

TASNİF DIŐI

**T.C.
MİLLÎ SAVUNMA ÜNİVERSİTESİ
HEZÂRFEN HAVACILIK VE UZAY TEKNOLOJİLERİ
ENSTİTÜSÜ
UZAY BİLİMLERİ ANABİLİM DALI
UYDU TEKNOLOJİLERİ PROGRAMI**

**Uzay Araçlarının Simülasyonunda Kullanılan
Programlar**

YÜKSEK LİSANS SEMİNERİ

**Mert SEVER
1191101**

SEMİNER DANIŐMANI:Dr.Öğr.Üyesi Şahin YAŐAR

**İstanbul
Ocak 2020**

GİZLİLİK DERECEŐİ

İÇİNDEKİLER

SEMİNER BİLGİ FORMU	1
KATILIMCI LİSTESİ	1
1.GİRİŞ	5
1.1. Seminerin Amacı.....	5
2. SYSTEMS TOOL KIT (STK)	14
2.1. Programın Tanıtımı	14
2.2. Senaryonun Oluşturulması.....	14
2.3 Uzay Aracının Oluşturulması.....	15
2.4 Temel Parametrelerin Ayarlanması.....	15
2.5. Görsel Efektler	16
2.6. Uydu Eklentilerinin Eklenmesi	17
2.7. Analizler.....	18
2.8 Program Desteği ve Dokümanları	19
3. GENERAL MISSION ANALYSIS TOOL (GMAT).....	20
3.1. Programın Tanıtımı	20
3.2. Dinamik ve Çevre Modellemesi.....	20
3.3. Çizim, Raporlama Ve Ürün Tasarlama	21
3.4. Optimizasyon Ve Hedefleme	22
3.5. Programlama Altyapısı	22
3.6. Yörünge Belirleme Altyapısı	22
3.6. Arayüzler.....	22
4. SONUÇ	23
KAYNAKÇA.....	24
EKLER.....	25

ŐEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1: Senaryo Ekranı.....	15
Şekil 2: Temel Uydu Parametreleri Ekranı	16
Şekil 3: 3 Boyutlu Görsel rneği	16
Şekil 4: 2 Boyutlu Görsel rneği	17
Şekil 5: Araçlara Eklenebilen Aparatlar	17
Şekil 6: STK Analiz Arayüz Ekranı	18
Şekil 7: Görev Planlama Ekranı	21
Şekil 8: GMAT Simlasyon Ekranı.....	21

KISALTMALAR

STK	: Systems Tool Kit
GMAT	: General Mission Analysis Tool
NASA	: National Aeronautics and Space Administration
GUI	: Graphical User Interface
AGI	: Analytical Graphics, Inc.

ÖZ

Uzay Araçlarının Simölasyonunda Kullanılan Programlar

Mert SEVER

Millî Savunma Üniversitesi, Hezârfen Havacılık ve Uzay Teknolojileri Enstitüsü

İstanbul, Ocak 2020

Gelişen teknoloji ve çağımızın gerektirdiğı ihtiyaçlar doğrultusunda gerek askeri gerekse sivil alanda havacılık ve uzay alanının kullanım alanı giderek artmaktadır. Bu artışın da beraberinde getirdiğı bazı gereksinimler doğmuştur. Havacılık ve uzay uygulamalarının yüksek maliyeti ve uygulama sürecinin uzunluğu bu teknolojinin üretim ve kullanım öncesi test edilmesi ihtiyacını meydana getirmiştir. Bunun sonucunda deneme yanılma yönteminin kullanılamaz olması yeni çözüm arayışlarına yöneltmiştir. İhtiyaç kapsamında simölasyon programları günümüzde kullanılan en yaygın yöntemdir. STK ve GMAT gibi simölasyon programları bu alanın en başarılı programlarındandır. Seminer içeriğinde bahsi geçen programlar için detay bilgiler kullanıcılar için sunulmuştur.

Anahtar Sözcükler: Simölasyon, STK, GMAT.

