

# TEKNOFEST

## HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

### EĞİTİM TEKNOLOJİLERİ YARIŞMASI

#### PROJE DETAY RAPORU

**PROJE ADI:** RA-Sat

**TAKIM ADI:** RA-Sat

**TAKIM ID:** T3-21800-160

**TAKIM SEVİYESİ:** Üniversite-Mezun

**DANIŞMAN ADI:** Tahsin Çağrı Şişman



## İçindekiler

1. Proje Özeti (Proje Tanımı) .....	3
2. Problem/Sorun.....	3
3. Çözüm .....	4
4. Yöntem .....	5
5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü .....	6
6. Uygulanabilirlik.....	6
7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması.....	7
8. Proje Fikrinin Hedef Kitlesi (Kullanıcılar) .....	7
9. Riskler .....	7
10. Proje Ekibi .....	8
11. Kaynaklar .....	8



## 1. Proje Özeti (Proje Tanımı)

Ülkemizde uydu ve uzay teknolojilerinin hızlı gelişimi için bu alandaki farkındalığın ve bilgi birikiminin artırılması gerekmektedir. Proje, bu teknolojinin arkasında yatan temel fizik kavramlarının uygulamalı öğretilmesini esas almaktadır. Geliştirilen amatör uydu yer istasyonu donanımları ve bu donanımların çalışma ilkelerinin lise düzeyine indirgenerek öğrencilere aktarılması projenin temel hedefidir.

T.C. MEB 2019-2023 Stratejik Planı Hedef 1.4, 3.3 ve 4.3 [1] kapsamında öğrencilere çağın gereklerine uygun bilgi ve becerilerin kazandırılması için yenilikçi, dijital içerik ve beceri destekli çalışmaların geliştirilmesine olan ihtiyaca gerekli vurgu yapılmıştır. Aynı şekilde T.C. Cumhurbaşkanlığı SSB 2019-2023 Strateji Planı'nda [2] geçen katma değerli uydu hizmetlerinin artırılması amacıyla uydu teknolojilerinin yerli kaynaklarla geliştirilmesi vurgulanmıştır. Bahsi geçen ileri teknolojinin yerli ve milli kavramlarıyla geliştirilebilmesi için, bu alandaki eğitimin ve farkındalığın, tıpkı uzayda öncü ülkelerde görülebileceği gibi, genç yaşlarda oluşturulması elzemdir. Projemiz bu amaçla yola çıkmış ve istikbalini göklerde arayacak nesillere uzayın erişilebilirliğini anlatmayı düstur edinmiştir.

Tüm bunların yanı sıra eğitim sistemimizde uygulamalı eğitimin yeterince yer bulamadığı genel kanıdır. Teorik olarak öğretilen bilgilerin uygulama ile birleştiğinde daha etkili ve kalıcı olduğu bilinmektedir [3]. Dolayısıyla, teorik olarak uzay haberleşmesinin temelleri, yörünge bilgisi, bazı mekanik ve yazılım konularını işleyen projemiz genel anlamda tüm bu çalışmalarını oluşturulmakta olan ADDIE modeli [4] kapsamında öğrenci merkezli olarak uygulamalı hale getirmektedir.

Projemiz EK-1 Görsel-1'de görülebileceği gibi bir amatör uydu yer istasyonunun alt birimlere bölünerek farklı konuların uygulamalı işlenmesinden oluşmaktadır. İstasyon, anten ve döndürücü şeklinde iki temel birimden oluşmaktadır. Anten biriminde öğrenciler kendi anten ve radyolarını yaparak elektromanyetik dalgalar ve anten teorisinin temellerini öğrenecektir. Döndürücü birimi ise kendi içerisinde üç alt başlıkta incelenmektedir. Yörünge kısmında öğrenci döndürücü sisteme "Neden?" sorusuyla yaklaşarak hareketin mantığını kavramaya çalışacaktır. Bunun için kütle çekimi gibi en temel kavramdan başlayarak bir uydunun hareketini anlaması için hazırlanmış yazılım temelli içerikleri uygulayacaktır. Mekanik kısmında ise "Nasıl?" sorusu ile döndürücü sistemde hareketin oluşma mantığını anlamaya yönelik çalışacak ve sistemi parçalarla doğrudan temas ederek inşa edecektir. Son olarak yazılım kısmında ise neden ve nasıl çalışacağını bilerek yaptığı sistemi kontrol edebilmek için neler yapması gerektiğini öğrenerek, ilgili kodu geliştirecek ve bu kodun çalışmasını sağlayan sistemin elektronik alt yapısını da kavrayacaktır.

