Öğretmen Semineri, Bornova Bahçeşehir Koleji |
| **4** | 22 Ocak 2018 | STEM Öğretmen Eğitimi, Ege Üniversitesi Eğitim Fakültesi |
| **5** | 31 Ocak 2018 | EGEÇEM, Ege Üniversitesi Çocuk Eğitimi Uygulama ve Araştırma Merkezi |
| **6** | 24 Şubat 2018 | Ödemiş Mini Astronomi Semineri, Ödemiş Belediyesi Kültür Merkezi |
| **7** | 10 Mayıs 2018 | Ödemiş Bademli Ortaokulu, Ödemiş |
| **8** | 21 Haziran 2018 | EGEÇEM, Ege Üniversitesi Çocuk Eğitimi Uygulama ve Araştırma Merkezi |
| **9** | 26 Haziran – 16 Ağustos 2018 | Konak Belediyesi Yaz Okulları, Konak |
| **10** | 04 Ekim 2018 | Aliağa TÜBİTAK 4007 Bilim Şenliği, Avcı Ramadan Çocuk Oyun ve Rekreasyon Alanı |
| **11** | 25 Ekim 2018 – 23 Şubat 2019 | İzmir Büyükçiğli Özel Türk Koleji, Robotik Kulübü |
| **12** | 02 Kasım 2018 – 31 Mayıs 2019 | Konak Belediyesi Kış Okulu, Dario Moreno Sanat Merkezi |
| **13** | 24 Kasım 2018 | Academico, Güzelbahçe |
| **14** | 11 Ocak 2019 | IAU 100 Saat Astronomi, Dario Moreno Sanat Merkezi |
| **15** | 21 Ocak – 31 Ocak 2019 | Bayraklı Belediyesi Sömestr Okulu, 75. Yıl Kültür Merkezi |
| **16** | 22 Ocak 2019 | EGEÇEM, Ege Üniversitesi Çocuk Eğitimi Uygulama ve Araştırma Merkezi |
| **17** | 19 Haziran 2019 | EGEÇEM, Ege Üniversitesi Çocuk Eğitimi Uygulama ve Araştırma Merkezi |
| **18** | 01 Temmuz - 25 Temmuz 2019 | Konak Belediyesi Yaz Okulları, Konak |
| **19** | 08 Temmuz - 01 Ağustos 2019 | Karabağlar Belediyesi Yaz Okulları, Karabağlar |

### 4.1.1 Mini astronomi öğretmen seminerleri örneği

Fen Öğretmenleri Derneği (FENÖDER) işbirliğiyle İzmir'in ilçelerinde öğretmenler için düzenlenen, öğrencilerin ve velilerin de katıldığı, Prof. Dr. Zeynel TUNCA ve Prof. Dr. Serdar EVREN'in birlikte düzenlediği Mini Astronomi Öğretmen Seminerleri (Mini AÖS)'ne yardımcı eğitmen olarak dahil olundu. Aliağa, Ödemiş ve Bornova'da yapılan seminerler sonrasında, Güneş'in özellikleri hakkında dikkat çekmek ve bilimsel farkındalık oluşturmak amacıyla teleskop aracılığıyla Güneş gözlemi gerçekleştirildi. Güneş filtresi olmadan çıplak gözle teleskop gözleminin tehlikeli olduğu bireylere gerekli uyarılar eşliğinde uygulamalı olarak aktarıldı. Güneş gözlemini gerçekleştirirken bireylerin sorduğu sorular cevaplandı ve Güneş'in özellikleri hakkında genel bilgiler paylaşıldı (Bkz, Şekil 4.1).



**Şekil 4.1** Teleskopla Güneş Gözlemi, Aliağa Mini AÖS, Aliağa Halk Eğitimi Merkezi

Bu süreçte başlangıç olarak seminerlere katılan ilköğretim ve ortaöğretim seviyesindeki okullarda görev yapan fen bilimleri öğretmenlerinin astronomi ve uzay bilimleri konularını öğrencilerine aktarırken yaşadıkları zorlukları belirlemek amacıyla sözlü görüşmeler gerçekleştirildi (Bkz, Şekil 4.2).



**Şekil 4.2** Öğretmenlerle bilgi alışverişi, Bornova Mini AÖS, Bornova Bahçeşehir Koleji

Daha önce astronomi ve uzay bilimleri uygulamalarını sınıf içi ya da sınıf dışı etkinliklerde uygulayan öğretmenlerden anlık geri bildirimler alındı ve karşılıklı bilgi alışverişinde bulunuldu**.** Öğretmenlerin genel olarak astronomi konularında karşılaştıkları zorluklar ve öneriler Tablo 4.2'de listelendi. Ayrıca birlikte çalışmak isteyen öğretmenlerin iletişim bilgileri alındı. Öğretmenlerin bu geri bildirimleriyle ve karşılıklı işbirliğiyle yapılması planlanan atölyelerde kullanılacak olan uygulamaları belirlemek amacıyla bir yol haritası belirlendi.

**Tablo 4.2** Öğretmenlerin astronomi eğitiminde karşılaştıkları zorluklar ve öneriler

| **Karşılaşılan zorluklar** | **Öneriler** |
|---|---|
| Günlük yaşamla ilişkilendirme | Astronominin günlük yaşamda kullanımıyla ilgili olarak farkındalık çalışmalarının yapılması |
| Soyut kavramları aktarma | Soyut kavramları somutlaştıracak ya da dijitale aktararak üç boyutlu hale getirecek astronomi uygulamaların oluşturulması |
| Kaynak ve materyal eksikliği | Öğretmen ve öğrencilere yönelik Türkçe astronomi ve uzay bilimleri kaynakların artırılması |
| Teleskopla gözlem imkanı | Okullara teleskop temin edilmesi ve gökyüzü gözlemleriyle ilgili öğretmen eğitimlerinin yapılması |
| Diğer disiplinlerle ilişkilendirme | Astronominin diğer disiplinlerle ilişkisini daha iyi aktaracak etkinliklerin diğer disiplinlerdeki uzmanlarla birlikte geliştirilmesi |

### 4.1.2 STEM öğretmen eğitimi örneği

Prof. Dr. Abdullah KIZILIRMAK'ın vefatının 34'üncü yıl dönümü sebebiyle, Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü'nde gerçekleştirilen anma toplantısına sunum yapmak üzere davet edilen Ege Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dekan Vekili Prof. Dr. Hülya Yılmaz'ın "Türkiye'de STEM Eğitimi" sunumu sonrası gerçekleştirilen görüşmede tarafımızca yapılan araştırma ve çalışmalar kendisiyle paylaşıldı. Sonrasında Prof. Dr. Hülya Yılmaz tarafından davet edildiğimiz Ege Üniversitesi Eğitim Fakültesi'nde gerçekleşen "STEM Öğretmen Eğitimi" programına dahil olundu. Eğitimler sırasında astronomi ve uzay bilimleriyle ilgili ders, uygulama ve etkinlik planları oluşturma üzerine çalışmalar gerçekleştirildi (Bkz, Şekil 4.3). Güneş fırını ve uzay kirliliğini temizleyen araç uygulamaları gerçekleştirildi. Uzay kirliliği konusunda eğitime katılan öğretmenlere gerekli bilgiler verildi ve eğitim sırasında hazırlanan STEM ders planları karşılıklı olarak paylaşıldı.



**Şekil 4.3** STEM Eğitmen Eğitimi, Ege Üniversitesi Eğitim Fakültesi

STEM konusunda uzman kişilerden alınan bu eğitimler doğrultusunda çalışmamızın uygulama basamakları güncellendi. STEM Öğretmen Eğitimi

Programı'nı başarıyla tamamladıktan sonra Ege Üniversitesi Rektörü Prof. Dr. Necdet BUDAK tarafından belgelerimiz verildi (Bkz, Şekil 4.4).



**Şekil 4.4** STEM Öğretmen Eğitimi Programı Sertifika Töreni

### 4.1.3 Çevrimiçi STEM eğitmen eğitimi örneği

Muş Alparslan Üniversitesi Sürekli Eğitim Merkezi'nden 28 Ocak - 26 Mart 2019 tarihleri arasında çevrimiçi olarak Dr. Bekir YILDIRIM'ın düzenlediği "STEM Eğitmen Eğitimi" programına dahil olundu. Eğitimler boyunca STEM Eğitimi, STEM Pedagojik Alan Bilgisi, 21. Yüzyıl Becerileri ve STEM Ders Planı hazırlama konularında bilgi sağlandı (Bkz, Şekil 4.5). Çevrimiçi eğitimlerin STEM eğitimlerinde var olan teknolojiyi kullanma bağlamında önemli olduğu görüldü. Eğitim sırasında astronomiyle ilgili örnek ders planları oluşturuldu. Başarıyla tamamladığımız eğitim sonrasında sertifikalarımız gönderildi.




**Şekil 4.5** Çevrimiçi STEM Eğitmen Eğitimi örnek ders planı incelemesi

### 4.1.4 EGEÇEM örneği

Ege Üniversitesi Çocuk Eğitimi Uygulama ve Araştırma Merkezi (EGEÇEM) bünyesinde Güz ve Bahar Dönemlerinde "Astronomide STEM Uygulamaları Atölyesi" kapsamında teleskop gözlemi ve Dünya dışında yaşam alanı oluşturma uygulamaları gerçekleştirildi. Güz döneminde gerçekleştirilen atölyede öğrencilere, Güneş Sistemi'ndeki gezegenlerin ve uydularının temel özellikleri, büyüklükleri ve uzaklıklarımın ölçeklendirerek birbiriyle karşılaştırılması, Güneş sistemindeki diğer küçük gök cisimleri hakkında (cüce gezegenler, göktaşları, asteroitler, kuyruklu yıldızlar vb.) ayırt edici özellikleri eşliğinde bilgilendirmeler yapıldı. Sonrasında öğrencilerden Güneş sistemi modelinin resmedilmesi istenildi. Ayrıca her iki dönemde de gözle görülen en yakın yıldız ve sistemimizin yıldızı olan Güneş, Güneş filtresi olan teleskoplar kullanılarak gözlendi (Bkz, Şekil 4.6).



**Şekil 4.6** a) Güneş gözlemi **b)** Gölgeyle yön bulma uygulaması **c)** Güneş sistemi modeli

Bahar döneminde gerçekleştirilen atölyede ise astronomi ve uzay bilimleri konusunda bilgilendirmelere ek olarak, Yer'in uydusu Ay ve Güneş Sistemi'ndeki diğer gezegenlerde (gezegenlerin uyduları da dahil olmak üzere) canlıların yaşayabileceği ve yerleşebileceğine yönelik olası fikirler tartışıldı ve Dünya dışında yaşam ve yaşan alanı oluşturma konusu Dünya'nın uydusu Ay ile

ilişkilendirilerek STEM uygulaması olarak gerçekleştirildi. Böylelikle diğer gök cisimlerinde yapılması planlanan yaşanabilir alanlarla ilgili olarak fikir, çizim ve prototip geliştirmeleri sağlandı (Bkz, Şekil 4.7)



**Şekil 4.7 a)** Bilgi paylaşımı **b)** Uygulama hazırlığı **c)** Takım çalışması **d)** Prototip tasarımı

Öğrencilerden atölye sonunda grup çalışması olarak gerçekleştirdikleri projeleri velilerine sunmaları istenildi. Öğrencilerin sunumlarıyla uygulamaların değerlendirmeleri yapıldı (Bkz, Şekil 4.8).



**Şekil 4.8** Uygulama ve prototip sunumları

### 4.1.5 Aliağa TÜBİTAK 4007 bilim şenliği örneği

Mini AÖS'lerde iletişim kurduğumuz Aliağa Gazi Ortaokulu Fen Bilgisi öğretmeni Cemal ÖNDER'in davetiyle Aliağa ilçesinde Aliağa Belediyesi ve ilçe

milli eğitim müdürlüğü işbirliğinde 4 Ekim 2019 tarihinde Avcı Ramadan Çocuk Oyun ve Rekreasyon Alanı'ndaki geniş kitlelere hitap eden 4007 Aliağa TUBİTAK Bilim Şenliği'ne eğitmen atölye lideri olarak dahil olundu. Bilim şenliğindeki atölyemizde Güneş sistemi modeli, etkinliğe katılan öğrencilerle gerçekleştirildi (Bkz, Şekil 4.9).



**Şekil 4.9** Aliağa TÜBİTAK 4007 Bilim Şenliği

### 4.1.6 Köy okulları ziyaretleri

#### 4.1.6.1 Bergama Dereköy EBSO Ortaokulu örneği

İzmir Amerikan Koleji Astronomi Kulübü ile ortaklaşa planlanan "Astronomi Öğreniyorum" etkinliği için Bergama Dereköy EBSO Ortaokulu ziyaret edildi. İzmir Amerikan Koleji'ndeki öğrencilerle, Bergama Dereköy EBSO Ortaokulu'nda taşımalı eğitim gören öğrencileri bir araya getirdiğimiz etkinlikte teleskop gözlemi, Güneş saati ve Ay takvimi uygulamaları gerçekleştirildi.



**Şekil 4.10 a)** Teleskopla Güneş gözlemi ve **b)** Ay Gözlemi

Teleskopla Güneş ve Ay gözlemlerinde (Bkz, Şekil 4.10), Güneş ve Ay'ın yüzey özellikleri öğrencilere anlatıldı. Güneş saati uygulamasında, bireylerin Güneş'ten yararlanarak yerel saati bulmaları ve gölgelerden yararlanarak yön tayin etmeleri sağlandı. Ay takvimi uygulamasında ise, Ay'ın evreleri ve tutulmaların hangi evrelerde gerçekleştiği konusunda bilgiler sağlandı. Öğrencilerin uygulama sürecindeki durumları Şekil 4.11'de görülmektedir.



**Şekil 4.11 a)** Ay takvimi uygulaması **b)** Güneş saati uygulaması

### 4.1.6.2 Ödemiş Bademli Ortaokulu örneği

Mini AÖS'lerde birlikte çalışmak isteyen öğretmenlerin daveti üzerine katıldığımız Ödemiş Bademli Ortaokulu ziyareti sırasında 4006 TUBİTAK Bilim Fuarı etkinliğinde, teleskopla Güneş gözlemi ve Dünya dışında yaşam alanı oluşturma uygulamaları gerçekleştirildi (Bkz, Şekil 4.12).



**Şekil 4.12 a)** Teleskopla Güneş Gözlemi **b)** Dünya dışında yaşam oluşturma uygulaması

Okul Müdürü Ramazan GÖÇEN'in ilgisi ve Bademli Ortaokulu Fen Bilimleri Öğretmeni Olgun HAN'ın iş birliğiyle öğrencilerin kullanımı için Ödemiş Bademli Ortaokulu'na bir teleskop kazandırıldı (Bkz, Şekil 4.13).




**Şekil 4.13** Bademli Ortaokulu'na kazandırılan teleskopla ilk gözlem

### 4.1.7 İzmir Büyükçiğli Özel Türk Koleji ve FLL örneği

Bilim Kahramanları Buluşuyor / FIRST® LEGO® League (FLL) "Into Orbit: Uzay Serüveni" konulu turnuva kapsamında, İzmir Büyükçiğli Özel Türk Koleji Robotik Kulübü ROBOTÜRK takımının yarışmaya hazırlık boyunca takım danışmanlığı gerçekleştirildi. Proje kapsamında astronomi ve uzay bilimleri temalı proje konusu belirleme, içerik araştırma, prototip tasarlama, projeyi destekleyici ek sosyal sorumluluk projesi geliştirme, prototiplerini girişime dönüştürebilmeleri için proje sunumu için iş modeli kanvası hazırlama konularında takım üyeleriyle birlikte yaklaşık dört ay boyunca çalışıldı. Bu süreçte takım üyeleriyle astronomi ve uzay bilimleri, uzay teknolojileri, bilim felsefesi, bilim ve bilimkurgu üzerine tartışma, uygulamalar ve sunumlar yapıldı. Takım çalışmasıyla birlikte "Asteroit ve Uzay Madenciliği" konusunda bir girişim örneği hazırlandı (Bkz, Şekil 4.14).



**Şekil 4.14** Takım üyeleriyle birlikte proje hazırlığı

Yarışmaya hazırlık sürecinde konu hakkında farkındalık oluşturması açısından "Asteroitlere yolculuk" adında bir bilet uygulaması takım üyelerinin katkılarıyla çevrimiçi web platformu üzerinde geliştirildi. Tüm bu hazırlıkların sonunda İzmir Büyükçiğli Özel Türk Koleji Robotik Kulübü ROBOTÜRK ile FLL yarışmasında öz değerler, robot performans ve proje alanlarında yarışıldı (Bkz, Şekil 4.15).




**Şekil 4.15 a)** Takım üyelerinin robot yarışı performansı **b)** Proje sunum performansı

### 4.1.8 Konak Belediyesi yaz okulu ve kış okulu örneği

Konak Belediyesi yaz okulları kapsamında 25 Haziran – 16 Ağustos 2018 tarihleri arasında iki ay boyunca Konak Belediyesi'ne bağlı semt merkezleri, kültür merkezleri ve sanat merkezlerinde sabah ve öğleden sonra olmak üzere 7-14 yaş aralığında ilköğretim seviyesinde öğrenim gören yaklaşık 1600 öğrenciyle birlikte astronomi ve uzay bilimleri atölyeleri düzenlendi. Atölyelerde öğrencilere, astronomi ve uzay bilimleri konusunda etkileşimli derslerin yanı sıra çeşitli astronomi uygulamaları, teleskop gözlemi, oyunlar ve deneyler gerçekleştirildi. Öğrencilerin yaz okuluna geldiklerinde özellikle astronomi atölyelerinde heyecanla ve ilgiyle derse katılım yaptıkları, uygulamaları yapmaktan ve evren hakkında yeni şeyler öğrenmekten mutlu oldukları gözlemsel olarak tespit edildi. Bu iki aylık süreç içinde ulusal medyada ve sosyal medyada "Miniklerden Gökyüzüne Yolculuk" başlıklı paylaşımlarla yer alan astronomi atölyesi, yaz okuluna katılan öğrencilerle yapılan sözlü görüşmeler sonunda en fazla ilgi gören atölye seçildi (Bkz, Şekil 4.16).




**Şekil 4.16** Konak Belediyesi Sosyal Medya Paylaşımı

Konak Belediyesi'ndeki yaz okullarında oluşan yoğun ilgi ve talep üzerine Konak Belediyesi Dario Moreno Sanat Merkezi Kış Okulu kapsamında astronomi ve uzay bilimleri atölyelerine devam edilmesine karar verildi. Kış okullarında, astronomi ve uzay bilimleri konusunda yapılan daha önceki deneyimler göz

önünde bulundurularak öğrencilerin anlamakta zorlanmadıkları ve öğrenirken keyif aldıkları uygulamaların içerikleri, Milli Eğitim Bakanlığı'nın ilköğretim ve ortaöğretim programlarındaki kazanımlar (Bkz, EK-B1 ve EK-B2) ve STEM yaklaşımıyla güncellendi. Ayrıca atölyelerin devam ettiği süreç içinde kış okuluna katılan öğrencilerle birlikte "IAU 100 Hours Astronomy Events" kapsamında "STEM in Astronomy Workshop" gerçekleştirildi.

## 4.2 Etkinliklerde Kullanılan Uygulamalar

### 4.2.1 Takımyıldızlar

"Takımyıldızlar" uygulamasına ilişkin konu, kazanım, materyaller ve gerekli açıklamalar Tablo 4.3'te görülmektedir.

**Tablo 4.3** Uygulama 1

| | |
|---|---|
| **Takımyıldızlar Uygulaması** | **Konu ve kavramlar:** Takımyıldızlar, Yıldızlar, Işık yılı, Pratik Astronomi. |
| | **Kazanımlar:** F.7.1.2.2., A.1.3., A.1.10., A.2.6., A.2.8., A.3.1., A.3.3.,A.3.11. (Bkz, EK 2 ve EK3) |
| | **Materyaller:** A4 kağıt, alüminyum folyo, ip, bant, kürdan, kalem. |
| | **Açıklama:** Küçük yaşlardaki gruplar için gökyüzünün iki boyutlu hali kağıtlara noktalanır. Bireyler ellerindeki kağıtlardaki noktaları kendi hayal güçlerine göre birleştirerek farklı takımyıldızlar oluşturarak çizerler. Daha büyük gruplarda ise çizilen takımyıldızların bulunduğu noktalara kürdan ya da kalem yardımıyla küçük delikler açılır. Deliklerden farklı uzunluklarda ip o yıldızın ait olduğu delikten geçirilerek takımyıldız şekli olan tarafa bantlanır. İpin diğer taraftaki ucuna da yıldızı temsilen alüminyum folyodan küçük küreler yapılır ve bantla ipe yapıştırılır. Hazırlanan modele yandan baktığımızda uzaklıklarına göre sıralandıkları ve modeli yüksekte tutup alttan bakınca da takımyıldızların desenlerinin gökyüzündeki hali görülür. |

Uygulama öncesinde Takımyıldızlar, yıldızlar ve ışık yılı hakkındaki bilgiler öğrencilere etkileşimli olarak aktarıldı. Bir yıl boyunca Güneş 13 takımyıldızın önünden geçiyor gibi görülmektedir. Fakat aslında hareket edenin Yer olduğu ve Yer'in yıllık hareketiyle birlikte gökyüzünde oluşan bu harekete görünür hareket denildiği bilgisi verildi. Bu on iki takımyıldıza tutulumdan geçen takımyıldızları olarak adlandırılmaktadır ve her biri gökyüzünün yaklaşık 30 derecelik yer kaplar, birlikte 360 derecelik bir daire oluşturdukları bilgisi verildi. Daha sonra gökyüzünün noktalanmış iki boyutlu hali olan kağıtlar dağıtıldı. Bireylerden bu kağıtlar üzerine kendi takımyıldızlarını çizmeleri istenildi. Böylece bireylerin

takımyıldızların gökyüzünde görsel bir desen oluşturan yıldızlar olduğunu ve bu yıldızların aralarındaki uzaklığın gerçek uzaklıkları vermeyeceğini kavramaları beklenmektedir. Uygulamaya katılan öğrencilerin çizim hazırlıkları ve yaptıkları çizimlerin son hali Şekil 4.17'de görülmektedir.