1.GİRİŞ

Günümüzde teknolojinin ilerlemesi ve havacılığa olan ilgi ve ihtiyacın artmasından dolayı hava araçlarının kullanımı yaygınlaőmıştır. Havacılık teknolojisinin, özellikle uzay araçlarının üretiminin pahalı ve hata kabul edilemez olmasından dolayı tasarlanan bu hava araçlarının davranıőlarının bilgisayar ortamında test edilmesi gereksinimi doğmuştur. Bu gereksinim doğrultusunda firmalar kendi projelerini simüle edebilmek için programlar, yazılımlar geliőtirmiőlerdir. Bu programlar dış kullanıcılar kapalıdır. Bu programların yanı sıra bazı özel őirketler herkesin kullanabileceği ticari amaçlı yazılımlar geliőtirmiőlerdir.

1.1. Seminerin Amacı

Bu seminer doğrultusunda uzay araçlarının simülasyonunda kullanılabilen AGI tarafından oluşturulmuş STK (Systems Tool Kit) ve NASA (National Aeronautics and Space Administration) tarafından oluşturulan GMAT (General Mission Analysis Tool) programlarının özellikleri incelenecektir.

2. SYSTEMS TOOL KIT (STK)

2.1. Programın Tanıtımı

Systems Tool Kit AGI şirketi tarafından oluşturulmuş, hava araçlarının yanı sıra deniz ve kara araçlarının da simüle edilebildiği bir programdır. Bir senaryo oluşturulur ve bu senaryo doğrultusunda simüle edilmek istenen araçların (uçak, uydu, füze vb.) parametreleri belirlenerek araçlar programa tanıtılır. Daha sonra bu araçlara eklenmek istenen ek parçalar var ise (sensör, kamera vb.) eklenerek aracın özelleştirilmesi sağlanır. Bu özelleştirmeler sonucunda oluşturulan aracın davranışı belirtilen zaman aralığında simüle edilir ve sonuçlar analiz edilir.

Bu seminer doğrultusunda STK'nın özellikleri uzay araçları (uydu, uzay aracı vb.) için incelenmiştir.

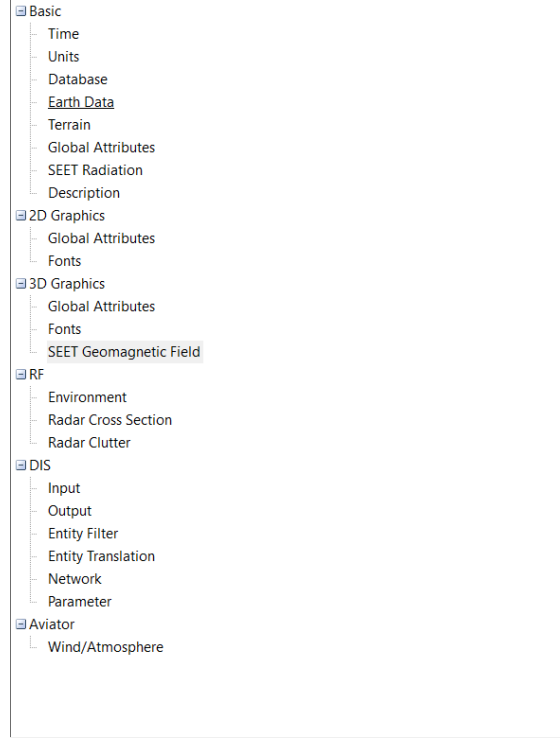
2.2. Senaryonun Oluşturulması

Programın çalışabilmesi için öncelikle senaryo oluşturulur. Senaryonun zaman aralığı belirtilir ve bu aralık dışındaki bir zamanda analiz yapılamaz.

Senaryo oluşturulduktan sonra bu senaryonun özelliklerinin tanımlanması gerekir. Bu özelliklerden bazıları şöyledir ;

- Zaman adım miktarı,
- Analizde kullanılan birimler,
- Gezegen seçimi,
- Güneşin aktivitesi,
- Grafik ve tablolardaki yazıların fontları,
- Atmosfer ve yeryüzü modeli,
- Bulut, sis, yağmur durumları,
- Sıcaklık değerleri,
- Manyetik alan vb.

Bu senaryo parametrelerinin itina ile oluşturulması önemlidir; çünkü analiz süresince bu parametreler tasarlanan uzay aracına etkiyecektir ve analizin üzerinde büyük öneme sahip olacaktır. Farklı durumlarda oluşturulan analiz gerçeklik değerini kaybedecektir.