## 2. Problem/Sorun

İleri teknoloji ürünler, her zaman anlaşılmaz ve erişilemez bir bilgi seviyesi olarak görülmüştür. Bilginin ulaşılamaz gözükmesi birçoklarını için en başında bilgi yolundan alıkoymuştur. Uzay bilgisinin erişilebilir olduğunu kanıtlamak, bu alanda gençlerin özveriyle çalışmasına katkı sağlamak, ileri teknoloji uydu ve uzay ürünlerini yerli imkanlarla geliştirecek iş gücüne önemli bir katkı sağlayacaktır.

Ülkemizin çeşitli kurumlarına bakıldığı zaman gerek kısa gerekse uzun vadeli planlarında [1][2] bu konulara dikkat çekilmekte ve bu sorunların giderilmesine yönelik çalışmalar des-

teklennmektedir. Fakat ¼lkemizde uzay bilimlerinin erken yaşlardan anlatılmasına yönelik çalışmalar neredeyse yalnızca fizik derslerindeki birkaç ¼niteden ibaret kalmıştır. CanSat gibi uydu yarışmaları yeni yeni lise seviyesinde d¼zenlenmeye başlansa bile hen¼z yeterince yaygınlık kazanamamıştır.

M¼mk¼n olduğunca yerli ve milli kaynaklarla uzaya erişilebilirliğimizi sağlamak istiyorsak, bu konudaki eğitimin ya da en azından bilgilendirmenin erken yaşlarda yapılarak öğrencilerin hayallerini atmosferin dışına taşıması için yol gösterilmelidir.

### 3. z¼m

Derslerdeki doğrudan ve dolaylı olarak uzay bilimleriyle ilgili olan konuların yanında, öğrencinin mevcut ya da orta ğretim s¼resince edineceği bilgilerle anlayabileceği şekilde, farklı uygulamalarla teoriden pratiğe geçişin sağlanması hedeflenmektedir. Bunun için EK-1 Görsel-1’de gr¼leceėi ¼zere, ADDIE eğitim modeli kapsamında bir amatör uydu yer istasyonu etrafında toplanmış çeşitli mod¼ler çalışmalar hazırlanmıştır. Model kapsamında her bir çalışmanın kendine has beceri, tutum ve bilgi hedefleri bulunmaktadır. Bu hedeflerin gerçekleştirilmesi için teorik bilgiler ve yardımcı kılavuzlar çalışmanın bulunduğu ortama göre, fiziki ya da sanal olarak, hazırlanmıştır. Mod¼ler çalışmalar ise öğrenciyi merkeze alarak kendi başına ya da grupça ilgili sistemin ya da örneğin gerçekleştirilmesine imkan tanımaktadır.

Projenin temelini oluşturan amatör uydu yer istasyonu EK-1 Görsel-1’de sunulan alt sistemlerle farklı çalışma gruplarına ayrılmıştır. Böylece ğrenci, sistemi parça parça anlayarak elektrik elektronik, mekanik ve yr¼nge gibi farklı bilim dallarıyla ilgili belirlenen öğrenme hedeflerine daha kolay ulaşacaktır.