**Şekil 4.17** Takımyıldızlar uygulaması.

### 4.2.2 Kutup yıldızı saati

"Kutup Yıldızı Saati" uygulamasına ilişkin konu, kazanım, materyaller ve gerekli açıklamalar Tablo 4.4'te görülmektedir. Uygulama öncesinde kutup yıldızının nasıl bulunacağına dair bilgiler ile birlikte Dünyanın hareketleri ve sonuçları hakkındaki bilgiler öğrencilere anlatıldı. Daha sonra bireylerden Kutup yıldızını ve bir önceki uygulamada öğrendikleri takımyıldızları kullanarak bir saat oluşturulmaları istenildi. Uygulama sürecinde bireylerin dünyanın hareketlerini ve sonuçlarını daha iyi kavramaları, zamanın yıldızlara bakılarak nasıl tahmin edildiğini öğrenmeleri ve bunu günlük yaşamla ilişkilendirmeleri beklenmektedir.

**Tablo 4.4** Uygulama 2

| | |
|---|---|
| **Kutup Yıldızı Saati Uygulaması** | **Konu:** Takımyıldızlar, Dünyanın hareketleri ve Sonuçları, Zaman, Yönler. |
| | **Kazanımlar:** F.4.1.2.1., F.4.1.2.2., F.7.1.2.2., A.1.3., A.1.10., A.2.6., A.3.1., A.3.4., A.3.10., A.5.1., A.5.4. (Bkz, EK 2 ve EK3) |
| | **Materyaller:** Büyükayı, Küçükayı ve Kraliçe takımyıldızı çıktıları (ya da A4 kağıt), makas, raptiye, kalem. |
| | **Açıklama:** Kutup yıldızı, küçük ayı takımyıldızının kuyruk tarafındaki yıldızlar takip edilip bulunabilir. Ek olarak, büyük ayı ve kraliçe takımyıldızlarına yaklaşık bir şekilde gökyüzündeki desene göre aynı mesafedeymiş gibi görülmektedir. Büyük ayı takımyıldızını rehber olarak kullanıp en parlak iki yıldızı, Dubhe ve Merak doğrultusunda ve daha parlak olan Dubhe yönüne doğru, aralarındaki görsel uzaklığın beş katı kadar elimizle ilerleyerek kutup yıldızını bulabiliriz. Uygulamayı gökyüzündeki desene göre ayarladığımızda zamanı belirleme konusunda ve kutup yıldızı hep kuzeyi gösterdiğinden dolayı yönler hakkında da bilgi sahibi oluruz. |

Uygulamaya katılan öğrencilerin hazırladıkları uygulamaların son hali Şekil 4.18'de görülmektedir.



**Şekil 4.18** Kutup yıldızı saati uygulaması.

### 4.2.3 Usturlap yapımı

"Usturlap Yapımı" uygulamasına ilişkin konu, kazanım, materyaller ve gerekli açıklamalar Tablo 4.5'te görülmektedir.

**Tablo 4.5** Uygulama 3

| | |
|---|---|
| **Usturlap Yapımı Uygulaması** | **Konu:** Gökyüzündeki hareket, Astronomide kullanılan araçlar, Gökyüzündeki açılar |
| | **Kazanımlar:** F.4.1.2.2., F.5.1.4.1. F.7.1.1.5., A.1.3., A.1.4., A.1.10., A.2.6., A.2.9., A.3.6., A.3.11. (Bkz, EK 2 ve EK3) |
| | **Materyaller:** Açıölçer, pipet, ip, boncuk, A4 kağıt, bant. |
| | **Açıklama:** Usturlabın hangi amaçlar için kullanıldığından bahsedilir. Uygulama için A4 kağıdı ya da çıktılar gerekli yerlerden kesilir. Usturlabı yatay tuttuğumuzda açı 90 ve tam dik tuttuğumuzda açı 180 ya da 0 derece olacak şekilde belirlenen dereceler kağıda yazılır. Oluşturulan dereceli kağıt pipetlere bantlanır ve pipetin içinden bir ip geçirilir. İpin bir ucu tutularak diğer uzuna küçük bir boncuk bağlanır. Belirlenen bir yükseklikteki cisimlerini görmek için Usturlap hareket ettirildiğinde boncuk farklı dereceleri gösterecektir. |

Uygulama öncesinde teleskoptan önce astronomide kullanılan araçlar ve gökyüzündeki açılar hakkında bilgiler öğrencilere verildi. Gökyüzündeki açıları belirleyebilmek için el, yumruk ve parmağımızı kullanarak her biri için farklı oranlarda açılar belirlenmektedir. Örneğin, elimizi uzatıp bir gözümüzü kapatarak başparmak ucuyla belirlenen herhangi bir gökcismi, gökyüzünde 1 derecelik, yumruk 10 derecelik, karış ise 20 derecelik bir alanı temsil etmektedir. Daha sonra bireylerden usturlap yapmaları istenildi. Bireylerin yaptıkları bu uygulama sayesinde gökyüzündeki hareketi daha iyi anlamaları gökyüzüyle ilgili basit ölçümler yapabilmeleri beklenmektedir. Uygulamaya katılan öğrencilerin hazırladıkları uygulamaların son hali Şekil 4.19'da görülmektedir.



**Şekil 4.19** Usturlap uygulaması

### 4.2.4 Güneş saati

"Güneş Saati" uygulamasına ilişkin konu, kazanım, materyaller ve gerekli açıklamalar Tablo 4.6'da görülmektedir. Uygulama öncesinde gökyüzündeki görünü hareketin nedenleri üzerine öğrencilerle soru cevap eşliğinde tartışıldı. Güneş'in gökyüzündeki günlük görünür hareketinin Dünya'nın dönme hareketi sebebiyle gerçekleştiği açıklandı. Daha sonra bireylerden Güneş'in görünür hareketini kullanarak zamanı ve yönümüzü belirleyecek bir prototip oluşturmaları istenildi. Havanın kapalı olduğu bir günde gerçekleştirilen uygulamayı bir el feneri yardımıyla deneyimlendi. Uygulama sürecinde bireylerin görünür hareketlerle gerçek hareket arasındaki ayrımı yapmaları ve görünür hareketi kullanarak zamanı ve yönlerini belirleyebilmeleri beklenmektedir.

**Tablo 4.6** Uygulama 4

| | |
|---|---|
| **Güneş Saati Uygulaması** | **Konu:** Dünyanın hareketleri, dönme, dolanma ve sonuçları, Görünür hareket, gün-yıl, gece-gündüz |
| | **Kazanımlar:** F.4.1.2.1., F.4.1.2.2., F.5.1.4.1., A.2.6., A.3.11., A.4.1., A.4.3., A.5.1., A.5.5. (Bkz, EK 2 ve EK3) |
| | **Materyaller:** Tahta çubuklar, pipet, makas, bant, kalem ve strafor top. |
| | **Açıklama:** Bir kalemin ucuna strafor top geçirilir. Daha sonra yatay tahta çubuklar çapraz bir şekilde birbirlerine geçirilerek katlanır bir iskemble şeklinde bir model elde edilir. Oluşturulan bu parçanın üzerine strafor top yerleştirdiğimiz kalem yatay olarak bırakılır. Tahta çubuklar açıölçer yardımıyla ölçülerek yaklaşık 40 derecelik bir açıya kadar getirilir. Hazırlanan Güneş saati kuzey yönüne bakacak şekilde çevrilir. Kuzeyi bulamazsanız güneş saatini saatinizle aynı olacak şekilde yönlendirebilirsiniz. Yaz saati uygulaması olduğunda saatinizden bir saat çıkarmanız gerekmektedir. |

Uygulamaya katılan öğrencilerin hazırlıkları ve uygulamalarının son hali Şekil 4.20'de görülmektedir.



**Şekil 4.20** Güneş saati uygulaması

### 4.2.5 Güneş fırını

"Günüş Fırını" uygulamasına ilişkin konu, kazanım, materyaller ve gerekli açıklamalar Tablo 4.7'de görülmektedir. Güneş'ten gelen ışık ve yenilenebilir bir enerji kaynağı olarak Güneş'in nasıl ve hangi amaçlarla kullanabileceği bireylere aktarıldı. Daha sonra bireylerden Güneş fırını oluşturmaları istenildi. Bu sayede aldıkları bu bilgileri günlük yaşamla ilişkilendirmeleri ve ortak bir amaca yönelik iş birliği kurmaları beklenmektedir.

**Tablo 4.7** Uygulama 5

| | |
|---|---|
| **Güneş Fırını Uygulaması** | **Konu:** Mevsimler ve iklim, Küresel iklim değişimleri, Dünya'nın dönme ekseni, dolanma düzlemi, ısı enerjisi, mevsimler, yenilenebilir enerji kaynakları |
| | **Kazanımlar:** F.8.1.1.1., F.8.1.2.1., A.1.3., A.1.8., A.1.9., A.4.1. (Bkz, EK 2 ve EK3) |
| | **Materyaller:** Pipet ya da çubuk, alüminyum levha ve folyo, karton kutu, makas, bant, termometre, streç film, siyah kağıt. |
| | **Açıklama:** Daha sonra karton kutu ya da ince mukavvalar kullanılarak hazırlanan kutuların sağ ve sol kısımlarının ortalarından yarıya kadar kesikler açılır. Kutunun iç kısmına oval bir şekilde alüminyum folyo ya da levha yapıştırılır. Kesikli olan kısımlardan uzunca bir çubuk geçirilir. Üstünü kapatmak için bir mukavvayı iç kısımlarından keserek bir çerçeve oluşturulabilir. İçten geçen çubuğa istenen yiyecek tercihen marshmallow yerleştirilerek güneş alan bir yere bırakılır. Güneş gören yerde kaldığı süre boyunca ne kadar ısındığı termometreyle ölçülebilir. |

Uygulamaya katılan öğrencilerin hazırladıkları uygulamaların son hali Şekil 4.21'de görülmektedir.



**Şekil 4.21** Güneş fırını uygulaması

### 4.2.6 Güneş sisteminde yolculuk

"Güneş Sisteminde Yolculuk" uygulamasına ilişkin konu, kazanım, materyaller ve gerekli açıklamalar Tablo 4.8'de görülmektedir. Uygulama öncesinde Güneş sistemindeki gezegenlerin Güneş'e olan uzaklıkları verilerek hizalanmalarını ve gezegenleri özelliklerine göre tahmin ettikleri oyunlar eşliğinde Güneş Sistemi'nin genel özellikleri, gezegenler ve diğer gökcisimlerinin yörüngeleri hakkındaki bilgiler öğrencilere aktarıldı. Daha sonra bireylerden Güneş Sistemi'ne ilişkin bir model oluşturmaları istenildi. Model üzerinde eksen eğikliği ölçümü, tellerle uzaklık ölçümü ve strafor topların büyüklüklerine göre gezegen karşılaştırmaları yapıldı. Öğrencilerin oluşturulan bu model ile gezegenli sistemlerin doğasını, işleyişini ve gelişimini kavramaları beklenmektedir.

**Tablo 4.8** Uygulama 6

| | |
|---|---|
| **Güneş Sisteminde Yolculuk Uygulaması** | **Konu:** Güneş ve güneş sisteminin oluşumu, gezegenlerin büyüklük karşılaştırmaları, gezegenlerin Güneş'e olan uzaklıkları ve astronomik birim, gezegenler ve temel özellikleri, gezegenlerin uyduları, cüce gezegenler, göktaşları, asteroitler ve kuyrukluyıldızlar. |
| | **Kazanımlar:** F.3.1.1.2.,F.5.1.1.2., F.5.1.4.1., F.6.1.1.1., F.6.1.1.2., A.2.5., A.2.7., A.5.1. (Bkz, EK 2 ve EK3) |
| | **Materyaller:** Gezegenlerin görsel çıktıları, Tel, strafor top, strafor bardak, boya kalemleri, delikli şişe mantarları ve ayaklı çubuk. |
| | **Açıklama:** Gezegenlerin görsel çıktıları alınır ve strafor bardaklara yapıştırılır. Ardından bardaklar bireylere dağıtılarak gezegenlerin Güneş'e göre yörünge sıralamasının oluşturulması beklenir. Sıralama işlemi bittikten sonra gezegenlerin görsel çıktıları toplanıp ters çevrilerek kapatılır ve herkes birer görsel seçer ve gezegenleri özellikleriyle birlikte tahmin etme oyunu oynanır. Uygulama için de strafor toplar gezegen büyüklüklerine göre sıralanır.Hazırlanan tellerin ucuna eksen eğiklikleri verilerek yerleştirilir. Tellerin boşta kalan uçları ayaklı çubuğa bağlanır. Teller yörünge uzaklıklarına göre hesaplanarak kısaltılır ve üç boyutlu güneş sistemi oluşturulur. Güneş sistemi oluşturulduktan sonra bireyler isterlerse renkli kalemlerle her bir gezegeni görsellerini kullanarak boyarlar. |

Uygulamaya katılan öğrencilerin oynadıkları oyunlar ve uygulamalarının son hali Şekil 4.22'de görülmektedir.



**Şekil 4.22** Güneş Siteminde Yolculuk Uygulaması

### 4.2.7 Uzay aracı ve roket yapımı

"Uzay Aracı ve Roket Yapımı" uygulamasına ilişkin konu, kazanım, materyaller ve gerekli açıklamalar Tablo 4.9'da görülmektedir. Uygulama öncesinde uzay araçları ve yapay uydular konusunda bilgilendirmeler yapılarak bu araçların uzaya nasıl gönderildikleri hakkında beyin fırtınası eşliğinde tartışıldı. Astronomlar ve astronotlar arasındaki farkların neler olabileceği öğrencilerle birlikte sözlü olarak soru-cevap eşliğinde paylaşıldı. Ardından bir uzay aracı ya da roket çizimi yapmaları istenildi. Uygulamanın ilerleyen süreçlerinde bireylerin uzay araştırmaları için kullanılan teknolojilerin farkında olması ve roketlerin çalışma prensiplerini deneyimlerle kavraması beklenmektedir.

**Tablo 4.9** Uygulama 7

| | |
|---|---|
| **Uzay Aracı ve Roket Yapımı Uygulaması** | **Konu:** Uzay araştırmaları ve uzay teknolojileri, Roketler, Yapay uydular, Astronom ve astronot arasındaki farklar. |
| | **Kazanımlar:**. F.6.1.1.1., F.7.1.1.1., F.7.1.1.3., A.1.5., A.6.1., A.6.2., A.6.3., A.6.4., A.6.9., A.6.10. (Bkz, EK 2 ve EK3) |
| | **Materyaller:** Balon, ip, pipet, paket lastiği, bant, makas, renkli kalem ve kağıt. |
| | **Açıklama:**. Bireylerden birer uzay aracı ya da roket çizmeleri istenir. Bireyler çizimlerini hazırlarken uygulama düzeneği hazırlanır. Öncelikle uzunca bir ip kesilerek aynı uzunlukta olacak şekilde iki ayrı pipetten geçirilir. İp yüksekçe bir noktaya gerilerek bağlanır. Bireylerin çizimleri şişirdikleri balonlarla birlikte pipetlere bantlanır. Balonlar serbest bırakılarak araçların hareketi gözlenir. |

Uygulamaya katılan öğrencilerin hazırlıkları ve uygulamalarının son hali Şekil 4.23'te görülmektedir.



**Şekil 4.23** Uzay Aracı ve Roket Uygulaması

### 4.2.8 Dünya dışında yaşam

"Dünya Dışında Yaşam" uygulamasına ilişkin konu, kazanım, materyaller ve gerekli açıklamalar Tablo 4.10'da görülmektedir. Uygulama öncesinde Dünya'nın uydusu Ay ve diğer gezegenler ve uyduları dahil olmak üzere, Dünya dışında canlıların yaşayabileceğine yönelik fikirler öğrencilerle soru-cevap eşliğinde tartışıldı. Öğrencilerden prototip oluşturmaya yönelik fikir geliştirmeleri, çizim yapmaları ve geliştirdikleri fikirleri prototipe çevirmeleri istendi. Böylelikle öğrencilerin gökcisimlerinin özelliklerine ilişkin bilgi edinmeleri ve Dünya dışında yaşama ilişkin farkındalık oluşturmaları hedeflendi.

**Tablo 4.10** Uygulama 8

| | |
|---|---|
| **Dünya Dışında Yaşan Uygulaması** | **Konu:** Dünya dışında yaşam, Uzay araştırmaları ve çalışmaları, Uzayda kolonileşme ve yaşam alanı oluşturma. |
| | **Kazanımlar:** F.3.1.2.1., F.3.1.2.2., F.3.1.2.3., F.4.1.1.1., F.4.1.1.2., F.5.1.2.2., F.6.1.1.1., F.7.1.1.3., F.8.1.1.1., A.6.1., A.6.3., A.6.4., A.6.5., A.6.8., A.6.11., A.6.12.(Bkz, EK 2 ve EK3) |
| | **Materyaller:** Kalem, A3 ve A4 büyüklüğünde kağıt, renkli kalem, pipet, bant, balon, renkli fon karton, strafor bardak, alüminyum folyo, makas ve diğer atık malzemeler. |
| | **Açıklama:** Dört kişilik takımlar belirlenir. Takımlardan Dünya dışında kurulacak bir yaşam alanına dair ihtiyaç listesi hazırlamaları istenir. Bu ihtiyaç listesinde hava, su, ulaşım, iletişim, ısınma, soğutma, çevre temizliği, yolculuk süresi, yiyecek, kıyafet, enerji, yaşam alanı tasarımı, üretim, sağlık, eğitim vb. gibi insan yaşamı için gerekli durumları göz önünde bulundurmaları beklenir. Takımlardan listeledikleri durumlara göre geliştirdikleri yaşam alanı fikirlerini A4 ya da A3 kağıtlara çizmeleri istenir. Daha sonra diğer materyaller de karışık olarak dağıtılır ve takımların çizimini yaptığı Dünya dışında yaşanabilir bir alan oluşturma fikirlerini kendi seçtikleri materyallerle prototipe çevirmeleri beklenir. |

Uygulamaya katılan öğrencilerin uygulama hazırlıkları ve uygulamanın son hali Şekil 4.24'te görülmektedir.




**Şekil 4.24** Dünya Dışında Yaşam Alanı Oluşturma Uygulaması

### 4.2.9 Teleskopla Güneş gözlemi

"Teleskop Gözlemi" uygulamasına ilişkin konu, kazanım, materyaller ve gerekli açıklamalar Tablo 4.11'de görülmektedir. Güneş filtresine sahip bir teleskop ile güneşli bir günde güneş gözlemi yapıldı. Güneş'e çıplak gözle bakmanın zararlı olduğu aktarıldı. Uygulama süresince Güneş'in özellikleri hakkında öğrencilere gerekli bilgilendirmelere yapıldı. Böylece teleskopla bir gökcismini ilk defa gözlemleyen bireylerin bilimsel araştırmalar hakkında bilgi edinebilmeleri sağlandı.

**Tablo 4.11** Uygulama 9

| | |
|---|---|
| **Teleskopla Güneş Gözlemi Uygulaması** | **Konu:** Teleskop'un yapısı ve kullanım amacı, Teleskop çeşitleri, Astronomide kullanılan araçlar, ışık kirliliği. |
| | **Kazanımlar:** F.5.1.1.1., F.5.1.2.1., F.7.1.1.3., F.7.1.1.4., F.7.1.1.5., F.7.1.1.6., A.1.1., A.1.2., A.1.3., A.1.7., A.1.9., A.1.10., A.1.11., A.2.10., (Bkz, EK 2 ve EK3) |
| | **Materyaller:** Teleskop, Güneş filtresi, kağıt, kalem. |
| | **Açıklama:** Güneş filtresi olan bir teleskop ile gözlem yapılabilir. Eğer Güneş'in aktivitesinin olduğu bir dönemde gözlem yapılıyorsa üzerindeki güneş üzerindeki lekelerini görmek ve saymak mümkündür. Ay'ın gökyüzünde olduğu zamanlarda Ay gözlemi de yapılabilir. Ay'ın kraterli yapısını görmek ve incelemek mümkündür. Açık gecelerde yıldız ve gezegen gözlemleri de yapılabilir. Nokta kaynak olarak görülen yıldız ve gezegenlerin özelliklerinden bahesedilebilir. Bu aşamada ışık kirliliğinin oluşturduğu etkiler de aktarılır çünkü ışık kirliliğinin yoğun olduğu bölgelerde teleskopla gece gözlemi yapmak oldukça zordur. |

Uygulamaya katılan öğrencilerin teleskopla yaptıkları gözlemler Şekil 4.25'te görülmektedir.