Şekil 1: Senaryo Ekranı

2.3 Uzak Aracının Oluşturulması

Senaryo oluşturulduktan sonra uzay aracının (uydunun) özelliklerinin girilmesi gerekir. STK bu konuda çok gelişmiştir. Daha önce gönderilmiş olan uyduları kütüphanesinde saklar ve doğrudan ulaşım imkanı sunar. Bunun yanı sıra oluşturulmuş hazır uydu modellerini de tekrar kullanma imkanı sağlayarak kullanıcının analizini kolaylaştırır.

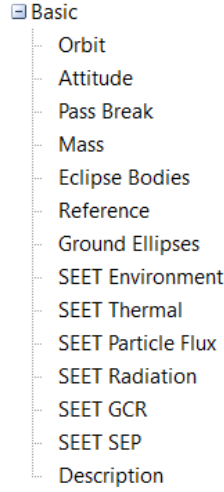
Uydu tasarlanırken yörünge sihirbazı (Orbit Wizard) kullanılabilir veya temel yörünge parametreleri belirlenerek bir yörünge oluşturulabilir.

2.4 Temel Parametrelerin Ayarlanması

Yörünge ekranı ile belirlenen parametreler uydunun yörünge özelliklerini oluşturur. Öncelikle uyduya etkiyen bozunumlar olan dış kuvvetleri belirlemek için “Propagator” alanından model seçilir. Seçilen model doğrultusunda uydunun yörüngesindeki davranışı değişmektedir. Model seçiminden sonra uydunun koordinat tipi, koordinat sistemi ve 6 temel yörünge parametresi belirtilir. Böylece uydunun yörüngesi için gereken tanımlamalar yapılmış olur.

Yönelim ekranındaki parametrelerin tanımlanması ile uydunun yönelimi belirlenir. Çoklu uydu uçuşlarında takipçi uydunun sürekli olarak hedef uyduya yönelmesi gerekmektedir ve bu gibi durumlar için bu ekran kullanılır.

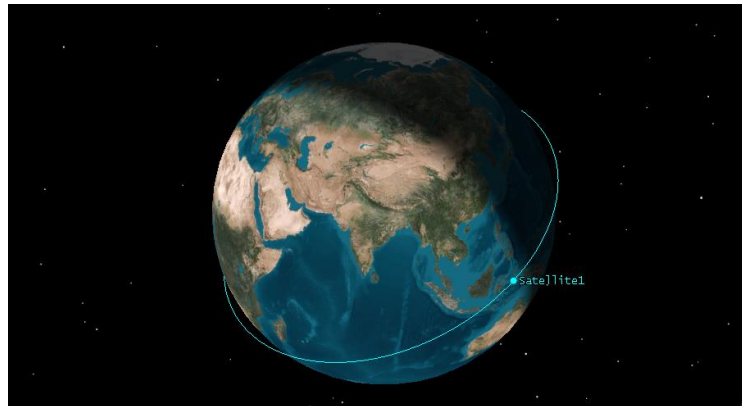
Diğer temel parametrelere bakıldığında ise STK uyduya etkiyen çevre, ısı, parçacık, radyasyon gibi özel girdilerin de analize katılmasını sağlar. Yine uydunun görev içerisindeki kısıtları da bu ekranlar doğrultusunda oluşturulur.



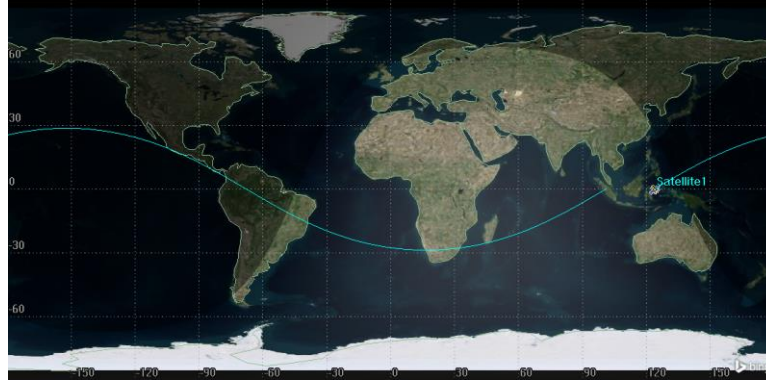
Şekil 2: Temel Uydu Parametreleri Ekranı

2.5. Görsel Efektler

Simülasyonun görsel kısmını etkileyen özellikler uzay aracının özelliklerinin tanımlandığı ekran ile ayarlanır. Bu ekrandaki 2D grafik ve 3D grafik seçenekleri kullanılarak STK'nın 2D ve 3D simülasyon pencerelerinde analizlerin görsel efektlerinin (yörünge çizgisinin rengi, uydunun tutulma aralıklarının gösterilmesi vb.) yansımaları sağlanır.