Proje zeti bl¼m¼nden hatırlanacağı ¼zere istasyon anten ve dnd¼r¼c¼ sistem olarak iki temel bl¼me ayrılmıştı. Anten bl¼m¼nde elektromanyetik dalga, anten teorisi ve Doppler gibi konuların uygulamalı örneklendirmeleri için basit radyo ve anten yapımı örnek çalışma olarak belirlenmişti. Dnd¼r¼c¼ sistemde ise mekanik kısım olan dnd¼r¼c¼n¼n kendisi dışında diğer çalışmaların sanal ortam için hazırlanması kararlaştırılmıştır.

Basit radyo ve anten yapımı için gerekli t¼m malzemeler, yapım kılavuzları ve malzemelerin kullanım amaçlarını açıklayan dok¼manlar projeye birlikte öğrenciye sunulmaktadır. Bir STEM kitine benzer şekilde breadboard’un ¼zerine basitçe devre elemanlarını yerleştirerek yapılacak olan radyo, elektromanyetik dalgaları ve kullanım alanlarını anlatmak için kullanılacak en basit örnektir. Burada delikli levha yerine breadboard seçimi yapılarak öğrencinin tehlikeli olabilecek lehim kullanmasına ihtiyaç bırakılmamıştır. Aynı yaklaşım t¼m çalışmaların malzeme seçiminde de korunarak el pratikliği sağlayacak olsa bile kaza ihtimali içeren parça ve alet kullanımından m¼mk¼n olduğunca kaçınılmıştır.

Dnd¼r¼c¼ sistem ilk aşamada açık kaynaklı bir çalışma olan Ek-1 Görsel-2’deki SatNOGS tasarımını [5] kullanacak olsa da projenin paralelinde geliştirilmesi RA-Sat tarafından devam eden zg¼n tasarım, t¼m sistem ve eğitim modeli başarıyla kullanıma geçtikten sonra projeye dahil edecektir. zg¼n tasarımın, mekanik ve yazılım anlamında farklılıkları olsa da çalışma prensibi tamamen aynı olacağı için sisteme dahil edilmesi herhangi bir soruna yol amamaktadır.



Manuel uydu takibi ise öğrencinin daha önceden yaptığı anteni bir uydudan sinyal alırken kullanmasıyla gerçekleşir. Bu hem neden bir döndürücüye ihtiyaç duyulduğu hem de döndürücünün temel hareketinin ne olduğunun daha rahat anlaşılmasını sağlayacaktır.

Öğrenci elleriyle yaptığı döndürücünün kontrol kodunu da yine kendi yazacak ve şimdiye kadar fiziksel olarak yaptığı çalışmalara sanal ortamda yazılım bilgisini de eklemiş olacaktır. Burada basit bir arduino cnc shield kullanarak döndürücü sistemin kontrolü sağlanacaktır. Aynı zamanda sistemin güç, kontrol ve bilgi aktarımı için hazırlanmış parçalarını da döndürücüye monte ederken farklı elektronik elemanlarla tanışmış olacaktır.

Son olarak yörünge modülünde öğrenci gök cisimlerinin hareketlerinin arkasındaki temel bilimleri, kendi müfredatında gördüğü/göreceği konularla düzenlenmiş basit hesaplarla Ay ve Güneş'in doğuş, batış ya da azami yüksekliği gibi belirli anlarını hesaplayacaktır. Yaptığı hesapları takvimden kontrol edebileceği gibi gözlemlerle de doğrulayabilecektir. Ardından bu hareketi uyduların hareketleriyle bağdaştıracak ve bir uydunun hareketlerini ön görebilecektir. Bu ön görüyü ise anteniyle manuel ya da döndürücü ile test ederek ne zaman nerede olduğunu hesapladığı uydudan sinyal almayı başarabilecektir. Tüm bu hesaplar basitçe teorik olarak anlatılmakla birlikte Python üzerinden kod geliştirilerek yapılacaktır.