**Şekil 4.25** Teleskopla Güneş Gözlemi

Atölye uygulamalarına katılan öğrencilerin astronomideki soyut kavramları, uygulamalar eşliğinde somut örneklerle daha iyi anlamlandırarak etkili bir şekilde kullanabildikleri, ortak bir amaca yönelik olarak akranlarıyla işbirliği içinde uygulama yapabildikleri, öğrenilen bilgileri günlük hayata uygulayabildikleri ve bilimsel çalışmalar hakkında farkındalık kazanarak bilimsel etkinliklere aktif olarak katılmaları konusunda motive oldukları görüldü.

### 4.3 Astronomide STEM Ders Planı Örneği

Astronomi ve uzay bilimleri temelli uygulamalardan faydalanarak astronomi merkezli STEM ders planları hazırlandı. Bu süreçte beyin fırtınası, soru-cevap, drama, rol yapma, eğitsel oyunlar, problem çözme, tartışma, gösteri, deney gibi yöntem ve teknikler de öğrenme-öğretme sürecinin oluşturulmasında ders planları için kullanıldı. 5E öğrenme modeline göre hazırlanan STEM ders planı içinde öğrencilerin edineceği kazanımlar, amaçlar, yöntem ve teknikler, araç ve gereçler, bilgilendirmeler ve gerekli açıklamalar ayrıntı bir şekilde belirtildi. Bu bölümde farklı etkinliklerde uygulanmak üzere hazırlanan örnek bir ders planı sunulmaktadır.

**Öğrenme Alanı:** Astronomi ve Uzay Bilimleri

**Alt Öğrenme Alanı:** Güneş Sistemi ve Gezegenli Sistemler

**Konu Alanı:** Gezegenler ve Uyduları

**Alt Konu Alanı:** Dünya Dışında Yaşam ve Yaşanabilir Alanlar

**Planın Amacı:** Bireylerin eleştirel düşünme becerilerini geliştirmek, yaparak yaşayarak öğrenmelerini ve keşfetmelerini sağlamak amacıyla astronomi ve uzay bilimleri alanındaki soyut kavramları açıklamak, uzayda ve gökcisimleri üzerinde canlıların yaşayabileceğine yönelik fikirleri tartışmak, yaşanabilir alan tasarımları üzerine fikir üretmek ve prototip geliştirmektir.

**Kazanımlar:** F.3.1.2.1., F.3.1.2.2., F.3.1.2.3., F.4.1.1.1., F.4.1.1.2., F.5.1.2.2., F.6.1.1.1., F.7.1.1.3., F.8.1.1.1., A.6.1., A.6.3., A.6.4., A.6.5., A.6.8., A.6.11., A.6.12.

**Matematik Kazanımları:**

- Güneş, Gezegenler ve uyduları arasındaki uzaklıkları hesaplar.
- Uzunluk birimleri arasındaki dönüşümleri yaparak günlük yaşamda kullandığı uzaklıklarla karşılaştırır.
- Gezegenlerin, uyduların, onlara ait yüzey şekillerinin geometrik şekillerle açıklar.

**Yabancı Dil Kazanımları:**

- Gökcisimlerine ilişkin terimlerin İngilizce karşılıklarını tanır.
- Haftanın günlerinin İngilizce karşılıklarının gökcisimleriyle ilişkili olduğunu bilir.

**Teknoloji ve Mühendislik Kazanımları:**

- Algoritma kurmayı ve yönlendirmeyi bilir.
- Akıllı ev sistemlerini tanır ve anlamlandırır.
- 3D yazıcı teknolojilerini tanır.
- Atık malzemeleri geri dönüşümde kullanır.
- Arduino ve kodlama kullanarak akıllı yaşam alanı prototipi oluşturur.

**21. Yüzyıl Becerileri:**

- Grup çalışması ve iş birliği
- Eleştirel düşünme ve problem çözme
- Yaratıcılık ve yenilikçilik
- Merak ve hayal gücü
- Sunum yapma ve girişimcilik

**Kullanılacak Materyaller:**

***Tasarım/Çizim için:*** A3 ve A4 büyüklüğünde kağıt, kalem, cetvel, silgi, tuvalet kağıdı silindirleri, kapaklar, alüminyum folyo, bant/yapıştırıcı, makas, atık malzemeler vb.

***Prototip için:*** Arduino Uno, breadboard, jumper kablo, sensör, buton, led ve diğer devre elemanları. Bilgisayar ve yazılım programı.

**5E Modeline Göre Aşamaların Tasarımı:**

***Giriş, Dikkat Çekme ve Ön Bilgileri Ortaya Çıkarma (Engage):*** Konuya giriş yaparken ilgi çekici olması açısından Yer'in uydusu Ay'ın üzerinde hareket eden astronotların videosu dikkat çekmek için bireylerle birlikte izlenir (Örnek video kaynağı: Astronauts tripping on the surface of the Moon, https://www.youtube.com/watch?v=x2adl6LszcE). Videonun sonunda bireylere sorular yöneltilerek ön bilgileri harekete geçirilir. Cevaplar alındıktan sonra araştırma ve keşfetme aşamasına geçilir. Örnek sorular;

*"Astronotların Ay'daki hareketleri, Yer'deki hareketlerden neden farklıdır?*

*Astronotlar Ay'a nasıl ulaştılar?*

*Kullanılan bu teknolojilerle başka gezegenlere gitmek mümkün mü?*

*Yer dışındaki gezegenlerin de Yer'in uydusu Ay gibi uyduları olabilir mi?*

*Uydumuz Ay ve diğer gezegenlerin uydularında yaşayabilir miyiz?*

*Yer dışında bir yerde yaşamak için nelere ihtiyacımız var?"*

***Araştırma ve Keşfetme (Explore):*** Konuyla ilgili olarak sınıfta bulunan uzman kişilerden ve astrostem.org platformundan kaynak olarak yararlanılır. Örneğin; astronom, uzay mühendisi, teknoloji uzmanı vb. meslek alanından bir kişinin öğrenme ortamını ziyaret etmesi (ya da çevrimiçi olarak bağlantı kurması) ve bireylerle karşılıklı etkileşim kurması sağlanabilir. Uygulamada; Dünya ve Ay, diğer gezegenler ve uyduları arasında yapısal karşılaştırma yaparak, yaşama elverişlilik açısından durum değerlendirmesi, sorun çözmeye yönelik kısa görüş ve önerilerini de alarak bir tartışma ortamı oluşturulur. Bireylerin araştırmalarıyla ilgili sorularını birbirlerine sorması sağlanır. Soru-cevap eşliğinde açıklama aşamasına geçilir.

***Açıklama (Explain):*** Bireylerin tartışmaları ve önerdikleri çözümler doğrultusunda açıklanması gereken kavramlar verilir. Bu aşamada; Ay'ın

özellikleri, büyüklüğü, geometrik şekli, yüzeyi ve atmosferinden bahsedilir. Ay'ın yüzey özelliklerini anlatmak için un dolu bir kaba farklı büyüklük ve kütlelerdeki cisimler, farklı hızlar ve farklı açılarda bırakılarak bir etkinlik yapılabilir. Böyle bir etkinlikte un kabı Ay'ın yüzeyini, cisimler göktaşlarını, oluşan çukurlar da Ay kraterlerini temsil etmektedir (İstenirse oluşan kraterlerin büyüklükleri ya derinlikleri bir cetvel yardımıyla ölçülebilir). Güneş sistemi içindeki uzaklılar için (Bkz, Tablo 4.12) Astronomik Birim (AB) tanımı yapılır (Güneş-Yer arası uzaklık:~150 milyon km=1AB). Gökcisimlerinin birbirine göre büyüklüklerini kavrayabilmeleri için; Güneş, Dünya ve Ay'ı birbirleriyle karşılaştırırken büyüklüklerinin, Güneş için bir basketbol topu, Dünya için bir nohut tanesi, Ay için ise mercimek büyüklükleri örneği verilir. Diğer gezegenler ve uyduları hakkında gerekli açıklamalar yapılır. Örneğin; Jupiter'in uydusu Europa'daki buz tabakaları altında sıvı suyun varlığı yaşam için elverişli bir ortam sağlayabileceği gibi farklı yaşam arayışlarını keşfetmemize de olanak sağlayabilir. Satürn'ün uydusu Titan'ın atmosferi ilkel Yer atmosferi koşullarına benzemektedir yani uzun yıllar sonra Titan, Güneş sistemi içindeki ikinci evimiz olabilir gibi örnekler çoğaltılabilir.

**Tablo 4.12** Güneş Sistemi'ndeki gezegenler ve uyduları

| | **Güneş'e olan uzaklık(AB)** | **Uydu sayısı** | **En önemli uydusu** |
|---|---|---|---|
| **Merkür** | 0.39 | 0 | Yok |
| **Venüs** | 0.72 | 0 | Yok |
| **Yer** | 1 | 1 | Ay |
| **Mars** | 1.52 | 2 | Phobos ve Deimos |
| **Jupiter** | 5.20 | 80+ | Io, Europa, Callisto, Ganymade |
| **Saturn** | 9.54 | 60+ | Titan |
| **Uranüs** | 19.18 | 27 | Titania, Oberon, Umbriel, Ariel, Miranda |
| **Neptün** | 30.6 | 14 | Triton ve Proteus |

***Transfer Etme ve Derinleşme (Elaborate):*** Bireyler, Ay'a yolculuk için daha gerçekçi olması açısından 4'er kişilik gruplara ayrılarak bir meslek seçmeye davet edilmektedir. Seçtikleri bu mesleklerde isterlerse bilim insanı, teknoloji uzmanı, mühendis, matematikçi ya da kendi seçtikleri başka bir mesleği alabilmektedir. Böylece grup çalışmalarında farklı alandan ve mesleklerde olan bireylerin birlikte çalışabileceğinin farkında olurlar. Gruplar oluşturulduktan sonraki aşamada diğer disiplinlerle entegrasyonlar sağlanır.

***Matematik Entegrasyonu:*** Bu aşamada diğer gezegenlerin uzaklıkları Astronomik Birim cinsinden verilerek kilometreye çevirmeleri istenir (Bkz., Tablo4.12). Bireyler daha önce bir yerden bir yere özel araçla, otobüsle, vapurla ya da uçakla yolculuk etmişlerdir. Günlük yaşamda daha önce yaptıkları bu yolculuklarının mesafelerini gökcisimleri arasındaki uzaklıklarla karşılaştırırlar. Bireylerin uzayda bir gökcisminden diğerine kat edilen yolun ne kadar uzun olduğunu fark etmesi sağlanır ve istenirse diğer uzunluk ölçü birimlerine dönüşümler sağlanabilir.

***İngilizce Entegrasyonu:*** Bireylere gökcisimlerine ilişkin kavramların İngilizce karşılıkları verilir. Ek olarak İngilizcede ve diğer birçok dilde haftanın günlerinin gökcisimleriyle isimlendirildiği belirtilir (Bkz.,Tablo 4.13).

**Tablo 4.13** Gün isimleriyle gökcisimleri arasındaki ilişki

| Gökcismi adı | Eski Almanca | İngilizce | Fransızca | İspanyolca |
|---|---|---|---|---|
| Sun (Güneş) | Sun | Sunday | Dimanche | Domingo |
| Moon (Ay) | Moon | Monday | Lundi | Lunes |
| Mars (Mars) | Tiw | Tuesday | Mardi | Martes |
| Mercury (Merkür) | Woden | Wednesday | Mercedi | Mièrcoles |
| Jupiter (Jüpiter) | Thor | Thursday | Jeudi | Jeuves |
| Venus (Venüs) | Fria | Friday | Vendredi | Viernes |
| Saturn (Satürn) | Saturn | Saturday | Samedi | Sàbado |

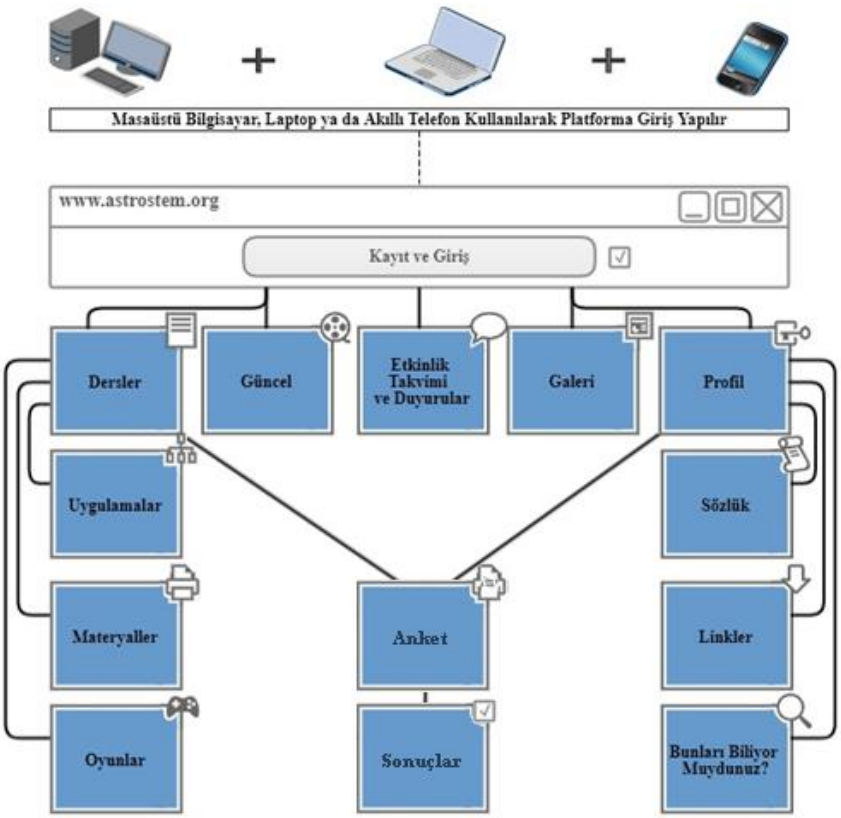
***Teknoloji ve Mühendislik Entegrasyonu:*** Akıllı ev sistemleri, aydınlatma, ısıtma, soğutma, açma, kapama, yerleştirme gibi özellikleri bulunan cihazları ve sistemleri uzaktan izlemek ve yönetmek için ortak bir ağ ile birbirine bağlı olarak evlerde kullanılan sistemlerdir, akıllı ev ya da ev otomasyonu olarak da bilinmektedir. Akıllı telefonlara, tablet ya bilgisayarlara yüklenen programlarla evlerin güvenliğini, rahatlığını ve enerji verimliliğini kontrol eden sistemlerdir. Özetle yaşanabilir alanımızı daha verimli ve kolay kullanabilmemiz için geliştirilen sistemlerdir. Yer dışında yaşanabilir bir alan oluşturmak için bu sistemlerin çalışma mantığını, algoritmasını anlamak gerektiği vurgusu yapılır. Akıllı ev sistemleri için kullanılan çeşitli algoritma örnekleri üzerinden arduino ve kodlama bilgisi verilir. "Ay'da yaşam alanları tasarımı" metni, oluşturulan gruplara verilerek okuma yapmaları, Ay'da yaşam üzerine grupların yorum yapmaları, fikirlerini paylaşmaları ve kendi problem cümlelerini oluşturmaları için araştırmalarını derinleştirmeleri istenir.

> ***Ay'da yaşam alanları tasarımı hikaye metni:*** *"Bilim insanları, Ay ortamının ve Güneş sisteminin, Ay'da kurulması planlanan bir Ay üssünde daha iyi bir şekilde araştırılacağını düşünmektedir. Aslında, üssün Ay'da inşa edilmesinin iki ana nedeni var. Birincisi, Dünya'ya yakınlığından dolayı yaşam alanı olarak seçilebilecek ve denemeler yapılabilecek en uygun gökcismi olması, ikincisi ise kurulacak olan yaşam alanını diğer gökcisimlerine yapılan yolculuklar için bir ara istasyon şeklinde kullanma fikridir. Ayda yaşam için ihtiyaçların bir listesini hazırlayabilir misiniz? Belirlediğiniz ihtiyaçlara göre siz de yaşanabilir bir alan prototipi oluşturabilir misiniz?"*

***Değerlendirme (Evaluate):*** Bireylerin; Ay'da yaşam için gerekli ihtiyaç listeleri, fikir ve çözüm önerisi listeleri, tasarım çizimleri ve prototipleri incelenir. Oluşturulan Ay'da yaşanabilir alan tasarımlarına ilişkin gruplardan sunum yapmaları beklenmektedir. Ardından sınırlılıkların uygunluğuna göre, Ay'ın yüzey şekline uygun, göktaşlarına karşı korumalı ve canlıları barındırabilme olanaklarına göre değerlendirilerek sınırlıklara uygun olan en özgün tasarım grupların da puanlaması alınarak dereceler belirlenir.

## 4.4 Astronomide STEM Web Platformu: "Astrostem.org"

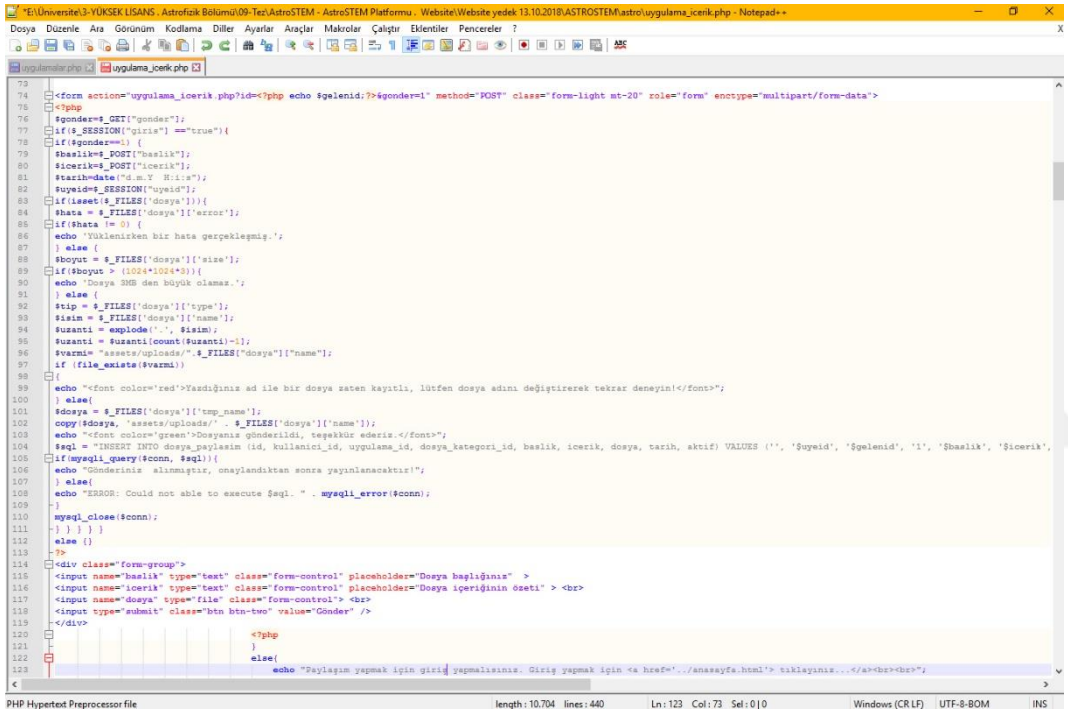
Günümüzde bireylerin interneti kullanma alışkanlıkları büyük ölçüde değişikliğe uğradı. Web platformları herkes tarafından kullanılabilir bir şekilde tasarlanmaya ve geliştirilmeye başlandı. Bu platformlara sadece bilgisayarlarla değil mobil cihazlarla da erişebilmek mümkün hale geldi. Bu sayede kullanıcıların sanal ortamda kendi ilgi alanları doğrultusunda bilgiye erişim ve birbirleriyle iletişim kurabilmeleri kolaylaştırıldı. Bu çalışma sürecinde de astronomi merkezi disiplinler arası yenilikçi bir öğrenme ortamı, uygulama veri tabanı olarak "www.astrostem.org" adında çevrimiçi astronomide STEM web platformu oluşturuldu. Astrostem.org, astronomi ve uzay bilimleri alanında bilim ve teknoloji okuryazarlığını destekleyen, geliştiren ve astronomiye yönelik tutumları ölçmek için hazırlanan ders, uygulama, oyun, güncel astronomi ve uzay bilimleri haberlerini içeren ve bireylerin bu alanda kendi içerik üretimlerini yapabildikleri bir web 2.0 aracı ve çevrimiçi web platformudur.




**Şekil 4.26** Astrostem.org akış diyagramı ve web haritası.

Şekil 4.26'da görülen akış diyagramı ve web haritası, platforma ilişkin kullanım akışını göstermektedir. Bu platform, standart bir web tarayıcısı (Internet Explorer, Firefox, Google Chrome vb.) aracılığıyla masaüstü bilgisayar, laptop ya da akıllı telefon üzerinden çalıştırılmakta ve kullanılabilmektedir.