Şekil 3: 3 Boyutlu Görsel Örneği

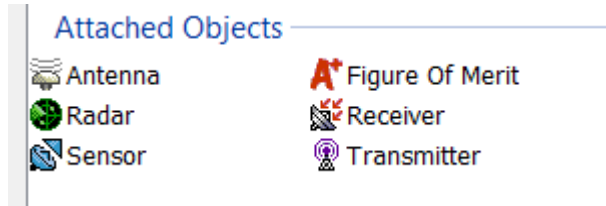


Şekil 4: 2 Boyutlu Görsel Örneği

2.6. Uydu Eklentilerinin Eklenmesi

STK uydunun parametrelerinin tasarlanmasının yanı sıra uydu üzerine yerleştirilebilecek parçaların oluşturulmasına da imkan sağlar. Bu özellik sayesinde uyduya alıcı, verici, anten, sensor, radar gibi eklentiler eklenebilir ve bu eklentilerin uydunun görevi esnasında davranışları analiz edilebilir.

Eklenmek istenen aparat seçildikten sonra çıkan ekrandan hangi araca ekleneceği belirlenir. Daha sonra seçilen parçanın cihaz üzerindeki konumu ve seçilen parçaya özgü özellikler belirlenir. Eklenen bir sensor ise çözünürlüğü, anten ise yönelimi, radar ise kırma gücü gibi özellikler temel parametreler ekranından seçilir. Her parça için görsel kısım değişkenleri ayarlanabilir ve bu aparatların kısıtları belirlenebilir.



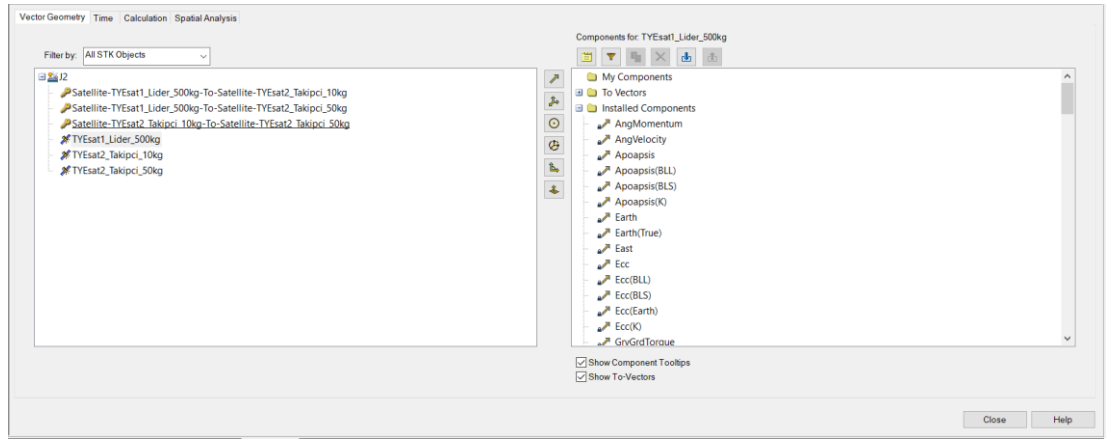
Şekil 5:Araçlara Eklenebilen Aparatlar

2.7. Analizler

Senaryonun oluşturulması ve senaryoda görev alan araçların ve ekipmanların belirlenip ayarlanmasından sonra STK uydunun ve uydu üzerindeki ekipmanların davranışını simüle ederek analizleri grafik ve rapor halinde kullanıcıya sunar.