Tabii kendi yaptıkları donanımlarla uydulardan aldıkları sinyaller yalnızca birer gürültü olarak kalmayacak. İlk olarak hazırlanan programlara bu sinyalleri yükleyerek Ek-1 Görsel-3'deki gibi Dünya'nın fotoğraflarını alabilecekler. Yine aynı programlar aracılığıyla uluslararası etkinliklere katılarak NASA ve ROSCOSMOS gibi uzay ajanslarından onaylı Ek-1 Görsel-4'deki tebrik belgesini de alabileceklerdir. Tüm bu başarımlar öğrencinin ilgisini üst seviyelere çıkartırken motivasyonunun da artırılmasına katkı sağlayacaktır.

Uzay bilimleriyle ilgili eğitimin aktif bir şekilde verilebilmesi için teknolojik bir alt yapı seçilmiş, farklı bilim dalları bir amatör uydu yer istasyonu çevresinde açıklanmıştır. Böylece, öğrencilerin teorik ve pratik çalışmaları biraz önce bahsedildiği gibi görsel, işitsel ve hatta uluslararası belgelerle desteklenmiş ve kanıtlanmış olacaktır. Benzer konular, örneğin CanSat konsepti etrafında da incelenebilirdi. Fakat uydu istasyonu yapıldıktan sonra her gün kullanılabilir. Projenin bu aşamasında ele alınmasa da alınan sinyallerin işlenerek anlamlandırılması, verilerin yörünge tespit çalışmalarında kullanılması, amatör telsizcilik faaliyetlerinin yaygınlaştırılması gibi ileri çalışma alanlarını da sisteme dahil etmek mümkündür.

Sorun	Çözüm	Eğitimdeki Katkısı
Yerli ve milli uzay teknolojileri ve insan gücünün artırılması hedeflenirken bu alanda uygulamalı çalışma imkanının lise düzeyinde olmaması	Lise müfredatına uygun şekilde ADDIE öğretim tasarım modeliyle hazırlanmış öğrenci merkezli yazılımsal ve donanımsal çalışmaların uygulanması	Uzayı lise yıllarında teorik ve pratik olarak erişilebilir kılarak bu alandaki mevcut öğrenme hedeflerini geliştirilmesi

#### 4. Yöntem

ADDIE, 1970'lerde Amerikan Hava Kuvvetleri tarafından geliştirilen bir öğretim tasarım modeliyken günümüzde hala daha kullanılmakta ve birçok farklı öğretim modelinin çıkış noktası olmaktadır [6]. ADDIE, kolay uygulanabilirliğinin yanı sıra etkili ve yaygın kullanım

alanlarına sahip olması sebebiyle tercih edilmiştir. Öğrenci merkezli öğretim modeli analiz, tasarım, geliştirme, uygulama ve değerlendirme olmak üzere beş adımdan oluşmaktadır. Projenin ADDIE modeline uyarlanması kapsamında analiz ve tasarım adımları netleştirilmiştir. Takip eden süreçte tasarlanmış ve tasarlanacak olan çalışmalar modele uygun olarak düzenlenecek ve geliştirilecektir.

Proje henüz geliştirilmeden önce örnek çalışmaların bazıları farklı kitleler üzerinde denenmiştir. Örneğin Ek-1 Görsel-5'te görüldüğü gibi, geçtiğimiz yıl Teknofest'te birçok lise öğrencisiyle çalışmalar hakkında görüşülmüştür. Özellikle 11 ve 12. sınıf öğrencileri merakla ve ilgiyle yaklaştıkları çalışmada konuyu teknik boyutlarıyla bile rahatlıkla kavrayabilmiştir. Aynı şekilde Türk Hava Kurumu Üniversitesi'nde bir grup lise ve ilkökul öğrencisine amatör uydu yer istasyonu çalışmaları hakkında bilgi verilmiştir. İlkokul öğrencileri meraklı ve heyecanlı olsa da daha çok çalışmaların sonuçlarıyla ilgilenmiştir. Lise öğrencilerinin konuya olan merakları ve anlamlandırma çabaları sonucunda, yardımımızla bir Tübitak-4006 projesi geliştirmişlerdir.