Platform, açık kaynak programlama dili olan PHP ve yine açık kaynak mimariye sahip veri tabanı yönetim sistemi olan MySQL kullanılarak geliştirildi. Web platformunun geliştirilmesinde PHP kod düzenlemesinde sağladığı kolaylıklardan dolayı, Notepad++ programı kullanıldı (Bkz, Şekil 4.27).

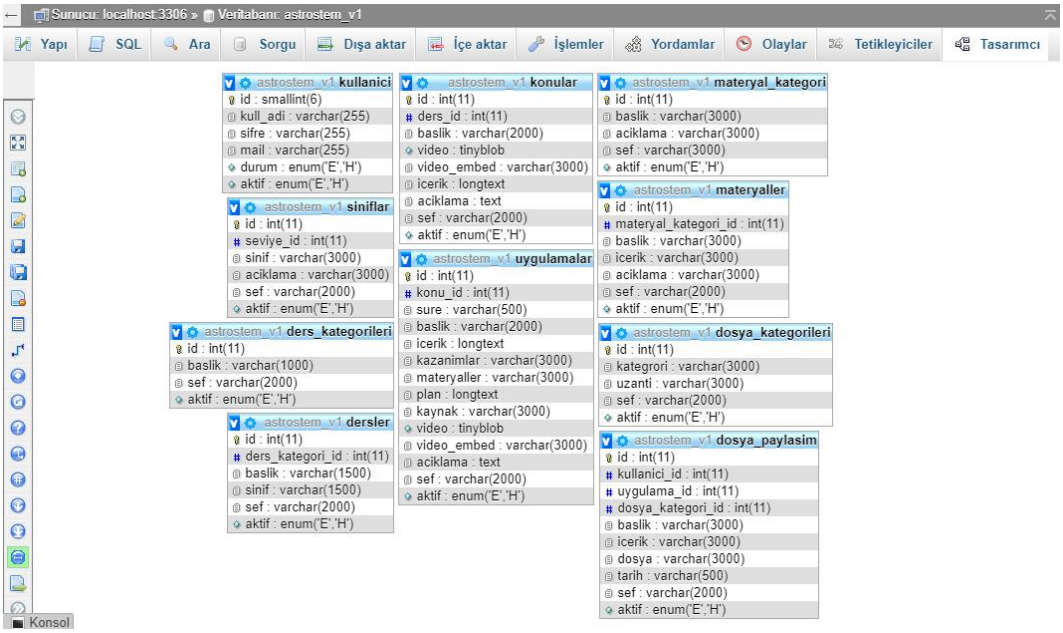



**Şekil 4.27** Uygulama İçerik Ekleme PHP kod yapısı

Web platformunun geliştirilmesinde oturum güvenliğin sağlanması için standart PHP kontrollerinden yararlanıldı. Bu sebeple platformun güvenli bir şekilde çalışması için kullanıcıların sisteme en başında kayıt olması ve giriş yapması gerekmektedir. Platformun kodlama aşamasında üretilen oturum açma anahtarları, her sayfaya taşınarak ilgili sayfalarda üretilen diğer anahtarla karşılaştırılıp platform güvenliğinin sağlanıp sağlanmadığı kontrol edildi. Web sunucusu aracılığıyla uzantısı *.php olan dosyalar çağrıldığında ilk olarak dosyaların içindeki PHP komutlarını çalıştırılmaktadır ve hızlı bir şekilde HTML

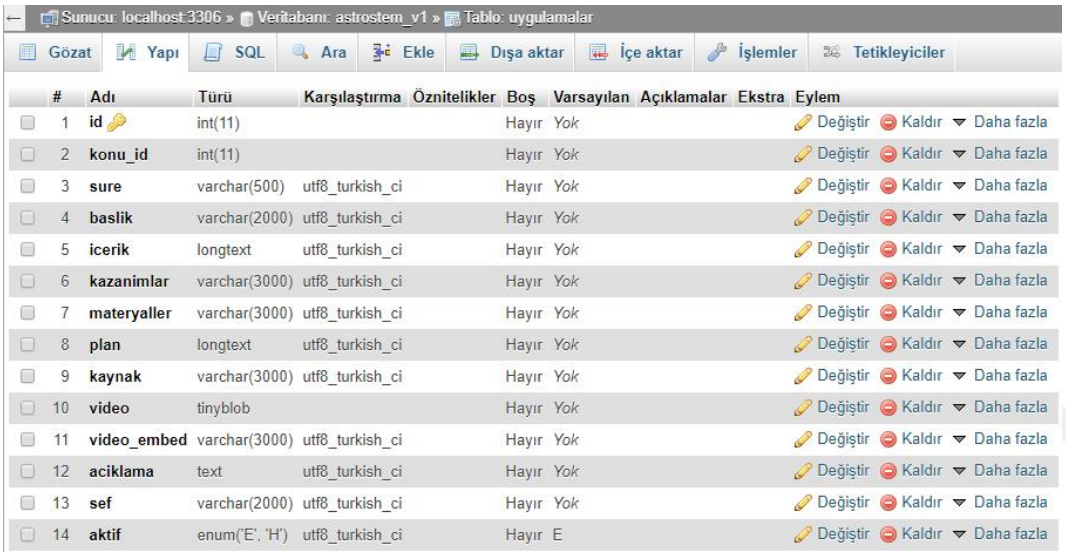
kodlarına dönüştürülmektedir. PHP kodlarının başlangıç ve bitiş etiketleri arasındaki komutlar işlendikten sonra web sunucusuna gönderilmektedir. Böylece platforma giriş yapan kullanıcıya web sunucusu aracılığıyla güvenli bir kullanım imkanı sunulmaktadır.

Platformda kullanılan ilişkisel veri tabanı ise MySQL veri tabanı yönetim sistemi içindeki tablolarda tutulmaktadır. Çoklu kullanıcı yapısına sahip, sağlam ve hızlı bir veri tabanı yönetim sistemi olması bakımından MySQL veri tabanı, bireylerin platforma kayıt olup olmadıklarını, kullanım durumlarını, ziyaret zamanlarını, platforma nereden eriştiklerini belirlemek ve astronomi ve uzay bilimleri konusunda kendi içeriklerini üreterek diğer bireylerle etkileşimli olarak paylaşabilmelerini sağlayan içeriği yönetebilme imkanı sunmaktadır. Böylelikle platforma mail adresi ve belirledikleri bir şifreyle kayıt olan bireylerin onayladıkları kayıt bilgileri ve platform üzerindeki hareketleri güvenilir olarak veri tabanına kaydedilmektedir. Örneğin uygulamalar veri tabanı; dersler, konular, uygulamalar, materyaller ve karşılıklı dosya paylaşımına ait yönetici ve kullanıcılar tarafından girilen verileri ilişkilendirerek güvenilir bir şekilde erişilebilecek bir yapıda oluşturuldu. Şekil 4.28, MySQL veri tabanı yönetim sisteminde uygulamalarla bağlantılı olarak tutulan tabloları göstermektedir.




**Şekil 4.28** Uygulamalara ilişkin MySQL veri tabanı yapısı.

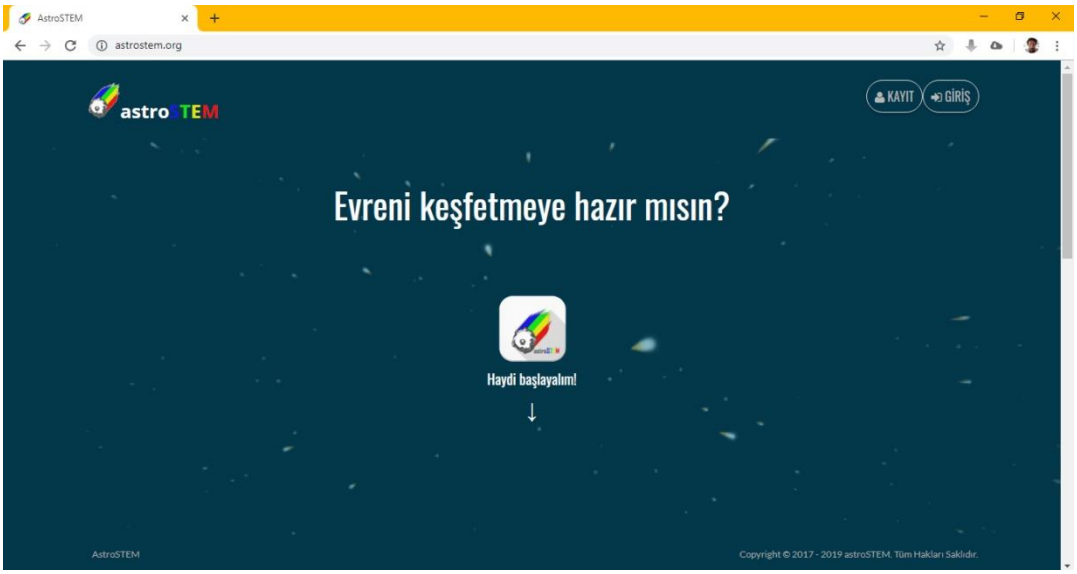
Şekil 4.29'da bulunan veri tabanındaki UYGULAMALAR tablosunda, ders planları "plan" alanında tutulmaktadır ve kullanıcıların içerik girişini göz önünde bulundurularak, uzun metin girişini sağlayan "LONGTEXT" değişken tipi seçildi. Tablodaki "sure, başlık, kazanımlar, materyaller ve kaynak" gibi alanlardaki "VARCHAR" değişken tipinin yanında yer alan parantez içindeki sayılar da ilgili alanların alabileceği en büyük değeri göstermektedir. "Video" alanı için ise resim, ses ya da video gibi büyük alan kaplayabilecek dosyaları depolamak için kullanılan "TINYBLOB" değişken tipi seçilildi. Veri tabanındaysa, alanların gerçek değerleri kadar uzunlukta disk alanı kullanıldı.




| # | Adı | Türü | Karşılaştırma | Öznitelikler | Boş | Varsayılan | Açıklamalar | Ekstra | Eylem |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | id | int(11) | | | Hayır | Yok | | | Değiştir Kaldır Daha fazla |
| 2 | konu_id | int(11) | | | Hayır | Yok | | | Değiştir Kaldır Daha fazla |
| 3 | sure | varchar(500) | utf8_turkish_ci | | Hayır | Yok | | | Değiştir Kaldır Daha fazla |
| 4 | baslik | varchar(2000) | utf8_turkish_ci | | Hayır | Yok | | | Değiştir Kaldır Daha fazla |
| 5 | icerik | longtext | utf8_turkish_ci | | Hayır | Yok | | | Değiştir Kaldır Daha fazla |
| 6 | kazanimlar | varchar(3000) | utf8_turkish_ci | | Hayır | Yok | | | Değiştir Kaldır Daha fazla |
| 7 | materyaller | varchar(3000) | utf8_turkish_ci | | Hayır | Yok | | | Değiştir Kaldır Daha fazla |
| 8 | plan | longtext | utf8_turkish_ci | | Hayır | Yok | | | Değiştir Kaldır Daha fazla |
| 9 | kaynak | varchar(3000) | utf8_turkish_ci | | Hayır | Yok | | | Değiştir Kaldır Daha fazla |
| 10 | video | tinyblob | | | Hayır | Yok | | | Değiştir Kaldır Daha fazla |
| 11 | video_embed | varchar(3000) | utf8_turkish_ci | | Hayır | Yok | | | Değiştir Kaldır Daha fazla |
| 12 | aciklama | text | utf8_turkish_ci | | Hayır | Yok | | | Değiştir Kaldır Daha fazla |
| 13 | sef | varchar(2000) | utf8_turkish_ci | | Hayır | Yok | | | Değiştir Kaldır Daha fazla |
| 14 | aktif | enum('E', 'H') | utf8_turkish_ci | | Hayır | E | | | Değiştir Kaldır Daha fazla |

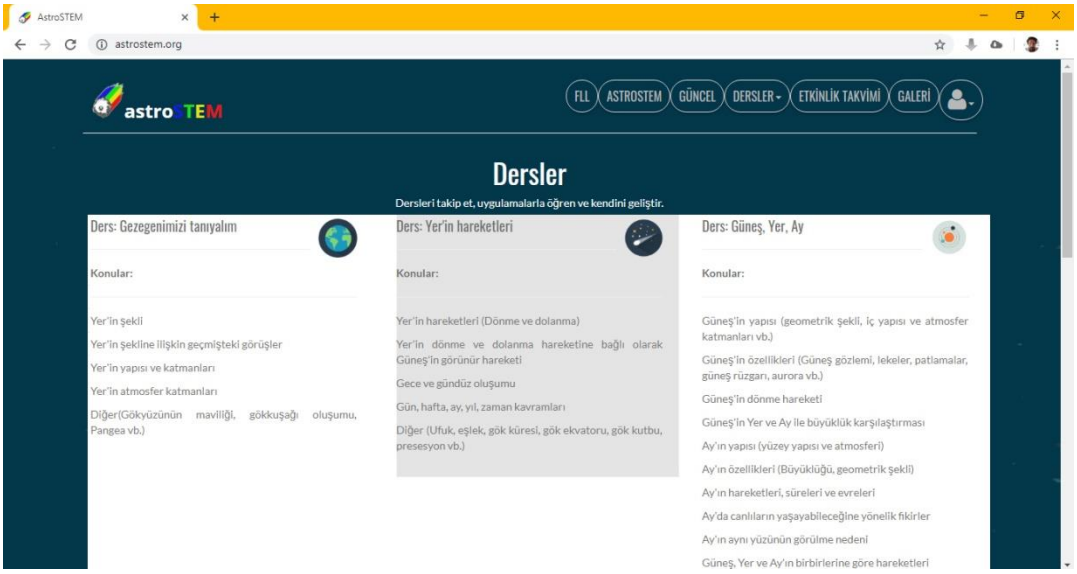
**Şekil 4.29** Uygulamalar MySQL veritabanı tablosu

Platformun arayüzü mobil platformlarla da uyumlu olması açısından HTML, CSS ve Javascript kullanılarak geliştirildi ve görsellerin oluşturulmasında Adobe Photoshop CS programı kullanıldı. Herhangi bir web tarayıcısından platforma erişim sağlandığında ilk olarak "Kayıt ve Giriş" sayfası kullanıcıyı karşılamaktadır (Bkz, Şekil 4.30).



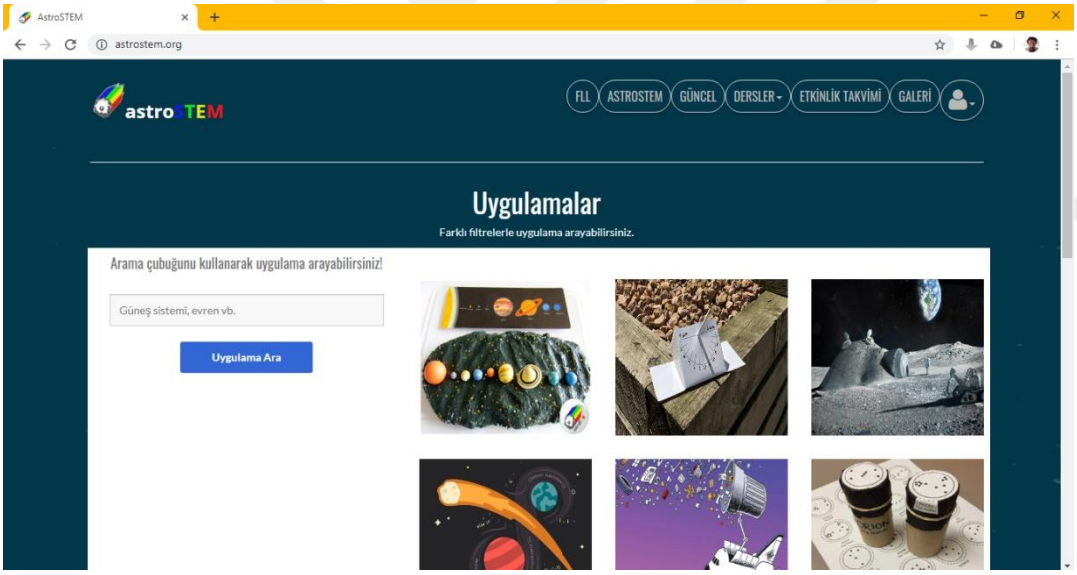

**Şekil 4.30** Kayıt ve giriş sayfası arayüzü

Kullanıcılar mail adresi ve belirledikleri bir şifreyle kayıt olup giriş yaparak platformu kullanabilmektedir. Platforma giriş yapıldıktan sonra bireylerin astronomi ve uzay bilimleri alanına ilgilerini çekerek derslerde yardımcı kaynak olarak da kullanılması amacıyla "Dersler" sayfasında ilköğretim, ortaöğretim ve yükseköğretimde astronomi konularını içeren ders planı ve uygulamalar, platforma giriş yapan bireylerin kolayca erişebileceği ve kullanabileceği şekilde hazırlandı (Bkz, Şekil 4.31).




**Şekil 4.31** Dersler sayfası arayüzü

Derslere ve uygulamaların örneklerine ulaşan bireylerin, birbirinden farklı filtreler kullanılarak uygulama arayabileceği ve uygulama ekleyebileceği "Uygulamalar" sayfasında bir kütüphane geliştirildi. Böylece platform üzerinde içerik üretimi ve paylaşım teşvik edilerek bireyler için etkileşimli bir şekilde öğrenme ve alternatif ölçme değerlendirme imkanı sunuldu (Bkz, Şekil 4.32). Çok kullanıcılı etkileşimin sağlanması ve iş birliğine dayalı öğrenme etkinliklerinin de geliştirilmesiyle, ayrıca öğrencilerin astronomi ve uzay bilimlerine yönelik hazırlanan anketlerde sıkılmamaları ve dikkatlerini toplamaları için ölçme ve değerlendirme aracı platforma entegre edildi. Böylelikle etkinliklerde kullanılan uygulamaların öğrenciler üzerine etkisini araştırmak üzere geliştirilen platform bireylerin kullanımına açılarak test ettirildi ve astronomiye yönelik tutumlarını ölçmek amacıyla çevrimiçi bir anket ile öğrencilerin görüşleri alındı.



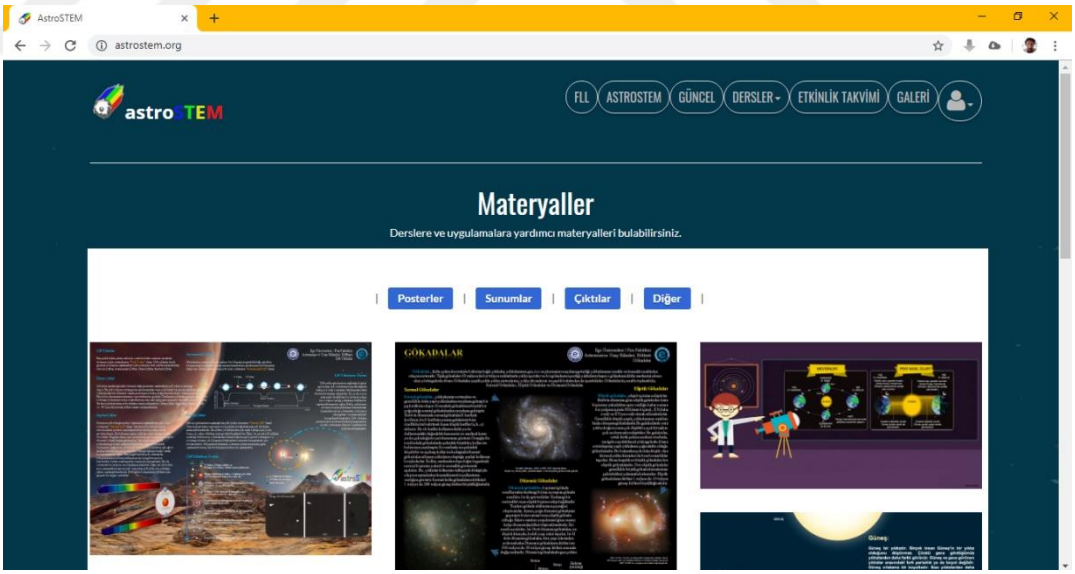

**Şekil 4.32** Uygulamalar sayfası arayüzü

Uygulama içerikleri de platformdaki uygulama veri tabanına eklendi (Bkz, Şekil 4.33). Veri tabanında yer alan bu uygulamalar, STEM ders planlarına entegre edilerek yapılan etkinliklerde astronomi ve uzay bilimleri temelli uygulamalar olarak kulanıldı.