Sık kullanılan ve kullanıcıların genellikle tercih ettiği analizlerin yanı sıra yeni bir rapor tipi oluşturularak farklı bir analiz çeşidi oluşturulup daha sonra bu format kaydedilebilir ve başka görevler için kullanımı kolaylaştırılabilir.

STK sade bir arayüz ile kullanıcının analiz sürecini kolaylaştırır ve istediği analizi kolay bulma imkanı sağlar. Fakat her zaman arayüz kullanımı kolay olmamaktadır. Bu nedenle arayüzün yanı sıra “STK Command Window” olarak adlandırılan doğrudan STK’ya erişebilen komut satırını da kullanmak mümkündür. Arayüz kullanılarak yapılan analizlerin herbiri komut satırı kullanılarak elde edilebilir. Bu özellik genel olarak başka bir program ile STK’nın interface edilmesinde (tümleştirilmesinde) kolaylık sağlar. MATLAB ile doğrudan tümleştirilebilen STK, çoklu analizlerde veya STK’dan veri alınarak yeni analiz yöntemleri denenmesinde faydalıdır.



Şekil 6:STK Analiz Arayüz Ekranı

2.8 Program Desteği ve Dokümanları

STK, programı tanımayan ve analiz esnasında sorun yaşayan kullanıcılar için geniş bir dokümantasyon haznesi ve örnek videolara sahiptir. İnternet sitesinde programın her bir fonksiyonunun nasıl çalıştığı, işlevi ve fonksiyonların nasıl kullanılacağı açık olarak anlatılmaktadır. Bunların yanı sıra örnek videolarla basit senaryolar oluşturulmuş, kullanıcının pratik yapması kolaylaştırılmıştır. Ayrıca program yüklenirken dokümantasyonun da yüklenmesi durumunda internet sitesindeki dokümanlar internet ihtiyacı olmadan bilgisayarda kullanıma hazır hale gelmektedir.

Őirket programın kurulumu, lisans veya analizler ile ilgili bir sorun yaşanması halinde mail ile destek sağlamak ve çok kısa süre içerisinde çözüm imkanı sunmaktadır.

STK, programı öğrenmek ve bu programı öğrendiğini belgelemek isteyen kullanıcılar için destek sağlamaktadır. Programın sertifikasını almak isteyen kullanıcıların internet sitesi üzerinden kayıt olduktan sonra sertifika için başvurmaları halinde őirket bir test seti göndermektedir. Bu gönderilen problemlerin ve senaryoların doğru bir şekilde uygulanıp belirtilen süre içerisinde sunulması durumunda program mail ve kargo yolu ile sertifika yollamaktadır. Sertifikalar seviyeler halindedir. Program, ilk seviyeden başlanılarak başarılı olunması halinde beginner, master ve grandmaster olmak üzere üç seviye sertifikaya sahip olma şansı sunmaktadır.

3. GENERAL MISSION ANALYSIS TOOL (GMAT)

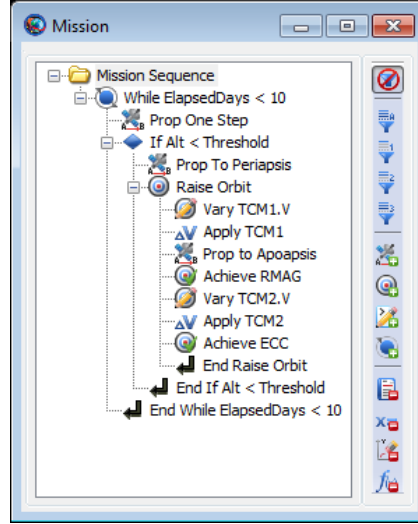
3.1. Programın Tanıtımı

General Mission Analysis Tool (GMAT) uzay görevi tasarımı, optimizasyonu ve navigasyonu için dünyanın tek kurumsal, çok amaçlı ve açık kaynaklı yazılım sistemidir. Sistem, düşük Dünya yörüngesinden Ay, lagrange noktası ve derin uzay görevlerine kadar değişen uçuş bölgelerindeki görevleri destekler. GMAT; NASA, özel sektör, kamu ve bireysel olarak katkıda bulunanlardan oluşan bir ekip tarafından geliştirilmiştir ve gerçek görev misyonu mühendislik çalışmaları ve bir eğitim aracı olarak kullanılmaktadır. Halka açık kullanıma sahiptir.