Tüm bu tecrübeler doğru yöntemlerle birleştirilirse çalışmaların lise öğrencileri için ufuk açıcı nitelikte olduğu ve sanılanın aksine uygulamayla birlikte teknik konuların kolay anlaşılır hale geldiği gözlemlenmiştir.

## 5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü

Hali hazırda yurt dışında farklı amatör uydu yer istasyonu tasarımlarına internette kolaylıkla ulaşılabilmektedir. Fakat paylaşılan tasarımların tek amacı istasyonun yapılmasıdır. Yapım ve kullanım sürecinde arkada yatan temel bilgilere genellikle değinilmez, kişinin bunları bildiği varsayılır. Projemiz ise bir istasyonu farklı bilim dallarıyla birlikte lise seviyesinde incelemektedir. Bunu yalnızca doküman hazırlayarak değil belirli bir bilimsel metot yoluyla, öğrenci merkezli ADDIE modelini takip ederek yapmaktadır. Ayrıca ilk aşamada açık kaynaklı bir istasyon tasarımı kullanılsa da maliyeti düşürülmüş özgün istasyon tasarımı da takip eden süreçte yapılacaktır. Burada maliyet istasyonun tasarım kriterlerinin proje kapsamında yeterli olacak şekilde düzenlenmesiyle düşürülecektir.

İstasyon dışındaki örnek çalışmalar ise lise seviyesine indirgenebilecek çok temel bilgiler olduğu için beklenmedik tasarımlar yapmak elbette mümkün olamaz. Fakat çalışmaların projeye özgün tasarlanmış olmasına dikkat edilecektir. Örneğin yörünge çalışmalarında [7] kaynağı kullanılacak olsa bile içerisindeki bilgiler lise öğrencisi için düzenlenmiş olacaktır.

## 6. Uygulanabilirlik

Örnek çalışmaların tasarımı ve ilgili içeriğin hazırlanmasından sonra belirlenen bir lise öğrencisiyle projenin ilgili kısmı denenecek, gözlemler ve alınan geri dönüşlerden sonra gerekli iyileştirmeler yapılacaktır. Her bir çalışma bu şekilde tek tek denendikten sonra ortaya çıkan son ürün farklı bir öğrenci ya da öğrenci grubuyla uygulanacak ve gerekli gözlem ve geri dönüşler alınacaktır.

Ürün son haline yaklaşırken ticarileştirme faaliyetleri başlayacaktır. Bu amaçla ilk olarak özel liselerle irtibata geçilmesi düşünülmektedir. Ticarileşme ve markalaşmanın gerçekleşmesiyle ve ürünün kendini ispatıyla birlikte MEB ya da farklı devlet kurumları üzerinden bu eğitimin yaygınlaştırılması ve tanıtımı için çalışmalar sürdürülebilir. Ayrıca özellikle döndürü-

cünün özgün tasarımı hayata geçtiğinde ürünün hedef kitlesi yerli ve yabancı amatör telsizcilere genişletilerek farklı pazar arayışlarına girişmek mümkün olacaktır.

## 7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması

Çalışmaların ve projenin genel zaman planlaması Ek-2 Görsel-6'da sunulmuştur. Çalışmalar ile ilgili harcamalar, tahmini olarak her çalışmanın 2. ya da 3. haftasında gerçekleşecektir.

Piyasada eğitim bakımından benzeri bir ürün bulunmamakta ama alt çalışmalar bakımından benzer ürünler bulunmaktadır. Örneğin basit bir radyo kiti 90 TL'ye bulunabilmektedir [8]. Projedeki gibi bir VHF anten ülkemizden 2000 TL'ye [9], yurt dışından 135\$+vergiler şeklinde temin edilebilmektedir [10]. Döndürücü sistemlerde ise çok daha geniş bir fiyat aralığı bulunmaktadır. Projede kullanılan SatNOGS tasarımının üretim maliyeti malzeme kalitesine bağlı olarak yaklaşık 3000 TL iken yurt dışında benzeri sistemler 250\$'a [11] satılmaktadır.