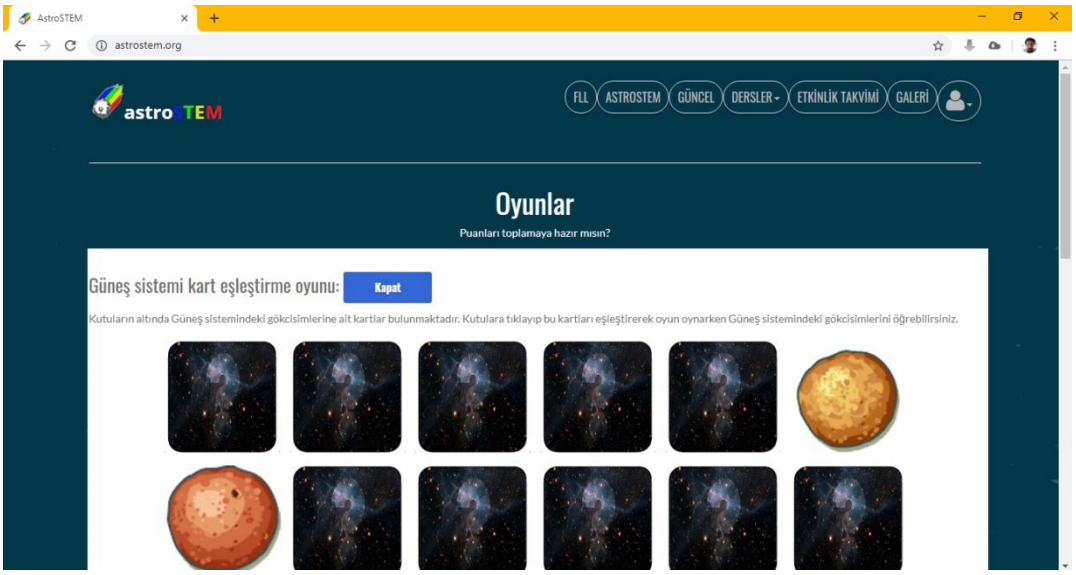

**Şekil 4.33** Uygulama içerik sayfası arayüzü

Bireylerin uzmanlar tarafından hazırlanmış çevrimiçi doküman, poster, kitap, dergi, fiziksel ve dijital materyaller gibi güvenilir kaynaklara "Materyaller" sayfası üzerinden erişimi kolaylaştırıldı (Bkz, Şekil 4.34).



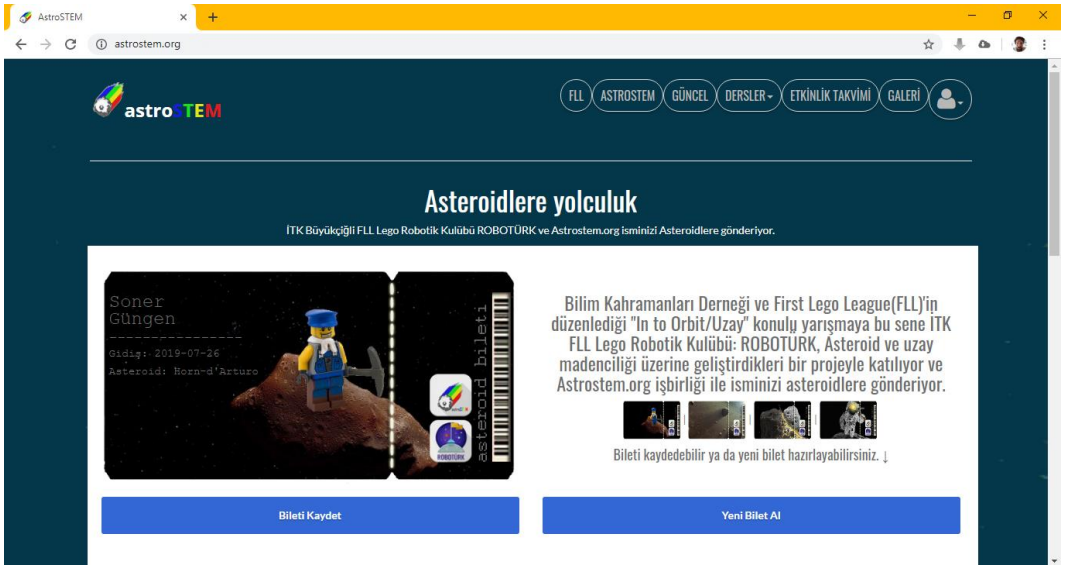

**Şekil 4.34** Dijital materyaller sayfası arayüzü

"Oyunlar" sayfasında bireylerin eğlenerek öğrenmelerine katkı sağlamak amacıyla etkileşimli ve eğitsel bilim oyunları geliştirildi (Bkz, Şekil 4.35).



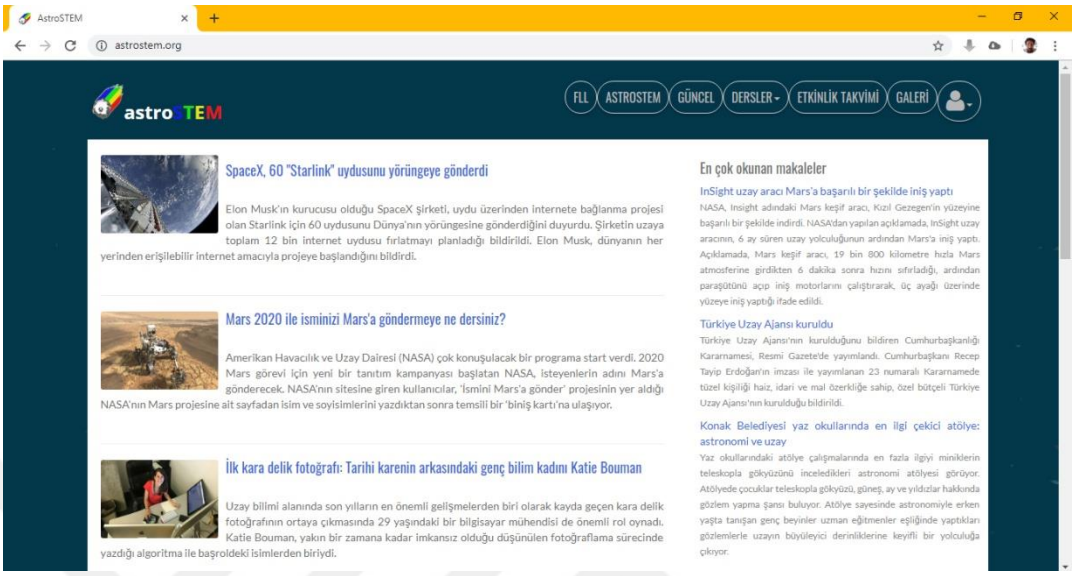

**Şekil 4.35** Oyunlar sayfası arayüzü

"Asteroitlere yolculuk" sayfasında İTK Robotik ve Kodlama Kulübü ROBOTÜRK takımıyla birlikte geliştirilen çevrimiçi asterodilere isim gönderme uygulaması bulunmaktadır. Bu uygulama üzerinden kullanıcılar asteroit listesinden isimlerini göndermek istedikleri bir asteroiti, gönderilmesini istediği tarihi ve bilet tasarımını seçebilmektedir (Bkz, Şekil 4.36)



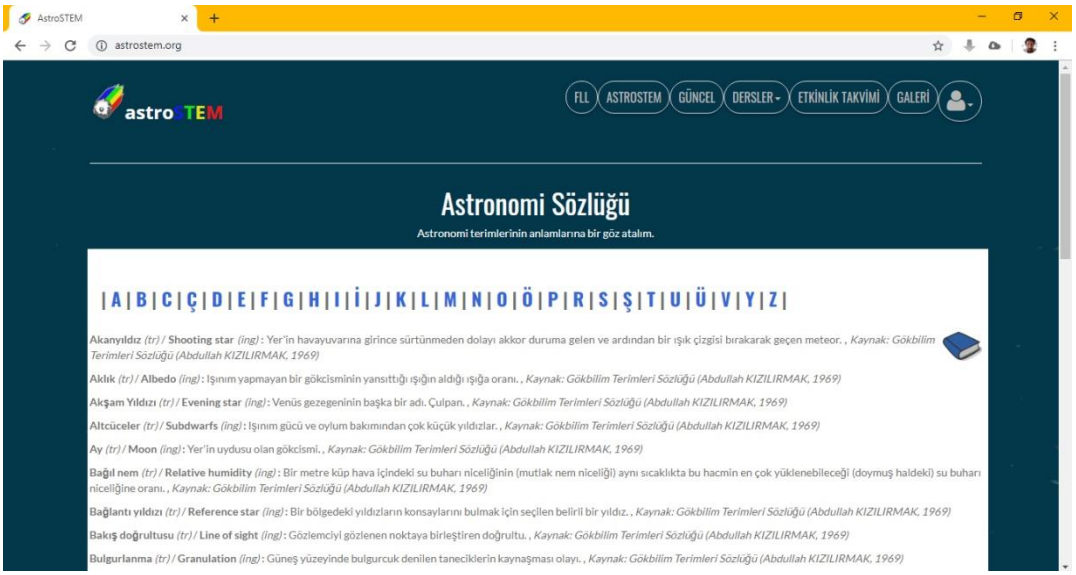

**Şekil 4.36** Asteroitlere yolculuk bilet uygulaması sayfası arayüzü

Güncel astronomi ve uzay bilimleri haberlerini takip etmek isteyen bireylerin bu alandaki haberlere farklı kategoriler üzerinden filtreleyerek güvenilir içeriklere ulaşabilmesi için “Güncel” sayfası oluşturuldu (Bkz, Şekil 4.37).



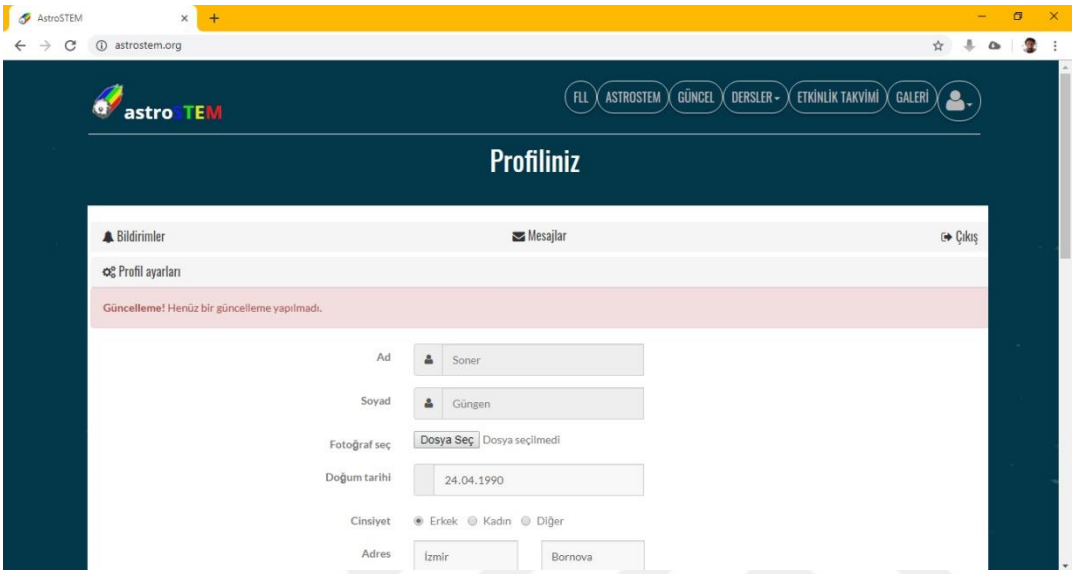

**Şekil 4.37** Güncel haber sayfası arayüzü

Bireylerin astronomi terimlerine ulaşabilmeleri ve bilmedikleri kelimelerin anlamlarını öğrenebilmeleri için “Astronomi Sözlüğü” eklendi (Bkz, Şekil 4.38).



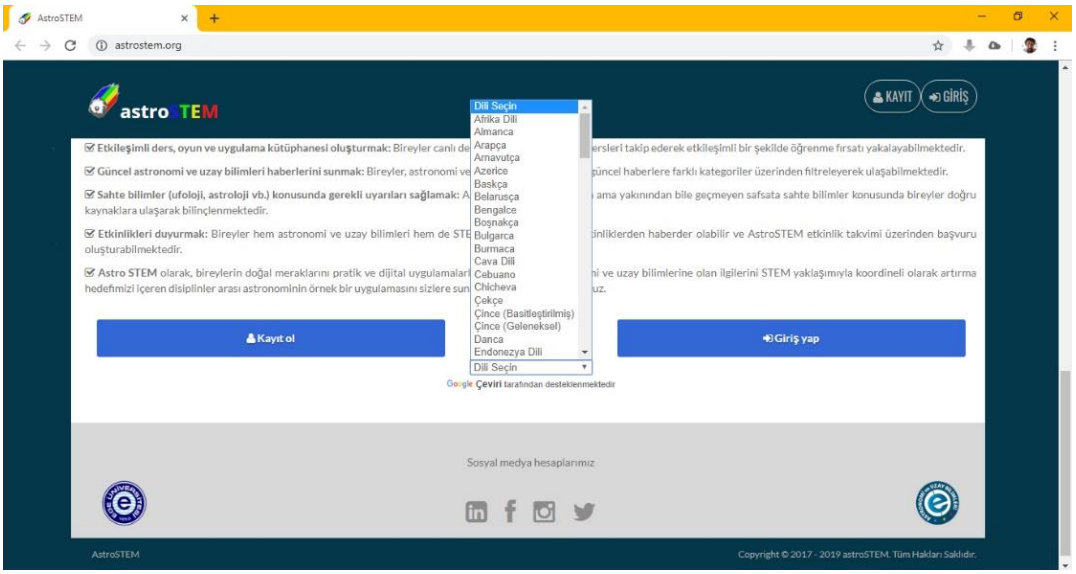

**Şekil 4.38** Sözlük sayfası arayüzü

Bireylerin astronomi, diğer bilimler ve bilim insanları ile ilgili soru sorabileceği, araştırma ve proje sunabileceği, birbirleriyle ve uzmanlarla birebir iletişim kurabileceği bir iletişim ağı kuruldu ve "Profil" sayfasıyla kullanıcıların kendi sayfalarında güncelleme yapabilmesine imkan sağlandı (Bkz, Şekil 4.39).




**Şekil 4.39** Profil, ayarlar, bildirimler ve mesajlar sayfası arayüzü

Böylelikle, çevrimiçi bir ortamda astronomi ve uzay bilimlerine ilişkin bilginin işlenmesi, taşınması ve saklanması kolaylaştırıldı, güvenilir bilgiye konumdan bağımsız olarak istenilen ortamlardan erişilmesi sağlandı. Ayrıca platform, Türkçe ve İngilizce'nin yanında farklı dillere çevrilerek dünyanın her yerinden platforma erişen kullanıcılara da faydalı olmasını sağlamak amacıyla "Google Translate Website Translator" ile çeviri iş birliği sağlandı (Bkz, Şekil 4.40).




**Şekil 4.40** Farklı dil seçenekleri arayüzü

Şekil 4.41'de ülkelere göre platforma erişim istatistiği bilgisi sunulmaktadır. Farklı dil seçeneklerinin yanında platform adının evrensel olmasının bir sonucu olarak platforma erişim sağlayanların Türkiye'nin yanı sıra Amerika Birleşik Devletleri, Rusya, Kanada, İngiltere, Fransa ve Çin gibi birçok farklı ülkeden de giriş yapıldığı görülmektedir. Bu sayede dünyanın her yerindeki bireylere astronomiyi daha iyi anlatabilmek, bilim ve teknoloji deneyimi yaşatabilmek için çevrimiçi bir kaynak sağlanmaktadır.

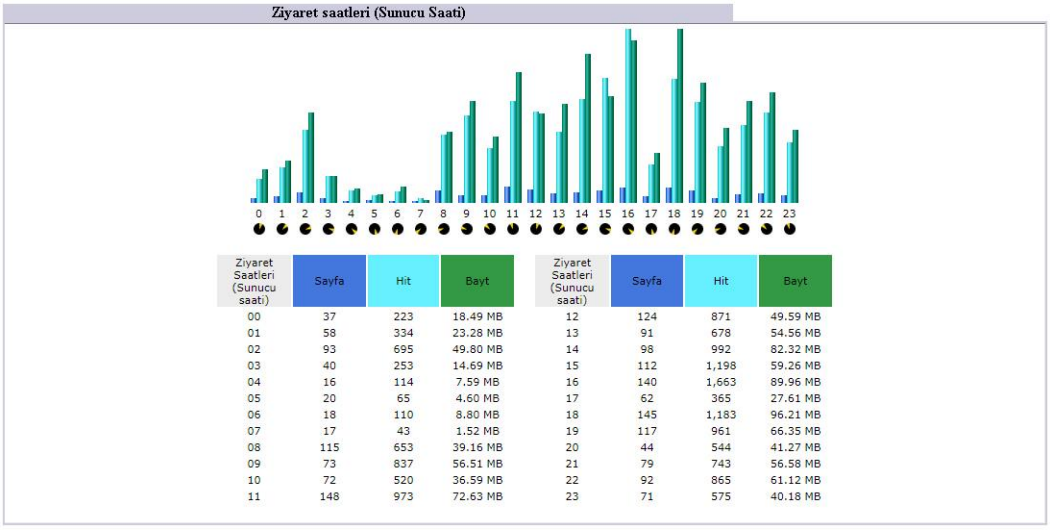
**Lokasyonlar**

| Ülkeler | | Sayfa | Hit | Bayt |
|---|---|---|---|---|
| Turkey | tr | 1,221 | 11,643 | 850.09 MB |
| United States | us | 316 | 1,935 | 115.00 MB |
| Russian Federation | ru | 72 | 156 | 7.95 MB |
| Canada | ca | 47 | 243 | 13.19 MB |
| Great Britain | gb | 38 | 525 | 6.70 MB |
| France | fr | 28 | 69 | 2.09 MB |
| China | cn | 26 | 161 | 8.66 MB |
| Ukraine | ua | 15 | 15 | 185.18 KB |
| Netherlands | nl | 10 | 50 | 4.15 MB |
| Austria | at | 8 | 8 | 33.58 KB |
| Latvia | lv | 8 | 8 | 38.38 KB |
| South Korea | kr | 8 | 87 | 7.22 MB |
| Germany | de | 6 | 6 | 43.65 KB |
| Taiwan | tw | 6 | 67 | 5.33 MB |
| Italy | it | 5 | 5 | 63.32 KB |

**Şekil 4.41** Farklı ülkelerdeki kullanıcıların platforma erişim verileri

Kullanıcıların bir gün içinde hangi saatlerde ne kadar sıklıkla platformda çevrimiçi oldukları Şekil 4.42'de görülmektedir. Bu verilere göre kullanıcıların

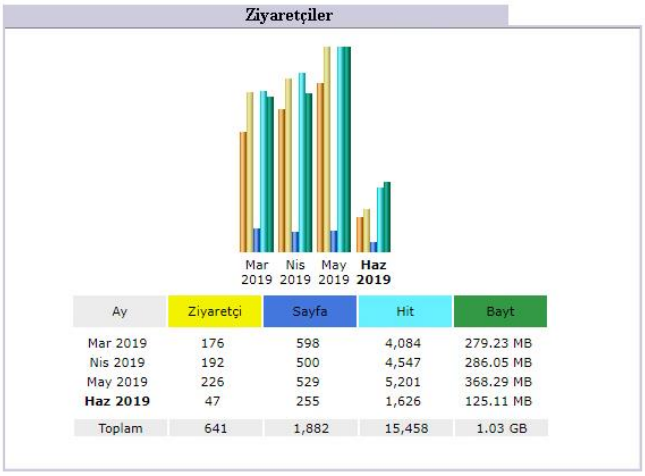
platformu en sık giriş yaptığı saat 16:00, en az giriş yapılan saat ise 07.00 olarak görülmektedir.




| Ziyaret Saatleri (Sunucu saati) | Sayfa | Hit | Bayt | Ziyaret Saatleri (Sunucu saati) | Sayfa | Hit | Bayt |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 00 | 37 | 223 | 18.49 MB | 12 | 124 | 871 | 49.59 MB |
| 01 | 58 | 334 | 23.28 MB | 13 | 91 | 678 | 54.56 MB |
| 02 | 93 | 695 | 49.80 MB | 14 | 98 | 992 | 82.32 MB |
| 03 | 40 | 253 | 14.69 MB | 15 | 112 | 1,198 | 59.26 MB |
| 04 | 16 | 114 | 7.59 MB | 16 | 140 | 1,663 | 89.96 MB |
| 05 | 20 | 65 | 4.60 MB | 17 | 62 | 365 | 27.61 MB |
| 06 | 18 | 110 | 8.80 MB | 18 | 145 | 1,183 | 96.21 MB |
| 07 | 17 | 43 | 1.52 MB | 19 | 117 | 961 | 66.35 MB |
| 08 | 115 | 653 | 39.16 MB | 20 | 44 | 544 | 41.27 MB |
| 09 | 73 | 837 | 56.51 MB | 21 | 79 | 743 | 56.58 MB |
| 10 | 72 | 520 | 36.59 MB | 22 | 92 | 865 | 61.12 MB |
| 11 | 148 | 973 | 72.63 MB | 23 | 71 | 575 | 40.18 MB |

**Şekil 4.42** Kullanıcılara ilişkin günlük ziyaret saati verileri

Platforma son dört ayda yapılan kullanıcı girişi ve ziyaretleri Şekil 4.49'da görülmektedir. Şekil 4.43'teki "Ziyaretçi" kolonu, kullanıcıları; "Sayfa" kolonu, dolaşılan sayfa sayısını; "Hit" kolonu, tıklanan bağlantı sayısını ve "Bayt" kolonu ise içerik kullanımıyla ilgili olarak indirme ve yükleme verilerini belirtmektedir. Bu verilere göre platforma son 4 ayda toplam 641 kullanıcı ziyareti gerçekleştirildi, kullanıcılar tarafından 1,882 sayfa dolaşımı sağlandı, 15,458 bağlantı içeriğine girildi ve 1,03 GB içerik verisi kullanıldı.




| Ay | Ziyaretçi | Sayfa | Hit | Bayt |
|---|---|---|---|---|
| Mar 2019 | 176 | 598 | 4,084 | 279.23 MB |
| Nis 2019 | 192 | 500 | 4,547 | 286.05 MB |
| May 2019 | 226 | 529 | 5,201 | 368.29 MB |
| **Haz 2019** | 47 | 255 | 1,626 | 125.11 MB |
| Toplam | 641 | 1,882 | 15,458 | 1.03 GB |

**Şekil 4.43** Kullanıcıların platforma aylık erişim verileri

Tüm bu çalışmalar ve sağlanan veriler ışığında astronomi kazanımlarının sağlandığı ve bireylerin yaşayarak, deneyerek, gözlem yaparak keşfettikleri uygulamaların sadece atölye, kamp, sınıf içi ve sınıf dışı etkinliklerin yapıldığı yüz yüze öğrenme ortamlarında değil, aynı zamanda çevrimiçi platform gibi web 2.0 araçlarını kullanarak yenilikçi öğrenme ortamlarında çevrimiçi bilim deneyimini yaşayan bireylerin bu alanda bilimsel anlayışla araştırma yapabilmesi, fikir, prototip ve proje geliştirebilmesi için rehber olmaya çalışıldı. Böylelikle astrostem.org, astronomi ve uzay bilimlerine yönelik tüm yanlış bilgi ve önyargıların ortadan kaldırılmasına yardımcı, 21. yüzyıl becerilerini geliştiren, ayrıca bireylerin bu alana ilişkin doğal meraklarını aktif uygulamalarla körükleyerek astronomi ve uzay bilimlerine yönelik tutumlarını ve ilgilerini STEM yaklaşımıyla koordineli olarak geliştirmeyi amaçlayan bir web 2.0 aracı olarak internet ortamında geliştirildi ve dünya üzerinde internet erişimi olan bütün bireylerin kullanımına sunuldu.