GMAT, özel ve benzersiz uygulamalar için esnek analiz ve çözümler sunmak üzere tasarlanmıştır. Yüksek doğruluklu uzay sistemi modelleri, optimizasyon ve hedefleme, yerleşik kodlama ve programlama altyapısı ile beraber özelleştirilebilir grafikler, raporlar ve veri ürünleri içeren zengin özelliklere sahip bir sistemdir. GMAT, tam özellikli ve etkileşimli bir GUI'den veya özel bir komut dosyası dilinden çalıştırılabilir.

3.2. Dinamik ve Çevre Modellemesi

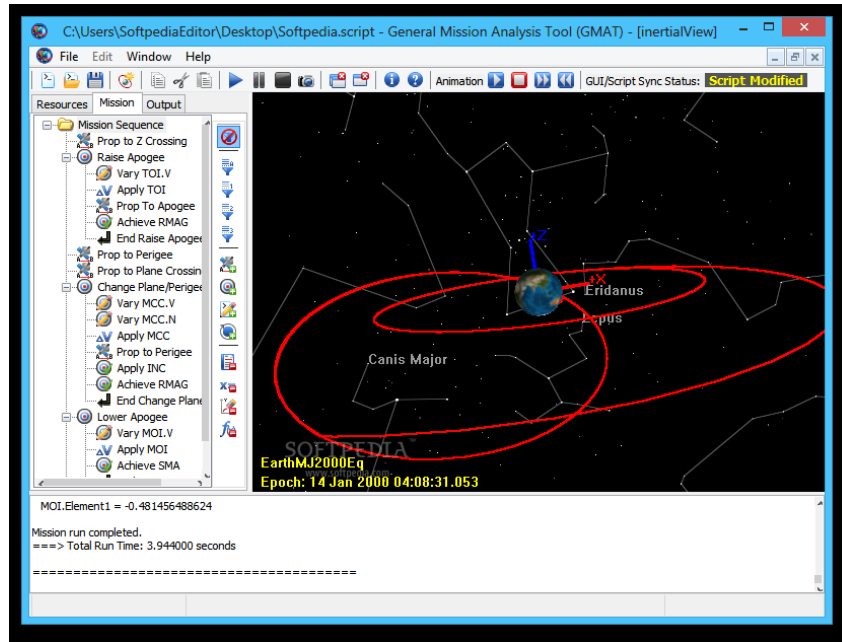
GMAT programı uzay aracının dinamik modellemesi ve çevresel etkenlerin modellemesinde kullanılır. Program ile harmonik yerçekimi, sürüklenme, gelgitler ve göreceli düzeltmeler dahil olmak üzere yüksek doğruluklu dinamik modeller oluşturulabilmektedir. Modelleme yüksek doğruluk sağlar. Çoklu uydu uçuşu olarakta bilinen “constellation” ve kol uçuşu olarak bilinen “formation” uydu modellemeleri için GMAT kullanılabilir. Ayrıca modellenen uzay aracının, uydunun, yörüngede yapacağı manevralar ile bu manevraların sonuçları ve etkileri bu program sayesinde kolaylıkla bulunabilir. Oluşturulan modeller farklı koordinat sistemleri için analiz edilebilir ve tasarlanan uzay aracı için yakıt tipi seçimi mümkün kılınır. Modelleme sadece uzay aracı için değil, aynı zamanda gök cisimleri ve güneş sistemi için de oluşturulabilir.



Şekil 7:Görev Planlama Ekranı

3.3. Çizim, Raporlama Ve Ürün Tasarlama

GMAT modelleme yapıldığında sadece analizleri vermekle kalmaz aynı zamanda tasarlanan model için oluşan simülasyon da kullanıcı tarafından incelenebilir. Birçok grafik seçeneği ile beraber oluşturulan analizler için uygun grafik seçimi mümkündür. Hazır raporlama ve analiz yöntemlerinin yanı sıra kullanıcının özelleştirebildiği rapor ve grafik oluşumuna izin verir.



Şekil 8:GMAT Simülasyon Ekranı

3.4. Optimizasyon Ve Hedefleme

GMAT araç modellemesinin yanı sıra modellenen analizin optimum çözüme ulaşması içinde metotlara sahiptir. Doğrusal olmayan (non-linear) ve kısıtlı optimizasyon teknikleriyle oluşturulan modeli en iyiye yaklaştırır.