Malzeme	Fiyat	Malzeme	Fiyat
Breadboard	10 TL	Sigma profil ve bağlantı parçaları	160 TL
Radyo devre elemanları	50 TL	2 adet Nema 17 step motor	200 TL
3D basılı parçalar	1500 TL	Güç ünitesi	100 TL
Arduino uno mini cnc shield kiti	100 TL	4 adet rulman	200 TL
Anten için alüminyum boru	100 TL	2 adet kaskak-kayış sistemi	200 TL
RF kablo ve konnektörler	200 TL	Vida somun gibi ara parçalar	30 TL
Konnektör pensesi	300 TL	Elektrik kablosu ve jumper kablo	50 TL
		<b>TOPLAM:</b>	<b>3200 TL</b>

Maliyetlendirme ilk prototip için yedek parçalarıyla birlikte tahmini olarak hazırlanmıştır. Yedek parçaların çıkartılması ve özgün döndürücü tasarımına geçilmesiyle birlikte maliyet azalacaktır. Saha testleriyle iyileştirilen ve geliştirilen ürünün fiyatının 2000 TL altına düşürülmesi hedeflenmektedir.

## 8. Proje Fikrinin Hedef Kitlesi (Kullanıcılar)

Proje, mümkün olduğunca genç yaşta uzay bilimleri konusunda öğrencileri bilgilendirmek istemektedir. Fakat öğrencinin mevcut bilgi birikimi onun doğru hedef kitlesi olup olmadığını belirlemektedir. ADDIE modeli kapsamında yapılan müfredat incelemesinde bütün lise öğrencileri hedeflenen proje 10, 11 ve 12. sınıf öğrencilerini hedef alacak şekilde güncellenmiştir. 10. sınıf itibarıyla projedeki temel kavramlar tanıdık gelmeye başlamakla birlikte 11 ve 12. sınıf öğrencileri derslerde gördükleri/görecekları konularla doğrudan ilişki kurabilecektir.

## 9. Riskler

Projeye geneli için en büyük risk son ürüne ulaşıldığında maliyetin yeterince düşmemiş olması ihtimalidir. Eğer maliyet belirli bir seviyeye çekilemezse ürün ne kadar başarılı olursa olsun hedef kitlesiyle yeterince buluşamaz. Proje uzaya erişilebilirliğin kolaylığını göstermeyi hedefliyorken kendisinin de kolay erişilebilir olması gerekir. Maliyeti düşürmek adına istasyonda bazı yetenek ve imkan kısıtlamalarına gidilebilir. Örneğin sistem 10 kg'lık yük taşıma kapasitesinden 3 kg'lık kapasiteye düşürülüp malzeme seçimleri güncellenebilir. Bu istasyo-



nun kullanılabilirliğini ve dayanıklılığını azaltan bir çözüm olacağı için şu aşamada tercih edilmemiştir.

Projenin kullanımıyla ilgili en büyük risk öğrencilerin farklı malzeme ve el aletlerini kullanmaya ihtiyaç duymasıyla oluşmaktadır. Tasarım sürecinde her ne kadar riskli aletler elenmeye çalışılsa da kesici, delici aletlerle çalışmanın doğası gereği bir takım riskler engellenemeyecektir. Projede ise her çalışma için malzeme listesinin kontrol edildiği bir listeyle birlikte o malzeme için olası risk ve tedbirlerle ilgili gerekli bilgilendirme de yapılarak kontrol listeleri hazırlanacaktır.

Ek-2 Görsel-6'da ki takvimde de görülebileceği gibi ADDIE modelinin tasarım süreci genişletilirken çalışmalar iş gücünün kısıtlı olması sebebiyle sırayla yapılarak test edilecektir. Bu da aslında model tasarımının daha aktif olmasını, herhangi bir adımda alınan geri dönüşün projeye daha kolay entegre edilmesini sağlamaktadır. Her çalışma ilk olarak araştırılıp kağıt üstünde tasarlanacak, ardından kararlaştırılan malzemeler alınıp ilk prototiple test gerçekleştirilecektir. Varsa tasarım hataları düzeltilip bir lise öğrencisiyle tekrar test edilecek ve öğrenciden alınan geri dönüşlerle çalışma son haline getirilerek sonraki adıma geçilecektir.