# 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu bölümde yapılan çalışmadan elde edilen bulgular ışığında ulaşılan sonuçlara yer verilmiştir ve sonuçlara göre önerilerde bulunulmuştur.

## 5.1 Sonuçlar

Astronomi ve uzay bilimleri alanı kendi doğası gereği bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarını disiplinler arası olarak yapılan araştırmaların yanı sıra eğitim-öğretimi de bütünleştirebilecek bir yapıdadır. Her seviyedeki öğrencilere eğlenceli bir şekilde bilim eğitimin bir parçası olan astronomi ve uzay bilimleri eğitim ve öğretimini sağlayan astronomi etkinlikleri, STEM yaklaşımı sayesinde astronominin disiplinler arası bir uygulamasını ortaya koymaktadır. Yaz ve kış okullarıyla sürekli hale getirilen astronomide STEM etkinlikleri sayesinde bireylerin, astronomi ve uzay bilimleri çerçevesinde bilim ve teknolojiye olan ilgilerinin arttığı, ve 21. yüzyıl becerileri olarak da bilinen, eleştirel bir bakış açısıyla düşünme ve problem çözme, iş birliği gerçekleştirme ve liderlik etme, düşünce esnekliği ve uyum sağlama, girişimci olma, etkin sözel ve yazılı iletişim kurma, bilimsel verilere ulaşabilme ve analiz etme, merak ve hayal gücü gibi becerilerinin de geliştirdiği, hem astronomi temelli uygulamalar hakkındaki öğrenci görüşleri hem de etkinlikler sonunda bireylerin takım çalışmasıyla birlikte ürettiği astronomi ve uzay bilimleri temalı fikir ve prototip sunumlarındaki başarılarının gözlemlenmesiyle anlaşılmaktadır.

Astronomi ve uzay bilimleri alanında çalışan bir uzman astronomun öğrenme ortamında bulunmasının ya da çevrimiçi olarak bir uzmana ulaşılabilmesinin, bireyleri bu alana daha çok teşvik ettiği ve ilgilerini arttırdığı görülmektedir. Bu etkinliklerde de bir astronomun kendi bilgi ve deneyimlerini soru cevap eşliğinde eğlenceli bir biçimde bilim ve teknolojiyi harmanlayarak bireylere kolayca aktarması sağlandı. Böylece bireyler, astronomi ve uzay bilimlerinin sadece bilimkurgu kitaplarında ya da filmlerinde kullanılan bir alan olmadığını öğrenerek, gerçek bir bilimsel alan olduğu ve ileride bilim insanı olma yolunda bu alanda kariyer yapılabileceğine dair bir fikir geliştirdikleri gözlenmektedir. STEM yaklaşımıyla yapılan astronomi etkinliklerinin,

öğrencilerin astronomi ve uzay bilimleri kavramlarını anlamalarına da olumlu etki sağladığı gözlenmekte ve bireylerdeki kavram yanılgılarını önlemede ve oluşmasını engellemede etkili olduğu etkinlikler boyunca görüldü. Etkinliklerin gerçekleştirilmesi sürecinde bireylerin uygulamalarda kullandığı materyaller, genellikle evde bulunabilen ya da rahatlıkla erişilebilen malzemelerden seçildi. Böylece bireylerin çevrelerine ilişkin de farklı bir bakış açısı geliştirmeleri, astronomi ve diğer temel bilimleri günlük yaşamla ilişkilendirmeleri sağlandı. Böylece bireyler astronomi ve uzay bilimlerinin günlük yaşamdaki karşılığını ve bunu bilimsel yollarla nasıl kullanılacaklarının farkına vardıkları görülmektedir.

İnternetin yaygın olarak kullanılması ve web 2.0 araçlarının hızla gelişmesiyle, her alanda olduğu gibi astronomi ve uzay bilimleri alanında da birtakım yeniliklerin yapılması gerekliliği ortaya koymaktadır. Bireylerin genel ilgisinin de internet, astronomi ve uzay bilimleri üzerine yoğunlaştığı bu dönemde, astronominin vazgeçilmez öğeleri olan uygulamaların da bu yeniliklerin içinde yer alması gerekmektedir. Bu düşünceyle uzmanların, eğitmenlerin ve öğrencilerin astronomi ve uzay bilimleri kaynaklarına ve uygulamalarına STEM yaklaşımıyla entegre bir şekilde ulaşabilmesi ve astronomi eğitimindeki sorunlara bir çözüm getirilmesi amacıyla "astrostem.org" adında çevrimiçi bir web platformu geliştirildi. Astronomi eğitimine yardımcı olmak için geliştirilen platformdaki uygulama veritabanının etkilerini gözlemlemek ve öğrencilerin astronomiye yönelik tutumları çevrimiçi olarak ölçmek için birçok yerde astronominin disiplinler arası uygulamaları olarak atölye ve etkinlikler şeklinde uygulandı. Bireylerin teknolojiyi kullanmaları bakımından elde edilen verilere göre platformu kullanma zamanlarının çoğunlukla atölyelerinden sonrası olduğu da görülmektedir. Ayrıca astronomi eğitimi ve öğretiminin yanı sıra güncel bilimsel gelişmelere ve bilimsel oyunlara da yer verildi. Böylece teknoloji açısından zengin ve dünya üzerinde internet erişimi olan herkese açık yenilikçi bir anlayış ve öğrenme ortamı sağlandı. Elbette farklı alanlardaki uzmanlar, eğitimciler ve öğrencilerin ihtiyaçları da birbirinden farklıdır ve hazırlanan bu platformun herkesin tüm ihtiyaçlarını aynı anda karşılaması da oldukça zordur. Ancak geliştirilen bu platformun bir takım eksiklikleri olmasına rağmen astronomi ve uzay bilimleri alanında başarılı bir şekilde geliştirilen ve gelecekte üç boyutlu tasarım, artırılmış gerçeklik ya da sanal gerçeklik gibi tamamen

çevrimiçi sanal ağlardan oluşan ve yapay zeka destekli işletim sistemleri gibi yenilikçi teknolojiler eşliğinde geliştirmeye açık bir çalışma olduğu anlaşılmaktadır.

Yapılan bu çalışmayla, gençlere bilimi sevdirmek, onlara bilimsel düşünme becerileri kazandırmak, bir sonraki nesil bilim insanlarını astronomiye yönlendirmek, bilimsel araştırma yapmaya ve uygulama geliştirmeye teşvik etmek, ne yapacağı konusunda henüz bir fikri olmayan üniversite adaylarına yol gösterici ve disiplinler arası alanları tanıtıcı bir rol üstlenmektedir. Böylelikle bireylerde bilimsel farkındalık oluşturarak, onların neden-sonuç ilişkileri kurabilen, gelecek tercihlerinde kendi kararlarını verebilen, takım çalışması yürütebilen, bilimsel düşünme becerilerini geliştirmiş, bilimin doğasıyla ilgili olarak güvenilir ve tutarlı görüşlere sahip ve astronomiye, dolayısıyla bilim ve astronomiye yönelik olumlu tutum geliştiren bireyler olmalarını sağlamak hedeflenmektedir.

Bu tez çalışmasının bir kısmı, Ege Üniversitesi Eğitim Fakültesi'nde gerçekleştirilen Uluslararası Sınıf Dışı Öğrenme Sempozyumu'nda bu tez ile aynı adı taşıyan sözlü ve yazılı bildiriyle katılarak sunuldu. Akademisyenler, öğretmenler, lisansüstü ve lisans öğrenimi gören öğrencilerden çalışmamızla ilgili olarak karşılıklı etkileşimde bulunuldu. Sempozyumun ikinci gününde gerçekleşen sunumda birçok soru sorulması ve cevaplardan alınan memnuniyet üzerine oturum başkanı ve katılımcılar tarafından, yapılan sunumun en çok ilgi gören sunum olduğu anlık olarak bildirildi. Sempozyum sonrası bildirimiz sempozyumun bildiriler kitabında yayımlanmıştır.

### 5.2 Öneriler

Astronomide STEM etkinliklerinin öğrencilerin astronomiye olan ilgiyi artırdığı ve 21.yüzyıl becerilerine katkı sağladığı söylenebilir. Bu nedenle STEM yaklaşımı kullanılarak hazırlanan astronomi dersleri ve etkinlikleri, erken yaşlardan itibaren bireylere verilmelidir. Bilimsel farkındalığın küçük yaşlara kadar indirilmesi gelecekte bilimsel düşünme becerileri bakımından onların gelişimini de hızlandırmaktadır. Farklı yaş ve öğrenim seviyelerindeki bireylere

eğlenceli, ilgi çekici ve sorgulamaya yönelten etkinlikler sağlamanın yanı sıra astronomi ve uzay bilimleri konularıyla STEM alanlarının birbirleriyle bağlantısı rahatça vurgulanabilir.

Bu etkinlikler sınıf içi ya da gözlemevi, gezegenevi, okul bahçeleri, parklar, kamplar, bilim ve sanat merkezleri gibi sınıf dışı ortamlarda bireylerle buluşturulabilir. Bundan sonra yapılması planlanan sınıf içi ve sınıf dışı eğitimin ve etkinliklerin odağında daima bir astronomi uygulaması bulundurulmalıdır. Böylelikle hem astronomi konusunda güvenilir bilginin yayılmasına hem de bilim eğitimine katkı sağlanabilir. Astronomi ve uzay bilimleri temelli hazırlanan tüm etkinliklere uzman kişilerin kontrolünde kullanılan bir teleskop da dahil edilmelidir. Bu etkinlikler planlanırken ilgili kurum ve kuruluşlardan iş birliği konusunda teleskop temini ve kullanımı konusunda yardım talep edilmelidir. Ayrıca ülkemizdeki tüm okullarda, kamplarda, bilim ve sanat merkezlerinde ilköğretim ve ortaöğretim seviyesinde astronomide STEM etkinliklerinin yaygınlaştırılması karşılıklı iş birliğiyle sağlanmalıdır. Böylelikle astronomi ve uzay bilimleri alanından mezun olan genç astronomlar, kendi alanlarıyla ilgili ders vermek üzere öğretmen olarak istihdam edilebilir.

Fen fakültelerinde astronomi eğitimine devam eden bireyler ve eğitim fakültelerinde hali hazırda öğrenimlerine devam eden öğretmen adaylarının, eğitimleri sırasında astronomi ve uzay bilimleri konusunda daha fazla deneyim kazanmak için astronomide STEM etkinliklerini planlayacakları ve uygulayacakları ortamlar sağlanmalıdır. Ayrıca aktif görevlerdeki eğitmenlere yönelik astronomide STEM etkinliklerinin tanıtılıp uygulanacağı programlar da geliştirilebilir. Astronomi etrafındaki bağlantılı diğer disiplinlerde çalışan araştırmacılar ve eğitmenler bir araya gelerek disiplinler arası çalışmaların ve eğitimin gerekliliği vurgulayabilir. Bu sayede, 20. yüzyıl Türkiye'sinde astronomiyi ve astronomi eğitimini yeniden canlandıran Fatin GÖKMEN, Nüzhet GÖKDOĞAN ve Abdullah KIZILIRMAK'ın sağladığı kazanımlarının devamını getirecek ve 21. yüzyıl becerileriyle birlikte geleceğe taşıyacak gençler yetiştirmek hedeflenmelidir.

# KAYNAKLAR DİZİNİ

**Akgündüz, D., Aydeniz, M., Çakmakçı, G., Çavaş B., Çorlu, M. S., Öner, T., ve Özdemir, S.,** 2015, STEM eğitimi Türkiye raporu: günün modası mı yoksa gereksinim mi?, İstanbul Aydın Üniversitesi, İstanbul. ISBN 978-6054303403.

**Aktamış, H., Acar, E., ve Hiğde E.** 2018, Astronomiyi öğrenelim- uzayı keşfedelim kampı öğrencilerin astronomi hakkındaki kavramsal bilgilerini değiştirdi mi?, *Kastamonu Education Journal*, 26(2): 523-533s.

**Alpar, M. A.,** 2010, Galileo öğretmen eğitimi projesi, *TÜBA Günce Dergisi*, 41: 2-7s.

**Arcand, K., Megan, W., DePasquale, J., Jubett, A., Edmonds, and P., DiVona, K.,** 2017, Bringing cosmic objects down to earth: an overview of 3D modelling and printing in astronomy and astronomy communication, *Communicating Astronomy with the Public Journal*, 22, 14-20pp.

**Aslan, Z.,** 2010, İlk ve ortaöğretimde astronomi eğitimi, *TÜBA Günce Dergisi*, 41: 11-14s.

**Barakos, L., Lujan, V., and Strang, C.,** 2012, Science, technology, engineering, mathematics (STEM): Catalyzing change amid the confusion. Portsmouth, NH: RMC Research Corporation, Center on Instruction. https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED534119.pdf

**Bıyıklı, C., ve Yağcı E.,** 2014, 5E öğrenme modeline göre düzenlenmiş eğitim durumlarının bilimsel süreç becerilerine etkisi, *Ege Eğitim Dergisi*, 15(1): 45-79s.

**Bilir, S., Gogus, E., Onal, O., Ozturkmen, N. D., and Yontan, T.,** 2012, Research Performance of Turkish Astronomers in the Period of 1980-2010, DOI:10.1007/s11192-012-0922-3 Source: ArXiv e-prints

**Bode, M. F., Cruz, M. J., and Molster, F. J.,** 2008, The ASTRONET infrastructure roadmap: a strategic plan for european astronomy, ISBN 978-3-923524-63-1

## KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

**Bode, M.,** 2012, The ASTRONET ınfrastructure roadmap: a strategic plan for astronomy in europe, *Organizations, People and Strategies in Astronomy,* 1: 39-53pp.

**Borne, K.D., Jacoby, S., Carney, K., Connolly, A., Eastman, T., Raddick, M.J., Tyson, J.A., and Wallin, J.,** 2009, The Revolution in Astronomy Education: Data Science for the Masses, Astro2010: The Astronomy and Astrophysics Decadal Survey, Position Papers, 7: 1-11pp.

**Bybee, R. W.,** 2010, What is STEM education?. Science, 329(5995): 996p.

**Campbell, M.,** 2006, The effects of the 5e learning cycle model on students' understanding of force and motion concepts. (MSc thesis). University of Central Florida Department of Teaching and Learning Principles, Florida.

**Canbazoğlu Bilici, S., Öner Armağan, F., Kozcu Çakır, N., ve Yürük, N.,** 2012, astronomi tutum ölçeğinin Türkçe'ye uyarlanması: geçerlik ve güvenirlik çalışması, *Türk Fen Eğitimi Dergisi,* 9(2): 116-127s.

**Chen, C.H., Yang, J.C., Shen, S., and Jeng, M.C.,** 2007, Desktop virtual reality earth motion system in astronomy education, *Educational Technology & Society*, 10(3): 289-304pp.

**Colakoglu, M.H.**, 2016, STEM applications in Turkish science high schools. Journal of Education in Science, Environment and Health (JESEH), 2(2), 176-187pp.

**Crook, C., Cummings, J., Fisher, T., Graber, R., Harrison, C., and Lewin, C.,** 2008, Web 2.0 technologies for learning: The current landscape – opportunities, challenges and tensions, British Educational Communications and Technology Agency, Research Reports.

**Çavaş, B., Huyugüzel, P.Ç., ve Taşkın, C.B.,** 2004, Eğitimde sanal gerçeklik, *The Turkish Online Journal of Educational Technology,* 3(4): 110-116pp.

# KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

**Demircan, O.,** 2009, Üniversitelerimizde astronomi eğitiminin geleceği ve bologna süreci, Gökbilim Terimlerinde Dil Birliği Sempozyumu Bildiri Kitabı, Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, 1: 83-91s.

**Diakidoy, I. N., and Kendeou, P.,** 2001, Facilitating conceptual change in astronomy: a comparison of the effectiveness of two instructional approaches. *Learning and Instruction*, 11: 1-20pp.

**Dove, J.,** 2002, Does the man in the moon ever sleep? An analysis of student answers about simple astronomical events: a case study, *International Journal of science Education*, 24(8): 823-834pp.

**Dunlop, J.**, 2000, How children observe the universe, *Publications of the Astronomical Society of Australia*, 17:194-206pp.

**Duvaux-Béchon, I., and Messina, P.,** 2002, The ESA education office and some current projects, *Esa Bulletin*, 109(11): 101-104pp.

**Ejiwale, J.,** 2013, Barriers to successful implementation of STEM education, Journal of Education and Learning., 7 (2): 63-74pp.

**Eker, Z., Demircan, O., Kırbıyık, and H, Bilir, S.,** 2013, Astronomy in modern Turkey, *People And Strategies In Astronomy*, 2: 195p.

**Emma, F., Walker, R., Page, H., Reinhard, R., and Ventura-Traveset, J.,** 2008, *Hands-on Activities in Education, ESA Bullettin*, 135(8): 26-35p.

**ESA.,** 2005, European Space Agency cosmic vision 2015–2025, http://sci.esa.int/cosmic-vision/38542-esa-br-247-cosmic-vision-space-science-for-europe-2015-2025/ (Erişim Tarihi: 13.10.2018)

**ESA.,** 2019, European Space Agency web site for educators. https://www.esa.int/Education (Erişim Tarihi: 5 Ocak 2019)

## KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

**Eurydice.,** 2011, Science education in europe: national policies, European Commission, *Practices and Research*, ISBN 978-92-9201-218-2 doi:10.2797/7170

**Evren, S.,** 2005, Amatör gökbilimde üniversitelerin yeri, *Journal of İstanbul Kültür Üniversity*, 3(2): 97-118s.

**Fleck, S., and Simon, G.,** 2013, An augmented reality environment for astronomy learning in elementary grades: an exploratory study, Paper presented 25eme conference francophone sur I`Interaction Homme-Machine, IHM'13 Bordeaux, France, DOI: http://dx.doi.org/10.1145/2534903.2534907

**Göğüş, E.,** 2010, Bilim eğitiminde astronomi: bugün ve gelecek, *TÜBA Günce Dergisi*, 41: 8-10s.

**Guinan, E., and Kolenberg, K.,** 2012, Astronomy for a Better World: IAU OAD Task Force-1 Programs for Advancing Astronomy Education and Research in Universities in Developing Countries. Highlights of Astronomy, 16, 540-541pp.

**Güngen, S., ve Evren, S.,** 2018, Astronomi ve uzay bilimleri temelli uygulamalarla hazırlanan STEM kampları, Uluslararası Sınıf Dışı Öğrenme Sempozyumu Bildiri Kitabı, Ege Üniversitesi Eğitim Fakültesi, İzmir.

**Hakala J.S., MacCarthy, K., Dewaele, C., Wells, M., Dusenbery, P.B., and LaConte K.,** 2016, STEM in public libraries national survey results, National Science Foundation.

**Hasper, E.A. Windhorst, R.A., Hedgpeth, T., Tuyl, L.V., Gonzales, A., Martinez, B., Yu, H., Farkas, Z., and Baluch D.P.,** 2015, Methods for creating and evaluating 3D tactile images to teach stem courses to the visually impaired, *Journal of College Science Teaching*, 44(6): 82-89pp.

# KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

**He, L., Murphy L., and Luo, J.,** 2016, using social media to promote STEM education: matching college students with role models, arXiv:1607.00405v1

**Hynes, M., Portsmore, M., Dare, E., Milto, E., Rogers, C., Hammer, D. and Carberry, A**., 2011, Infusing engineering design into high school STEM courses.