3.5. Programlama Altyapısı

GMAT; kullanıcı tanımlı değişkenler, diziler ve dizeler kullanarak analizlere giren fonksiyonları çalıştırır. Program kendi komut sisteminde if, for, while gibi döngü kontrol parametrelerini bulundurmaz. MATLAB ve Python ile bağlantı için uygundur. Bu programlarla tümleştirilebilir.

3.6. Yörünge Belirleme Altyapısı

GMAT yörünge tahmini için kapsamlı istatistiksel sonuç raporlamasına sahiptir. Kullanıcının oluşturduğu girdilere göre yörünge hesaplamaları yaparak bir sonraki zamanda aracın yörüngede bulunacağı konumu tahmin eder ve oluşacak muhtemel hata ölçümlerini bulur.

3.6. Arayüzler

GMAT anlaşılabilir, hızlı ve sade bir GUI tasarımına sahiptir. Bunun yanında daha karmaşık olan fakat özel analizler için daha uygun bir özel komut sistemi diline de sahiptir. Ayrıca komut sistemi sayesinde çoklu analizlerin çözümü daha kısa süre gerektirmektedir. MATLAB ve Python ile tümleştirilerek kullanıcıya özgü özel tasarımı simülasyon imkanı da sunar.

4. SONUÇ

Bu seminer sonucunda günümüz teknolojisinde önemli bir yere sahip olan havacılık ve uzay araçlarının tasarımında kullanılabilecek en yaygın 2 program olan STK ve GMAT'ın kullanım amaçları ve analiz kapasiteleri incelendi. Kullanıcılar için kısa bir şekilde analiz oluşturma yöntemleri anlatıldı.

İleride bu amaca yönelik yeni programların oluşturulması ve bu programların kullanılarak oluşturulan analizlerin doğruluğunun incelenmesi amaçlanmaktadır.

KAYNAKÇA

1. <http://gmat.sourceforge.net/docs/R2018a/help-a4.pdf>
2. http://help.agi.com/stk/index.htm#gettingstarted/GetStart_NewScenarioStarter.htm%3FTocPath%3DGetting%2520Started%7CBuild%2520a%2520Scenario%7CCreate%2520a%2520New%2520Scenario%7C_____0
3. http://help.agi.com/stk/index.htm#stk/ObjectMap.htm%3FTocPath%3DGetting%2520Started%7CBuild%2520a%2520Scenario%7CAdd%2520STK%2520Objects%7C_____0
4. http://help.agi.com/stk/index.htm#stk/tools.htm%3FTocPath%3DGetting%2520Started%7CPerform%2520Analysis%7C_____0

EKLER

Ek 1: Anket Form

1.Yaşınız?

- | | | |
|-------------------------|------------------------|-----------------------------|
| 1.() 14 yaş ve aşağısı | 2.() 15-17 yaş arası | 3.() 18-20 yaş arası |
| 4.() 21-25 yaş arası | 5.() 26-30 yaş arası | 6.() 31-35 yaş arası |
| 7.() 36-40 yaş arası | 8.() 41-45 yaş arası | 9.() 46-50 yaş arası |
| 10.() 51-55 yaş arası | 11.() 56-60 yaş arası | 12.() 61 yaş ve daha büyük |

2.Öğrenim durumunuz?

- 1.()Herhangi bir öğretim kurumundan mezun değilim
- 2.()İlkokul mezunu
- 3.()İlköğretim ikinci kademeye devam ediyorum
- 4.()İlköğretim (ortaokul) mezunu
- 5.()Liseye devam ediyorum
- 6.()Lise ve dengi okul mezunu
- 7.()Yüksekokul / üniversiteye devam ediyorum
- 8.()Yüksekokul / üniversite mezunu
- 9.()Başka (belirtiniz.....)

3.Doğum yeriniz?

- | | | | |
|-----------------|--------------------------|---------------------|-----------------|
| 1.()İl merkezi | 2.()İlçe merkezi | 3.()Kasaba / belde | 4.()Merkez köy |
| 5.()İlçe köy | 6.()Diğer (belirtiniz.) | | |