Risk planlamasında olasılık ve etki matrisi [12] Ek-2 Görsel-7'de bulunabilir.

## 10. Proje Ekibi

Tüm çalışmalar projenin tek çalışanı Mehmet Fatih Ertürk tarafından yürütülmektedir. Türk Hava Kurumu Üniversitesi Uzay Mühendisliği bölümünden 2019 yılında mezun oldum. İstanbul Teknik Üniversitesi'nde Savunma Teknolojileri Programı'nda yüksek lisans yaptım. Lisans döneminde kurucusu olduğum THKÜ Astronomi Topluluğu'nda amatör uydu yer istasyonu kurulumu çalışmalarına liderlik ettim. Bu proje fikri de o zamanki çalışmalar sonucunda ortaya çıkmıştır. Ayrıca amatör telsizci olarak mevcut tecrübem de projede yararlı olmaktadır.

## 11. Kaynaklar

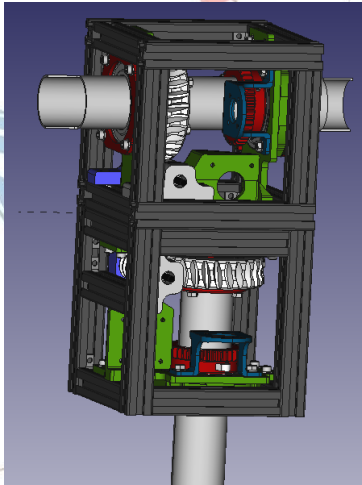
- [1] T.C. Milli Eğitim Bakanlığı 2019-2023 Stratejik Planı
- [2] T.C. Cumhurbaşkanlığı Savunma Sanayii Başkanlığı 2019-2023 Stratejik Planı
- [3] <https://news.uchicago.edu/story/learning-doing-helps-students-perform-better-science>
- [4] R.M. Branch, Instructional Design: The ADDIE Approach, Springer, 2009
- [5] [https://wiki.satnogs.org/SatNOGS\\_Rotator\\_v3](https://wiki.satnogs.org/SatNOGS_Rotator_v3)
- [6] <https://learningbyclick.wordpress.com/2018/08/02/the-instructional-design-model-that-best-fits-addie-model/>
- [7] H. D. Curtis, Orbital Mechanics for Engineering Students, Elsevier
- [8] <https://urun.n11.com/diger-aksesuar-yedek-parca/fm-radyo-kiti-P166850546?gclid=Cj0KCQjw-j1BRDkARIsAJcfmTFCjeGFOBmbG0gTbqjdtp9AAgF3re6O9K-I9eVMVp6mnKrViqvo8QaAjIHEALwwcB&gclsrc=aw.ds>
- [9] <https://www.kayisielektronik.com/VHF-YAGI-ALICI-ANTENI,PR-517.html>
- [10] <https://www.m2inc.com/2-Meter-144-MHz/>
- [11] <https://sarcnet.org/products.html#SARCTRACKit>
- [12] <http://gazi.edu.tr/posts/download?id=153625>
- [13] <https://satnogs.org/>