**IAU**, 2010, Beyond International Year of Astronomy - IYA 2009 final report, https://www.astronomy2009.org/resources/documents/IYA2009_Final_Report/ (Erişim Tarihi: 12.10.2017)

**IAU**, 2012, Astronomy for development building from the ıya2009 strategic plan 2010–2020 with 2012 update on implementation, https://www.iau.org/static/education/strategicplan_2010-2020.pdf (Erişim Tarihi: 17.10.2017)

**IAU**, 2019, International Astronomical Union strategic plan, 2020–2030, https://www.iau.org/static/education/strategicplan-2020-2030.pdf (Erişim Tarihi: 7.03.2019)

**Impey, D.C., Wenger, C.M., and Austin, C. L.,** 2015, Astronomy for astronomical numbers: a worldwide massive open online class, *International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 16(1): 57-79pp.

**İbanoğlu, C., ve Tunca, Z.,** 1991, Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde astronomi eğitimi ve öğretimi, http://acikerisim.lib.comu.edu.tr:8080/xmlui/handle/COMU/805, (Erişim Tarihi: 15.01.2019)

**Koçer, D.,** 2002, Türkiye'de astronomi eğitim-öğretiminin önemi, gerekliliği ve yapılabilecekler. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Ankara.

## KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

**Landau, E.,** 2019, Black Hole Image Makes History, NASA Jet Propulsion Laboratory News, https://www.jpl.nasa.gov/news/news.php?feature=7372 (Erişim Tarihi: 10 Nisan 2019)

**Langen, A., and Dekkers, H.,** 2005, Cross-national differences in participating in tertiary science, technology, engineering and mathematics education. Comparative Education, 41(3): 329-350pp.

**Lin, K.J.,** 2007, Building web 2.0, *IEEE Computer*, 40 (5): 101-102pp. DOI: 10.1109/MC.2007.159

**MEB.,** 2010, Ortaöğretim astronomi ve uzay bilimleri dersi öğretim programı, Milli Eğitim Bakanlığı, Ortaöğretim Genel Müdürlüğü, Ankara.

**MEB.,** 2016, STEM eğitim raporu, Milli Eğitim Bakanlığı, Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü, ISBN: 978-975-11-3989-4, Ankara.

**MEB.,** 2018a, Fen bilimleri dersi öğretim programı (ilkokul ve Ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar, Milli Eğitim Bakanlığı, Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı, Ankara.

**MEB.,** 2018b, Güçlü yarınlar için 2023 eğitim vizyonu, Milli Eğitim Bakanlığı, Ankara.

**Meinke, B., K., Thomas, C., Eyermann, S., Mitchell, S., LaConte, K., and Hauck, K.,** 2015, NASA's coordinated efforts to enhance STEM education: bringing NASA science into the library, Celebrating Science: Putting Education Best Practices to Work ASP Conference Series, 500, 85-92pp.

**Monnet, G., Molster, F., and Melnick, J.,** 2007, A science vision for european astronomy in the next 20 years. *The ESO Messengers*, 130: 2-3pp.

**Moore, J.C., and Rubbo, L.J.,** 2012, Scientific reasoning abilities of nonscience majors in physics-based courses. *Phys. Rev. ST Phys. Educ. Res.*, 8(1): 106p.

# KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

**Morrison, J.,** 2006, TIES STEM education monograph series, attributes of STEM education. Baltimore.

**NASA.,** 2018, National Aeronautics and Space Administration strategic plan, https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/nasa_2018_strategic_plan.pdf (Erişim Tarihi: 07.04.2019)

**NRC.,** 2010, National Research Council, New worlds, new horizons in astronomy and astrophysics, The National Academies Press, Washington, D.C.

**NRC.,** 2011, National Research Council, Succesful K-12 STEM education, The National Academies Press, Washington, D.C.

**Ockels, W., and Duvaux-Béchon, I.,** 2001, ESA education on the web, *ESA Bulletin*, 108(2): 89-93pp.

**Pena, B.M., and Quilez, M.J.,** 2001, The importance of images in astronomy education, *International Journal of Science Education*, 23(11): 1125-1135 pp.

**Percy J.R.,** 2006, Teaching astronomy: why and how?, *The Journal of the AAVSO*, 35: 248-254pp.

**Race, M.,S.,** 2017, Using astrobiology and space mission planning to bring stem challenges to audiences of all ages, 47th International Conference on Environmental Systems, 309, 1-9 pp.

**Ricci, D., Nicastro L., and Pio, M.A.,** 2013, Modern web 2.0 tools for educational astronomy, Internet Technology Education and Development Conference (INTED2013) Proceedings, 2998-3007pp.

**Richards, R.,** 2010, Digital citizenship and web 2.0 tools, *Journal of Online Learning and Teaching*, 6(2), 516-522pp.

## KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

**Rosenberg, M., Russo, P., Bladon, G. and Christensen, L., L.,** 2014, Astronomy in Everyday Life, *CAPjournal*, 14: 30-35pp.

**Russo, P., and Gomez, E.,** 2012, IAU office of astronomy for development: task force children and school education, *Highlights of Astronomy*, 16: 545-546pp.

**Sadler, P.M.,** 2010, The astronomy and space science concept ınventory: development and validation of assessment ınstruments aligned with the k–12 national science standards. *The American Astronomical Society,* 8(1): 1-28pp.

**Smoot, G.,F.,** 2009, Educational aspects of cosmology Global Cosmology Teachers Academy, The Role of Astronomy in Society and Culture Proceedings IAU Symposium, 260: 622-628pp.

**Stavinschi, M., and Mureşan, M.,** 2014, Astronomy in the frame of the transdisciplinary education, *Global Education Magazine*, 1(1): 1-15pp.

**Steffen W., Koning N., Wenger, S., Morisset, C., Magnor, M.,** 2007, Shape: A 3D Modeling Tool for Astrophysics, *IEEE Transactions On Visualızatıon And Computer Graphics,* 6(1): 1-14pp.

**Şahin, A., Ayar, M.C., ve Adıgüzel, T.,** 2014, Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik içerikli okul sonrası etkinlikler ve öğrenciler üzerindeki etkileri, *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri Dergisi*, 14(1): 297-322s.

**TAD,** 2008, Türk Astronomi Derneği, *Dünya Astronomi Yılı 2009 Türk Astronomi Derneği Elektronik Bülten*, 5, 1-15 s.

**TAD,** 2009, Türk Astronomi Derneği, *Dünya Astronomi Yılı 2009 Türk Astronomi Derneği Elektronik Bülten*, 6, 1-7 s.

**TAD,** 2019, Türk Astronomi Derneği çevrimiçi web sitesi. http://www.tad.org.tr/ (Erişim Tarihi: 7 Şubat 2019)

# KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

**Taner, M. S., Manap, Ö., Tunca, Z., Koçer, D., ve Aslan, Z.,** 2017a, Türkiye'de bilim eğitiminin geliştirilmesi açısından astronomi alanında yapılanlar: astronomi öğretmen seminerleri (AÖS) örneği. *Anadolu Öğretmen Dergisi*, 1(1): 7-22s.

**Taner, M.S., Manap, Ö ve Yetkiner, R.,** 2017b, Ülkemizdeki astronomi etkinliklerinin fen bilimleri programı üzerine olası etkileri, *Anadolu Öğretmen Dergisi,* 1(2): 83-87s.

**Topalsan, A.,** 2018, Sınıf öğretmenliği öğretmen adaylarının geliştirdikleri mühendislik tasarım temelli fen öğretim etkinliklerinin değerlendirilmesi, *YYÜ Eğitim Fakültesi Dergisi*, 15(1): 186-219s.

**Trumper, R**., 2006, Teaching future teachers basic astronomy concepts-seasonal changes-at a time of reform in science education, *Journal of Research of Science Teaching*, 43(9): 879-906pp.

**Tunca, Z.,** 2002, Türkiye'de ilk ve orta öğretimde astronomi eğitim öğretiminin dünü, bugünü, V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Ankara.

**Türk, C., ve Kalkan, H.,** 2017, Modellerle astronomi öğretiminin öğrencilerin başarılarına ve tutumlarına etkisi, *Journal of Current Researches on Educational Studies* 7(2): 185-204pp.

**TÜBİTAK,** 2018, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu Stratejik Planı, https://www.tubitak.gov.tr/sites/default/files/2204/tubitak_2018-2022_stratejik_plani.pdf (Erişim Tarihi: 07.04.2019)

**TÜBİTAK,** 2019, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu çevrimiçi web sitesi, http://www.tubitak.gov.tr/ (Erişim Tarihi: 2 Şubat 2019).

**Türkiye Uzay Ajansı Hakkında Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi**, 2018, *T.C. Resmi Gazete* (Sayı: 30624, 13 Aralık 2018). Erişim adresi: http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2018/12/20181213-1.pdf

## KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

**Unat, Y., 2003,** Astronomi, Felsefe Ansiklopedisi, Editör: Ahmet Cevizci, Etik Yayınları, Kasım, İstanbul, 637-639s.

**Unat, Y.,** 2016, 1933 yılında Ali Yar tarafından yazılmış lise III kozmografya kitabı ve liselerde astronomi dersleri, *Kastamonu Eğitim Dergisi,* 24(4): 2073-2088s.

**Ünsal, Ü., Korkmaz, D.S., Aybek, C.E.,** 2017, Ortaokul fen bilimleri öğretmenlerinin öğrenci kaynaklı astronomi sorularını cevaplama düzeylerinin belirlenmesi, *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 6(3): 175-182 s.

**Wagner, T.**, 2008, Rigor redefined, *Educational Leadership,* 66(2): 20-24p.

**Wendell, K.B., Connolly, K.G., Wright, C.G., Jarvin, L., Rogers, C., Barnett, M., and Marulcu, I.** 2010, Incorporating engineering design into elementary school science curricula, American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition, Louisville, KY.

**White, D.W.,** 2014, What Is STEM education and why ıs ıt ımportant?, Florida Association of Teacher Educators Journal, 1(14): 1-9pp.

**Yıldırım, B., ve Altun, Y**., 2015, STEM Eğitim ve Mühendislik Uygulamalarının Fen Bilgisi Laboratuar Dersindeki Etkilerinin İncelenmesi, El-Cezeri Fen ve Mühendislik Dergisi, 2(2): 28-40s.

**Yıldırım, B.,** 2016, 7. Sınıf fen bilimleri dersine entegre edilmiş fen teknoloji mühendislik matematik (STEM) uygulamaları ve tam öğrenmenin etkilerinin incelenmesi. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

**Yıldırım B.,** 2018. Stem eğitim raporu milli eğitim bakanlığı için öneriler, Muş Alparslan Üniversitesi, Muş. ISBN: 978-605-68360-1-5

# KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

**Yılmaz, H., Yiğit Koyunkaya, M., Güler, F., ve Güzey, S.,** 2017, Fen, teknoloji, mühendislik, matematik (STEM) eğitimi tutum ölçeğinin Türkçe'ye uyarlanması, *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 25(5): 1787-1800s.

**Zeeuw, P.T., and Molster, F.J.,** 2007, A science vision for european astronomy, ISBN 978-3-923524-62-4

**Zhou, J.,** 2010, What is STEM?, Unpublished master thesis, Ohio University, Ohio.

# TEŞEKKÜR

Bu çalışma süresince beni yönlendiren ve yardımcı olan, benden sabrını ve anlayışını esirgemeyerek yakından ilgilenen değerli danışmanım Prof. Dr. Serdar EVREN'e çok teşekkür ederim.

Çalışmamızın hazırlık aşamasından itibaren Mini Astronomi Öğretmen Seminerlerine katılarak görüş ve önerilerini bildiren öğretmen arkadaşlarımıza, EGEÇEM çalışanlarına, Bayraklı Belediyesi, Karabağlar Belediyesi ve Konak Belediyesi Yaz Okulları ve Kış Okulları kapsamında atölye düzenlememe imkan sağlayan Osman Çağrı ŞAHİN ve Ada Eğitim ekibine, özellikle STEM Eğitimi konusunda destek sağlayan Ege Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dekanı Prof. Dr. Hülya YILMAZ ve Muş Alparslan Üniversitesi Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü'nde görev yapan Dr. Öğr. Üyesi Bekir YILDIRIM hocalarıma katkı ve destekleri için teşekkür ederim.

Her daim yanımda olduğunu hissettiren arkadaşlarım Songül KARA, Ercan SARIOĞLU ve Eda GÜZEL'e, benden maddi ve manevi desteğini esirgemeyen annem Yüksel GÜNGEN, babam Salih GÜNGEN, ağabeyim Ömer GÜNGEN ve babaannem Şehriban GÜNGEN'e teşekkür ederim.

27/08/2019

İmzası

Soner Güngen

# ÖZGEÇMİŞ

| **Kişisel Bilgiler** | | |
|---|---|---|
| **Adı Soyadı** | Soner GÜNGEN | |
| **Yazışma Adresi** | Doğanay Mah. Ordu Cad., 9004 sok. No: 26/10. Yeşilyurt, Karabağlar, İzmir. | |
| **Doğum Tarihi ve Yeri** | 24.04.1990 / İZMİR | |
| **Telefon numarası** | 05318186112 | |
| **E-Posta Adresi** | sonergungen@gmail.com | |
| **Eğitim Bilgileri** | | |
| **Derece** | **Eğitim Kurumu/Bölüm** | **Not Ortalaması** |
| **Yüksek Lisans**<br>2016-2019 | Ege Üniversitesi - Fen Bilimleri Enstitüsü<br>Astronomi ve Uzay Bilimleri Anabilim Dalı<br>*Yüksek Lisans Tezi: Astronomi ve uzay bilimleri temelli uygulamalarla hazırlanan STEM kampları* | 3.81/4 |
| **Lisans**<br>2010-2015 | Ege Üniversitesi - Fen Fakültesi<br>Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü<br>*Bitirme Tezi: Güneş aktivitesine gezegenlerin olası etkisi* | 2.81/4 |
| **Ön Lisans**<br>2008-2010 | Dokuz Eylül Üniversitesi – İzmir Meslek Yüksek Okulu – Bilgisayar Teknolojisi ve Programlama Bölümü<br>*Bitirme Projesi: İMYO mezun web platformu* | 3.09/4 |
| **Lise**<br>2004-2008 | Cumhuriyet Anadolu Ticaret Meslek Lisesi, İzmir.<br>Bilgisayar Programcılığı Bölümü | 91.89/100 |
| **İlköğretim**<br>1996 - 2004 | Agah Efendi İlköğretim Okulu, İzmir. | 4.24/5 |
| **Bilgisayar Yetkinliği:** PHP, HTML, CSS, Javascript, SQL, MySQL, C++, MicroC, Arduino IDE, AdobePhotoshop, LEGO EV3, Tinkercad, AppİnventorMicrosoft Office vb. | | |
| **Yabancı Dil:**<br>İngilizce,<br>2010 Ege Üniversitesi Hazırlık Sınıfı Puanı: 84,<br>2015 Ege Üniversitesi Yüksek Lisans İngilizce Yeterlik Sınavı Puanı: 60. | | |

**İş Deneyimi**

| **Tarih** | **Çalıştığı Yer / Ünvan** |
|---|---|
| Temmuz 2019 - Ağustos 2019 | Karabağlar Belediyesi, Ada Eğitim, Astronomi Eğitmeni |
| Ocak 2019 - Şubat 2019 | Bayraklı Belediyesi, Ada Eğitim, Astronomi Eğitmeni |
| Kasım 2018 - Şubat 2019 | İzmir Büyükçiğli Özel Türk Koleji, Eğitim Danışmanı |
| Haziran 2018 - Devam | Konak Belediyesi, Ada Eğitim, Astronomi Eğitmeni |
| Ekim 2017 - Devam | Astrostem.org, Kurucu |
| Ocak 2016 - Eylül 2017 | Sekiz Digital, Web Programlama ve Sosyal Medya Yöneticisi |
| Haziran 2010 - Eylül 2010 | Ünivera, Çağrı Merkezi ve Yazılım Destek Uzmanı |

**Kurs, Yarışma ve Sertifikalar**

| **Tarih** | **Sertifika** |
|---|---|
| 28 Ocak - 26 Mart 2019 | STEM Eğitmen Eğitimi Programı, Muş Alparslan Üniversitesi Sürekli Eğitim Merkezi. |
| 23 - 24 Şubat 2019 | INTO ORBİT: Uzay Serüveni, Bilim Kahramanları Derneği / FIRST LEGO League. |
| 11 Ocak 2019 | 100 Hours Astronomy: STEM in Astronomy, Dario Moreno Art Center. |
| 10 - 11 Ocak 2019 | Ege'de 100 Saat Astronomi, Ege Üniversitesi. |
| 11 - 14 Eylül 2018 | Uluslararası Sınıf Dışı Öğrenme Sempozyumu, Ege Üniversitesi. |
| 24 Şubat 2018 | Mini Astronomi Öğretmen Semineri, Fen Öğretmenleri Derneği, Ödemiş. |
| 22 – 26 Ocak 2018 | STEM Öğretmen Eğitimi Programı, Ege Üniversitesi. |
| 6 Ocak 2018 | Mini Astronomi Öğretmen Semineri, Fen Öğretmenleri Derneği, Bornova. |
| 18 Kasım 2017 | Mini Astronomi Öğretmen Semineri, Fen Öğretmenleri Derneği, Aliağa. |
| 31 Mayıs 2015 | Astronomi Topluluğu, Ege Üniversitesi. |
| 22 – 23 Mart 2014 | Ege Üniversitesi BEST Mühendislik Yarışması, EBEC & BEST İzmir. |
| 22 – 24 Şubat 2012 | Yeteneğe Destek Yaratıcı Ekonomiye Destek Projesi, TTNET A.Ş. |
| 1 Aralık 2011 | Beden Dili & Etkili ve Güzel Konuşma, İzmir Kariyer Merkezi. |

| | |
|---|---|
| 2008 - 2009 | Elektronik Haberleşme Topluluğu, Dokuz Eylül Üniversitesi. |
| 4 Nisan 2008 | 2. Akıl Oyunları Yarışması, Yaşar Üniversitesi. |
| 7 Haziran 2008 | Hızlı Okuma, Bilgivizyon Eğitim Danışmanlık & İnsan Kaynakları Ltd. Şti. |
| 9 Haziran 2007 | Web Tasarım Kursu, Milli Eğitim Bakanlığı. |
| 19 Haziran 2006 | Son Sürat Teknoloji Paketi, Türk Telekom. |
| 2004 -2005 | 8. ScrabbleTournament, Maltepe Askeri Lisesi. |
| **Uluslararası bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitaplarında basılan bildiriler** | |
| **Tarih** | **Bildiri** |
| 11-14 Eylül 2018 | Güngen, S., ve Evren, S., 2018, Astronomi ve uzay bilimleri temelli uygulamalarla hazırlanan STEM kampları, Uluslararası Sınıf Dışı Öğrenme Sempozyumu Bildiri Kitabı, Ege Üniversitesi Eğitim Fakültesi, 1(1), 18-22s. |
| **Projelerde yaptığı görevler** | |
| **Tarih** | **Proje** |
| 12 Temmuz - 9 Ağustos 2019 | Lösemili Çocuklar Vakfı (LÖSEV), Gönüllü Astronomi Eğitmeni, İzmir. |
| 4-6 Ekim 2018 | 4007 Aliağa Bilim Şenliği; Aliağa Bilim İle Buluşuyor. Proje No: 118B770, TÜBİTAK Projesi, Atölye Lideri(Eğitmen). |
| 10-11 Mayıs 2018 | 4006 Bademli Ortaokulu TÜBİTAK Bilim Fuarı, Güneş Filtreli Teleskop ile Güneş Gözlemi Atölyesi. |
| **Ek Bilgiler** | |
| **Linkedin** | linkedin.com/in/sonergungen/ |
| **Facebook** | fb.com/sonergungen |
| **Twitter** | twitter.com/sonergungen |
| **Web Sitesi** | sonergungen.com |
| **Özet** | Yazılım ve sosyal medyayla ilgilenen astronomi tutkusu olan bir bireyim. Belediyelerin kültür merkezleri ve semt merkezlerinde dönemsel proje bazlı olarak astronomi ve uzay bilimleri eğitimleri vermekteyim. Sosyal medya destekli olarak dezavantajlı okullara kitap gönderimi ve kütüphane kurulumlarına destek olmaktayım. İlgi alanlarım arasında; uzun yürüyüşler gerçekleştirmek, gitar çalmak, online bilgisayar oyunları oynamak ve satranç da yer almaktadır. Hedefim, astronomiye olan bağlılığımdan dolayı daima temel bilimlerin izinde olmaktır. Bu sebeple bir ışık demeti olarak yola devam etmek ve bilim eğitimleriyle astronomiye ilgi duyan bireylere etki ederek bu ışığı çoğaltmak istiyorum. |

# EKLER

Ek 1 Avrupa'da Yer Alan 24 Ülkede Astronomi Eğitiminin Durumu

Ek 2 Milli Eğitim Bakanlığı İlköğretim Fen Bilimleri Öğretim Programı'nda Yer Alan "Dünya ve Evren" Konu Alan Adını Taşıyan Ünite, Konu ve Kazanımlar

Ek 3 Milli Eğitim Bakanlığı Ortaöğretim Astronomi ve Uzay Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda Yer Alan Ünite, Konu ve Kazanımlar

## Ek 1

**Tablo Ek.1** Avrupa'da yer alan 24 ülkede astronomi eğitiminin durumu (Bode et al., 2008)

| Ülke | İlgili disiplinler | Astronominin bağımsızlığı | Astronomi eğitimine başlama yaşı | Astronomi eğitim sıklığı | Astronomi öğretmen eğitimleri |
|---|---|---|---|---|---|
| Almanya | Fizik, doğa ve teknoloji | Evet, ortaokulun son yılında, astronomi fizik sınavının bir parçasıdır. | 11 yaş | 3 yıl boyunca bazı dersler. | Ülkenin bazı bölgelerinde öğretmenler için özel kurslar var. |
| Belçika | Kimya, matematik, fizik ve coğrafya | Hayır | 9-11 yaş arası | 2 yıl, bazı dersler (ilkokul sonu ve ortaokul sonu) | Eğitim bakanlığından yok, sadece gezegenevlerindeki özel kurslar var. |
| Bulgaristan | Fen bilimleri (insan ve doğa), fizik, coğrafya, | Hayır 2001'den beri değil | 10–11 yaş arası | 4 yıl, bazı dersler | Ulusal ve bölgesel pedagoji merkezlerinde, halka açık gözlemevlerinde, kurslar ve konferanslar var. |
| Danimarka | Fizik, doğa ve teknoloji, kimya | Evet, 10-12 yaş arasında isteğe bağlı kurs | İlkokul, genellikle 3 ve 4 yaş | Astronomi ortaokulda fizikte merkezidir | Astronomi, öğretmen eğitimi programının bir parçasıdır. |
| Finlandiya | Fizik, çevre bilimleri, coğrafya | Evet, 16 yaş ve astronomi kulüplerinde isteğe bağlı kurs | 8 yaş | 10 yıl boyunca bazı dersler. | Öğretmen adayları için özel kurslar ve isteğe bağlı kurslar var. |
| Fransa | Jeoloji ve fizik, yer bilimleri | Hayır | 6 yaş | 6-10 yaş arası 1-2 saat. 16–18 yaşları için yılda 3 hafta. | Amatör dernekler, eğitim dernekleri, gezegenevleri ve gözlemevlerinde var. |
| Hollanda | Fen bilimleri, fizik | Evet, üniversite hazırlık kursu | x | x | Konferanslarda, atölye çalışmalarında var ancak öğretmen |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | alan bazı öğrenciler için (zorunlu) | | | eğitiminde yok. |
| İngiltere | Bilim ve fizik (ağırlıklı olarak) | Hayır, sadece 16 yaşındaki öğrenciler için isteğe bağlı kursta ancak okullarda yaygın değil | 7 yaş | 2 yıl bazı dersler. | İsteğe bağlı kurs, konferanslar, astronomi dernekleri, üniversiteler, gezegenevi, yerel gözlemevlerinde var. |
| İspanya | Fizik, coğrafya, yer bilimleri, tasarım, teknoloji, jeoloji, matematik | Hayır, bazı bölgelerde astronomi, 16 yaşındaki öğrenciler için isteğe bağlı bir konu | 6 yaş (ancak 3-4 yaş arası kaynaklar da var) | Derslerle 12 yıl | Eğitim öğretmen merkezlerinde dersler, atölyeler, kurslar var. |
| İsveç | Fizik ve coğrafya | Hayır (çok az okul hariç) | 9 yaş | Birkaç yıl boyunca bazı dersler | Üniversitelerin doğa bilimleri kursları var. |
| İsviçre | Coğrafya, fizik ve matematik | Hayır | 10-11 yaş arası | İlkokul ve ortaokulda birkaç ders | Atölyeler, konferanslar ve öğretmenler için özel kurslar var. |
| İtalya | Yer bilimleri ve fizik | Hayır | 6 yaş | 3 yılda en fazla 3 ay | Yeni başlayanlar için amatör derneklerde kurslar var. |
| Kıbrıs | Coğrafya, fizik ve astronomi | Evet, ancak yalnızca 16 yaşındakiler için isteğe bağlı bir kursta | 11 yaş | Ortaokulda birkaç ders | Atölyeler, derslerde var. |
| Letonya | Fizik, Fen bilimleri, coğrafya | Evet, 17-18 yaş arası öğrenciler için isteğe bağlı | 8-9 yaş arası | 11 yaş üstü toplam 48 saat | Öğretmen Eğitimi kursları,Gözlemevleri, Öğretmen konferansları var. |
| Litvanya | Yer bilimleri, fizik | Hayır | 11 - 12 ve 16 - 18 yaş | 2 yıl, bazı dersler (ilkokul), 3 yıl fizik | Üniversitelerin Pedagoji ve Fizik Bölümlerinde var. |
| Lüksemburg | Doğa, coğrafya, fizik | Hayır | 10 yaş | Bazı dersler | Özel öğretmen eğitimi var. |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Macaristan | Fizik, coğrafya | Hayır | 6 yaş | 3 yılda en fazla 3 ay | Yeni başlayanlar için amatör derneklerde kurslar var. |
| Malta | Bilim (isteğe bağlı), fizik (zorunlu) | Hayır | 13-15 yaş arası | 3 yıllık bazı dersler | Yerel öğretmen grupları ve bazı astronomi kulüplerinde var. |
| Polonya | Bilim, coğrafya, fizik | Hayır, ancak dersin tam adı fizik ve astronomi | 7 yaş | Bazı dersler | Atölyeler, konferanslar, gözlemevleri, konferanslar, üniversiteler ve gezegenevlerinde var. |
| Portekiz | Fizik, kimya, coğrafya ve biyoloji | Hayır | 8 yaş | sadece bazı dersler | Pedagojik eğitimde var. |
| Romanya | Fizik, coğrafya ve matematik. | Hayır, 1997'den beri değil, bazı okullarda isteğe bağlı bir ders var. | 11 yaş | Yılda 5 saat | Yaz okullarında var. |
| Slovenya | Fen bilimleri, fizik, coğrafya, | Evet, 13-15 yaş için ve astronomi kulüplerinde 1 yıllık isteğe bağlı kurs | 6 yaş | 6 yılda bazı dersler (ilkokul) 3 yıl fizik ve coğrafya içinde | Üniversite pedagoji, fizik ve coğrafya bölümleri ve Gözlemevlerinde var. |
| Türkiye | Astronomi, fizik ve fen bilimleri | Evet, 16 yaşında isteğe bağlı bir konu olarak, haftada sadece 2 saat | 8 yaş | Okul hayatı boyunca yılda 8 saat | Üniversitelerdeki fen bilimleri ve fizik öğretmenliği bölümlerinde var. |
| Yunanistan | Coğrafya, fizik ve astronomi | Evet, ancak yalnızca 16 yaşındaki öğrenciler için isteğe bağlı bir kurs | 9 yaş | İlkokulda birkaç ders. 12 - 15 yaş arası on ders. 16 yaşında 1 adet isteğe bağlı kurs | Öğretmen eğitimi yok. |

## Ek 2

**Tablo Ek.2** Milli Eğitim Bakanlığı İlköğretim Fen Bilimleri Öğretim Programı'nda yer alan "Dünya ve Evren" konu alan adını taşıyan ünite, konu ve kazanımlar (MEB, 2018a).

| Ünite | Konu | Kazanım |
|---|---|---|
| F.3.1. Gezegenimizi Tanıyalım | F.3.1.1. Dünya'nın Şekli<br>F.3.1.2. Dünya'nın Yapısı | F.3.1.1.1. Dünya'nın şeklinin küreye benzediğinin farkına varır.<br>F.3.1.1.2. Dünya'nın şekliyle ilgili model hazırlar.<br>F.3.1.2.1. Dünya'nın yüzeyinde karaların ve suların yer aldığını kavrar.<br>F.3.1.2.2. Dünya'da etrafımızı saran bir hava katmanının bulunduğunu açıklar.<br>F.3.1.2.3. Dünya yüzeyindeki kara ve suların kapladığı alanları model üzerinde karşılaştırır. |
| F.4.1. Yer Kabuğu ve Dünya'mızın Hareketleri | F.4.1.1. Yer Kabuğunun Yapısı<br>F.4.1.2. Dünya'mızın Hareketleri | F.4.1.1.1. Yer kabuğunun kara tabakasının kayaçlardan oluştuğunu belirtir. Kayaçların sınıflandırılmasına girilmez.<br>F.4.1.1.2. Kayaçlarla madenleri ilişkilendirir ve kayaçların ham madde olarak önemini tartışır. Türkiye'deki önemli kayaçlara ve madenlere değinilir; altın, bor, mermer, linyit, bakır, taşkömürü, gümüş vb. örnekler verilir.<br>F.4.1.1.3. Fosillerin oluşumunu açıklar. Fosil çeşitlerine girilmez.<br>F.4.1.2.1. Dünya'nın dönme ve dolanma hareketleri arasındaki farkı açıklar. Dönme ve dolanma hareketine günlük yaşamdan örnek verilir.<br>F.4.1.2.2. Dünya'nın hareketleri sonucu gerçekleşen olayları açıklar. |
| F.5.1. Güneş, Dünya ve Ay | F.5.1.1. Güneş'in Yapısı ve Özellikleri<br>F.5.1.2. Ay'ın Yapısı ve Özellikleri<br>F.5.1.3. Ay'ın Hareketleri ve Evreleri<br>F.5.1.4. Güneş, Dünya ve Ay | F.5.1.1.1. Güneş'in özelliklerini açıklar.<br>F.5.1.1.2. Güneş'in büyüklüğünü Dünya'nın büyüklüğüyle karşılaştıracak şekilde model hazırlar.<br>F.5.1.2.1. Ay'ın özelliklerini açıklar.<br>F.5.1.2.2. Ay'da canlıların yaşayabileceğine yönelik ürettiği fikirleri tartışır.<br>F.5.1.3.1. Ay'ın dönme ve dolanma hareketlerini açıklar.<br>F.5.1.3.2. Ay'ın evreleri ile Ay'ın Dünya etrafındaki dolanma hareketi arasındaki ilişkiyi açıklar.<br>F.5.1.4.1. Güneş, Dünya ve Ay'ın birbirlerine göre hareketlerini temsil eden bir model hazırlar. |
| F.6.1. Güneş Sistemi ve Tutulmalar | F.6.1.1. Güneş Sistemi<br>F.6.1.2. Güneş ve Ay Tutulmaları | F.6.1.1.1. Güneş sistemindeki gezegenleri birbirleri ile karşılaştırır.<br>F.6.1.1.2. Güneş sistemindeki gezegenleri, Güneş'e yakınlıklarına göre sıralayarak bir model oluşturur.<br>F.6.1.2.1.Güneş tutulmasının nasıl oluştuğunu tahmin eder.<br>F.6.1.2.2. Ay tutulmasının nasıl oluştuğunu tahmin eder.<br>F.6.1.2.3. Güneş ve Ay tutulmasını temsil eden bir model oluşturur. |
| F.7.1. Güneş Sistemi ve Ötesi | F.7.1.1. Uzay Araştırmaları<br>F.7.1.2. Güneş Sistemi Ötesi: Gökcisimleri | F.7.1.1.1. Uzay teknolojilerini açıklar.<br>F.7.1.1.2. Uzay kirliliğinin nedenlerini ifade ederek bu kirliliğin yol açabileceği olası sonuçları tahmin eder.<br>F.7.1.1.3. Teknoloji ile uzay araştırmaları arasındaki ilişkiyi açıklar.<br>F.7.1.1.4. Teleskobun yapısını ve ne işe yaradığını açıklar.<br>F.7.1.1.5. Teleskobun gök bilimin gelişimindeki önemine yönelik çıkarımda bulunur.<br>F.7.1.1.6. Basit bir teleskop modeli hazırlayarak sunar.<br>F.7.1.2.1. Yıldız oluşum sürecinin farkına varır.<br>F.7.1.2.2. Yıldız kavramını açıklar.<br>F.7.1.2.3. Galaksilerin yapısını açıklar.<br>F.7.1.2.4. Evren kavramını açıklar. |

| | | |
|---|---|---|
| F.8.1. Mevsimler ve İklim | F.8.1.1. Mevsimlerin Oluşumu<br>F.8.1.2. İklim ve Hava Hareketleri | F.8.1.1.1. Mevsimlerin oluşumuna yönelik tahminlerde bulunur.<br>F.8.1.2.1. İklim ve hava olayları arasındaki farkı açıklar.<br>F.8.1.2.2. İklim biliminin (klimatoloji) bir bilim dalı olduğunu ve bu alanda çalışan uzmanlara iklim bilimci (klimatolog) adı verildiğini söyler. |

## Ek 3

**Tablo Ek.3** Milli Eğitim Bakanlığı Ortaöğretim Astronomi ve Uzay Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda yer alan ünite, konu ve kazanımlar (MEB, 2010).

| Ünite | Konu | Kazanım |
|---|---|---|
| A.1. Astronominin Tanımı ve Gelişimi | 1. Astronominin Tanımı<br>2. Astronominin Doğuşu<br>3. Astronominin Alt dalları<br>4. Astronominin Bilgi Kaynakları<br>5. Astronomide Kullanılan Araçlar | A.1.1. Astronominin temel konusunu tanır.<br>A.1.2. İnsan olarak, doğayı,doğal olayları ve bir bütün olarak evreni anlamamızda astronomi biliminin önemini açıklar.<br>A.1.3. Astronominin insanların gereksinimleri sonucunda ortaya çıkan en eski bilim dalı olduğunu fark eder.<br>A.1.4. Astronomi tarihine damgasını vuran önemli bilim adamlarını tanır.<br>A.1.5. Astronomi ile diğer bilim dalları arasında ilişki kurar.<br>A.1.6. Temel bilimlerden biri olan astronominin alt dallarını sıralar.<br>A.1.7. Gözlem ve kuramın astronomideki önemini fark eder.<br>A.1.8. İnsan gözünün algılayamadığı ışınları tanır.<br>A.1.9. İnsan gözünün hangi ışınları algılayamadığını ve bu ışınların günlük hayatta nerelerde kullanıldığını açıklar.<br>A.1.10. Astronomide kullanılan temel gözlem araçlarını tanır.<br>A.1.11. Teleskop çeşitlerini ve çalışma prensiplerini açıklar. |
| A.2. Evreni Tanıyalım | 1. Evrenin Yapısı ve Geçmişe Bakış<br>2. Genişleyen Evren<br>3. Samanyolu ve Güneş Sistemi<br>4. Modern Astronominin Doğuşu<br>5. Uzaklık ve Görünür Büyüklük<br>6. Yıldızların Evrimi<br>7. Karacisim Işıması ve Yıldızların Işıtması<br>8. Yıldızların Parlaklıkları | A.2.1.Temel astronomik cisim ve sistemleri tanır.<br>A.2.2.Astronomik gözlemlerden yararlanarak zamanın göreli olduğunu açıklar.<br>A.2.3. Gökada türlerini ayırt eder.<br>A.2.4.Evrenin geleceği bakımından karanlık maddenin önemini açıklar.<br>A.2.5. Samanyolu gökadasını tanır; Güneş sisteminin Samanyolu gökadası içerisindeki konumunu belirtilir.<br>A.2.6.Çıplak gözle gökyüzünü gözlemleyerek yıldızlar ile gezegenleri ayırt eder.<br>A.2.7. Kepler Yasalarını Güneş sistemindeki gezegenlere ve birbiri etrafında dolanan diğer gökcisimlerine uygular.<br>A.2.8.Bir yıldızın ıraksım(paralaks) açısını kullanarak uzaklığını tahmin eder.<br>A.2.9.Görünür büyüklüğün fiziksel anlamını ve ıraksım açısıyla ilişkisini tanımlar.<br>A.2.10.Yıldızların enerji üretim mekanizmasını açıklar.<br>A.2.11. Yıldızların evrimi ile biyolojik yaşam arasındaki ilişkiyi açıklar.<br>A.2.12. Kara delik kavramını açıklar.<br>A.2.13.Kara cisim ışımasının özelliklerini belirtilir.<br>A.2.14. Işıma ile görünür ışık şiddeti arasındaki farkı ayırt eder.<br>A.2.15.Kara cisim yaklaşımını kullanarak bir yıldızın sıcaklığını belirler. |
| A.3. Kon Düzenekleri ve Görünür Hareket | 1. Gök Küresi<br>2. Küresel Kon Düzeneği<br>3. Coğrafi Kon Düzeneği<br>4. Astronomi Kon Düzenekler<br>5. Günlük Görünür Hareket | A.3.1. Gökküresi'nin algısal bir kavram olduğunu açıklar.<br>A.3.2. Gökküresinin temel öğelerini sıralayarak, açıklar.<br>A.3.3. Takımyıldızlarının astronomi açısından önemini belirtir.<br>A.3.4.Gökcisimlerinin günlük görünür hareketlerinin nedenini açıklar.<br>A.3.5. Bir küresel kon düzeneği tasarlar.<br>A.3.6. Coğrafi koordinatları verilen bir noktayı model üzerinde bulur.<br>A.3.7. Çevren düzleminin astronomik açıdan önemini ifade eder.<br>A.3.8. Gökküresi çizimlerinde gözlem yerine ait enlem bilgisini kullanır.<br>A.3.9. Eşlek kon düzeneğini şekil üzerinde tanımlar.<br>A.3.10.Bir gözlem yerine ilişkin temsili gökküresini çizerek gökcisimlerinin günlük görünür hareketlerini açıklar.<br>A.3.11. Doğma batma koşullarını çizim yardımıyla açıklar. |

| | | |
|---|---|---|
| A.4. Ay ve Güneş'in Görünür Hareketleri | 1. Güneş'in Görünür Hareketi<br>2. Ay'ın Görünür Hareketi ve Evreleri<br>3. Ay ve Güneş Tutulması | A.4.1. Güneş'in, yıllık hareketini açıklar.<br>A.4.2. Verilen herhangi bir tarih için Güneş'in eşlek kon sayılarını yaklaşık olarak tahmin eder.<br>A.4.3. Gündüz ve gece sürelerinin gözlem yerinin enlemi ve Güneş'in dik açıklığı ile ilişkili olduğunu örneklerle açıklar.<br>A.4.4.Ay'ın aylık hareketini çizim yoluyla açıklar.<br>A.4.5 .Gök yüzündeki konumunun değişimini izleyerek Ay'ın aylık hareketinin açısal hızının değerini yaklaşık olarak belirler.<br>A.4.6. Ay'ın evrelerinin nasıl oluştuğunu şekil üzerinde gösterir.<br>A.4.7. Ay tutulmasını açıklar.<br>A.4.8. Güneş tutulmasını açıklar.<br>A.4.9. Ay ve Güneş tutulmalarının bilimsel açıdan önemini değerlendirir. |
| A.5. Zaman ve Takvim | 1. Zaman<br>2. Takvim | A.5.1. Dönemli olarak tekrarlayan her olay ile zamanın ölçülebileceğini fark eder.<br>A.5.2. Yıldızıl gün ve gerçek Güneş gününü ayırt eder.<br>A.5.3. Güneş zamanı ile yıldız zamanı arasındaki ayrımı fark eder.<br>A.5.4. Günlük hayattaki kullanımı açısından, ortalama Güneş zamanının, yıldız zamanından daha uygun olduğunu ayırt eder.<br>A.5.5. Bulunduğu yerin boylamı ile yerel zaman arasındaki ilişkiyi örneklerle açıklar.<br>A.5.6. Takvim kavramını açıklayarak Güneş ve ay takvimlerini ayırt eder.<br>A.5.7. Dünyada en çok kullanılan takvimleri sıralar.<br>A.5.8.Ekli yıl tanımındaki ölçütleri kullanarak verilen herhangi bir yılın ekli yıl olup olmadığını açıklar. |
| A.6. Uzay Bilimleri ve Uzay Çalışmaları | 1. Uzay Bilimleri<br>2. Uzay Bilimlerinin Gelişimi ve Uzay Çalışmaları<br>3. Uzay Çalışmalarında Kullanılan Araçlar<br>4. Evrende Hayat Var Mı?<br>5. Uzaya Seyahat ve Uzayda Yerleşim<br>6. Uzay Kolonileri | A.6.1. Uzay bilimlerini astronomi ve diğer temel bilimlerle ilişkilendirir.<br>A.6.2.Uzay bilimlerinin alt dallarını sıralayarak kapsamlarını açıklar.<br>A.6.3. Uzay çalışmalarının amaçlarını sıralar.<br>A.6.4.Uzay çalışmalarının gelişimini açıklar.<br>A.6.5.Uzay çalışmalarının yaşamımızdaki etkilerini örneklerle açıklar.<br>A.6.6.Uzay çalışmalarında kullanılan temel araçları tanır.<br>A.6.7. Uyduların yaşantımızdaki önemini fark eder.<br>A.6.8. Evrende başka hayat izleri olup olmadığı konusunda tahminlerde bulunur.<br>A.6.9. Astronot olabilme kriterlerini belirtir.<br>A.6.10. Astronomlar ile astronotların çalışma alanlarını ayırt eder.<br>A.6.11. Uzay kolonisi kavramını ve uzayda koloni kurma ihtiyacının gerekçelerini açıklar.<br>A.6.12. Bir uzay kolonisi tasarlayarak bu kolonide nelere ihtiyaç duyulacağına ilişkin tahminlerde bulunur. |