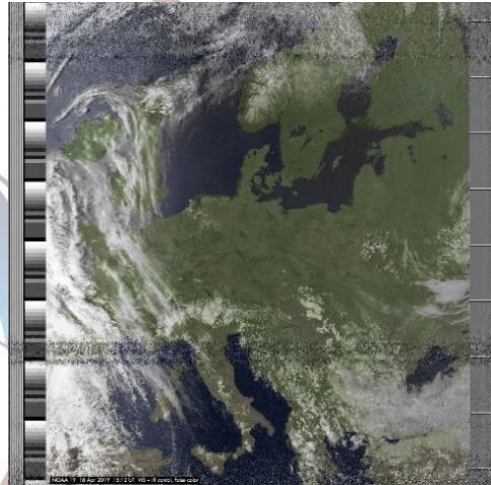
## EK-1

RA-Sat				
KONULAR	ANTEN	DÖNDÜRÜCÜ		
		BÖLÜMLER		
		MEKANİK	YAZILIM + E&E	YÖRÜNGE
	EM Dalgı teorisi	El-az hareketinin tanımlanması	Arduıno kodlama ile kontrol yazılımı	Kütle çekimi
	Anten teorisi	Basit makineler	Temel elektrik bilgisi	Kepler kanunları
	Doppler	Uygun dişillerin seçilmesi		Gökyüzü bilgisi
				Temel yörünge bilgisi
				Uydu geçiş koşulları
ÖRNEK ÇALIŞMALAR	Basit radyo yapımı	Döndürücünün birleştirilmesi	Döndürücü kontrol kodunun yazılması	Kütle çekimi modellemesi
	Anten yapımı	Manuel uydu takibi ile döndürücünün amacının anlaşılması	Elektronik bağlantıların yapılması	Ay ve Güneş'in doğuş/batışının hesaplanması
				Uydu geçişinin hesaplanması
ORTAM	Donanım	Donanım	Yazılım	Yazılım
			Donanım	
EĞİTİM MATERYALİ	Kılavuz (resimli)	Kılavuz (resimli)	Kod için video	Video
		Hızlandırılmış yapım videosu	Bağlantılar için kılavuz (resimli)	

Görsel-1: RA-Sat Eğitim Sistemi



Görsel-2: SatNOGS Döndürücü Tasarımı [13]



Görsel-3: Meteoroloji Uydusundan Alınabilecek Fotoğraf



Görsel-4: Uluslararası Uzay İstasyonu'ndan Alınan Görsel Karşılığında Verilen Tebrik Belgesi



Görsel-5: Teknofest-2019'da Lise Öğrencileriyle Yapılan Uydu Takip Çalışması

## EK-2

	Hafta	Mayıs				Haziran				Temmuz				Ağustos				Eylül		
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3
ADDIE Eğitim Modelinin Geliştirilmesi																				
Radyo Çalışmasının Tasarlanması ve Prototip Geliştirilmesi																				
Anten Çalışmasının Tasarlanması ve Prototip Geliştirilmesi																				
Uydu Takip Çalışmasının Tasarlanması ve Sürecin Geliştirilmesi																				
Döndürücü Çalışmasının Tasarlanması ve Prototip Geliştirilmesi																				
Yörünge Çalışmalarının Tasarlanması ve Sürecin Geliştirilmesi																				
Döndürücü Kontrol Kodu Çalışmasının Tasarlanması ve Sürecin Geliştirilmesi																				
Çalışma Testi ve Geri Dönüş Toplanması																				
Ürünün Ticarileştirilmesi																				

Görsel-6: Proje Zaman Planlaması

		ETKİ		
		Düşük	Orta	Yüksek
OLASILIK	Düşük	1	R1	R2
	Orta	2	R3	R4
	Yüksek	3		R6

RİSK SKALASI	
1-2	Kabul Edilebilir risk
3-4	Dikkate Değer Risk
6-9	Kabul Edilemez Risk

OLASI RİSKLER	
R1	Eksik malzeme/el aleti
R2	Bir parçanın kırılması/kopması
R3	Hatalı montaj
R4	Zaman yetersizliği
R5	Güç sisteminden kaynaklı elektrik kaçağı
R6	Kesici/Delici alet yaralanması

YAPILMASI GEREKEN	
Problemi çevrenizle etkileşerek çözebilirsiniz.	
Proje yöneticinize danışın.	
Çalışmayı derhal durdurun ve proje yöneticiniz ya da yardımcısı olabilecek bir yetkiliyle görüşün.	

Görsel-7: Olasılık ve Etki Matrisi

**İSTANBUL HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALI**