

Uzay Durum Farkındalığını Anlamak

Uzay Durum Farkındalığı (ing. Space Situational Awareness - SSA), uzaydaki cisimlerin hareketlerini izlemeyi, takip etmeyi ve tahmin etmeyi amaçlayan bir dizi yeteneği kapsar. Bu yeteneklerin kapsamı, aktif yapay uyduları, insanlı uzay görevlerini, görevi sonlanan uyduları ve bu görevlerden kopan parçaları gözlemeyi içerir. SSA sistemleri, bu nesnelere hakkında veri toplamak için yer ve uzay tabanlı optik ve RF çözümleri kullanır ve uzay ajanslarına, uydu operatörlerine ve devletlere kritik bilgi sağlar.

TÜBİTAK UZAY

Çeşitli uzay projelerinde kapsamlı bir yetkinlik sergileyerek uzay durum farkındalığı alanında öncü çözümler sunmaktadır. SSA sistem mühendisliği, uzay nesnelere izlenmesi ve yönetimini sağlarken, astrodinamik analizler yörünge hesaplamaları ve manevra planlamaları yapar. Uzay görevlerini etkin bir şekilde yönetmek için geliştirdiği görev planlama hizmetleri ve görev simülasyonları kullanılır.

Pasif ve aktif sensörlerin tasarımı, seçimi ve entegrasyonu konusundaki uzmanlık, çeşitli uzay araçlarının ve sistemlerinin optimizasyonunu mümkün kılar. Ayrıca, uzay görevlerinde otomasyon ve hassas operasyonlar için robotik sistem geliştirme yetenekleri de bulunmaktadır. Uzaydan elde edilen verileri analiz etmek ve yorumlamak için veri işleme teknolojileri kullanılmaktadır.

Büyük veri, veri tabanı ve kullanıcı arayüzü yönetimi, uzay projelerinde çok sayıda verinin işlenmesini ve kullanıcıların ihtiyaçlarına uygun arayüzlerin geliştirilmesini sağlar.

Uzay Durum Farkındalığı, günümüz uzay araştırmaları ve operasyonlarında oldukça önem taşımaktadır. Uzay operasyonlarının verimliliğini ve güvenliğini artırmak için TÜBİTAK UZAY geniş hizmetler sunmaktadır:

- Farklı sensörlerle gökscimi gözlemi ve takip
- Veri işleme, ayrıştırma ve filtreleme
- Veri füzyonu
- Gökscimi tespit ve eşleştirme
- Gökscimi yörünge tespiti ve iyileştirilmesi
- Görev planlama ve analizler
- Manevra tespit, çarpışma uyarısı
- Fırlatma ve atmosfere giriş izleme
- Gökscimi karakterizasyonu
- Uydu ve uzay çöpü kataloğu
- Büyük veri yönetimi

SSA'daki Zorluklar

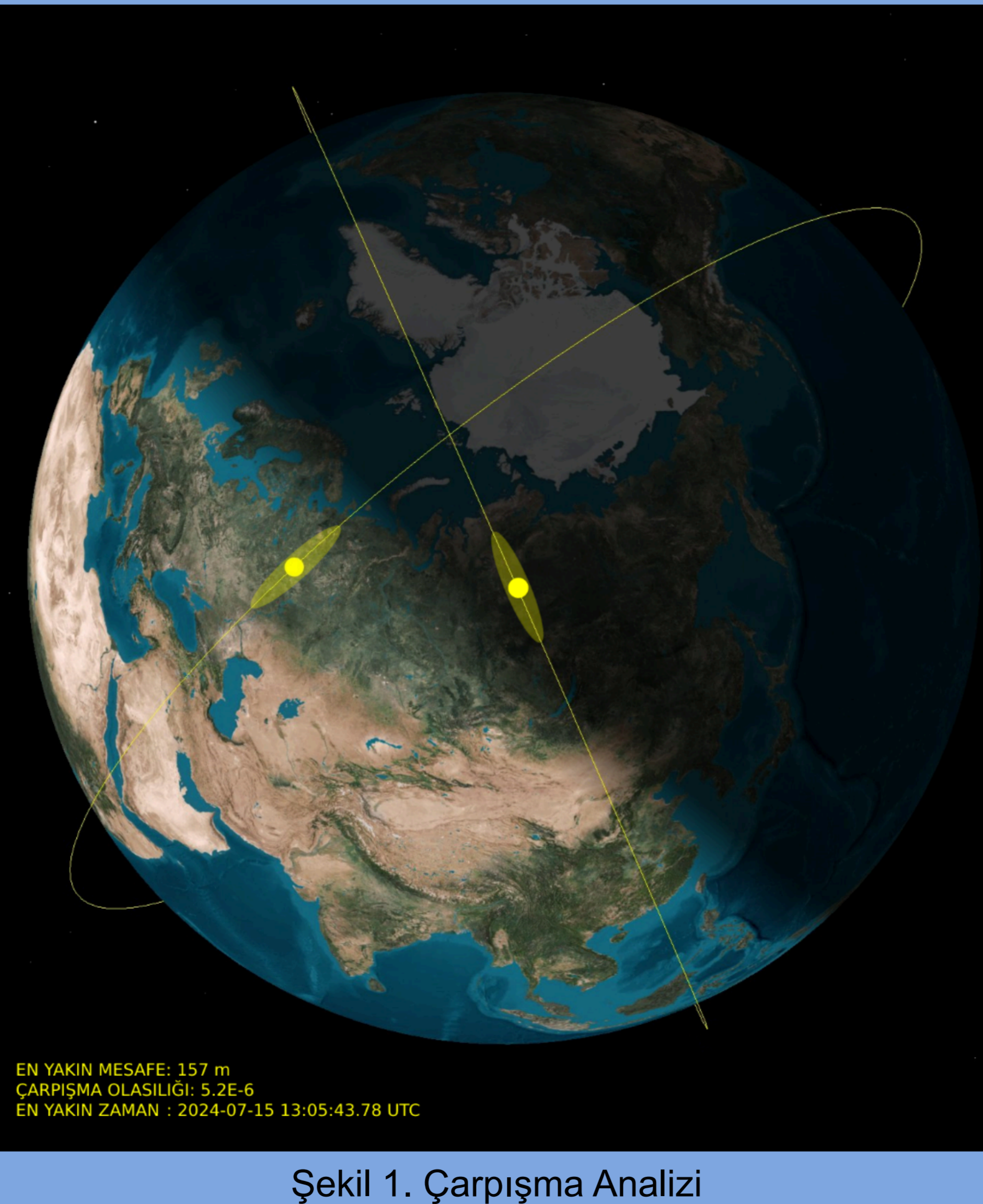
SSA'nın kritik önemi olmasına rağmen, uygulanmasını ve etkinliğini zorlaştıran çeşitli durumlarla karşı karşıyadır:

Kalabalık Uzay Ortamı: Yörüngedeki uydu, uzay aracı ve uzay çöplerinin artan sayısı, SSA için önemli bir zorluk teşkil etmektedir. Aynı anda çok sayıda nesneyi izlemek ve takip etmek, sofistike sensör ağları ve gelişmiş veri işleme yetenekleri gerektirir.

Sınırlı Sensör Kapsamı: Yer tabanlı sensörler, SSA için değerli veriler sağlar ancak kapsama alanı ve duyarlılık açısından sınırlamaları vardır. Uzay tabanlı uzay gözleyen sensörler, tamamlayıcı yetenekler sunar ancak uzay görevine SSA sistemlerinin entegrasyonu maliyetli ve teknik açıdan zorlu olabilir.

Veri Paylaşımı ve İşbirliği: SSA'nın etkili olabilmesi için uluslararası işbirliği ve bilgi paylaşımı gereklidir. Ancak, ulusal güvenlik ve ticari çıkarlar konusundaki endişeler, işbirliği çabalarını engelleyebilir ve SSA kapsamı ve koordinasyonunda boşluklara yol açabilir.

Yeni Tehditler: Uzay teknolojisinin ilerlemesi ve yeni uzay yaklaşımı uzay trafiğini artırmaktadır. Küçük uyduların çoğalması, potansiyel anti-uydu silahları ve kasıtlı uzay çöpü oluşturma görevleri mevcut uzay görevlerinde çarpışma olasılığını artırmaktadır.



Şekil 1. Çarpışma Analizi



Şekil 2. GEO Gözlemi

SSA'nın Özellikleri

Takip ve Tanımlama: SSA'nın temeli, uzaydaki nesnelere doğru bir şekilde izlemeye dayanır. Bu doğrultuda amaç, her nesneyi tanımlamayı, yörünge parametrelerini belirlemeyi ve gelecekteki yörüngesini tahmin etmeyi içerir. Çeşitli yer tabanlı ve uzay tabanlı sensörler bu çabalara katkıda bulunarak, operasyonel uydulardan küçük boyutlu uzay çöplerine kadar nesnelere sürekli izlenmesini sağlar.

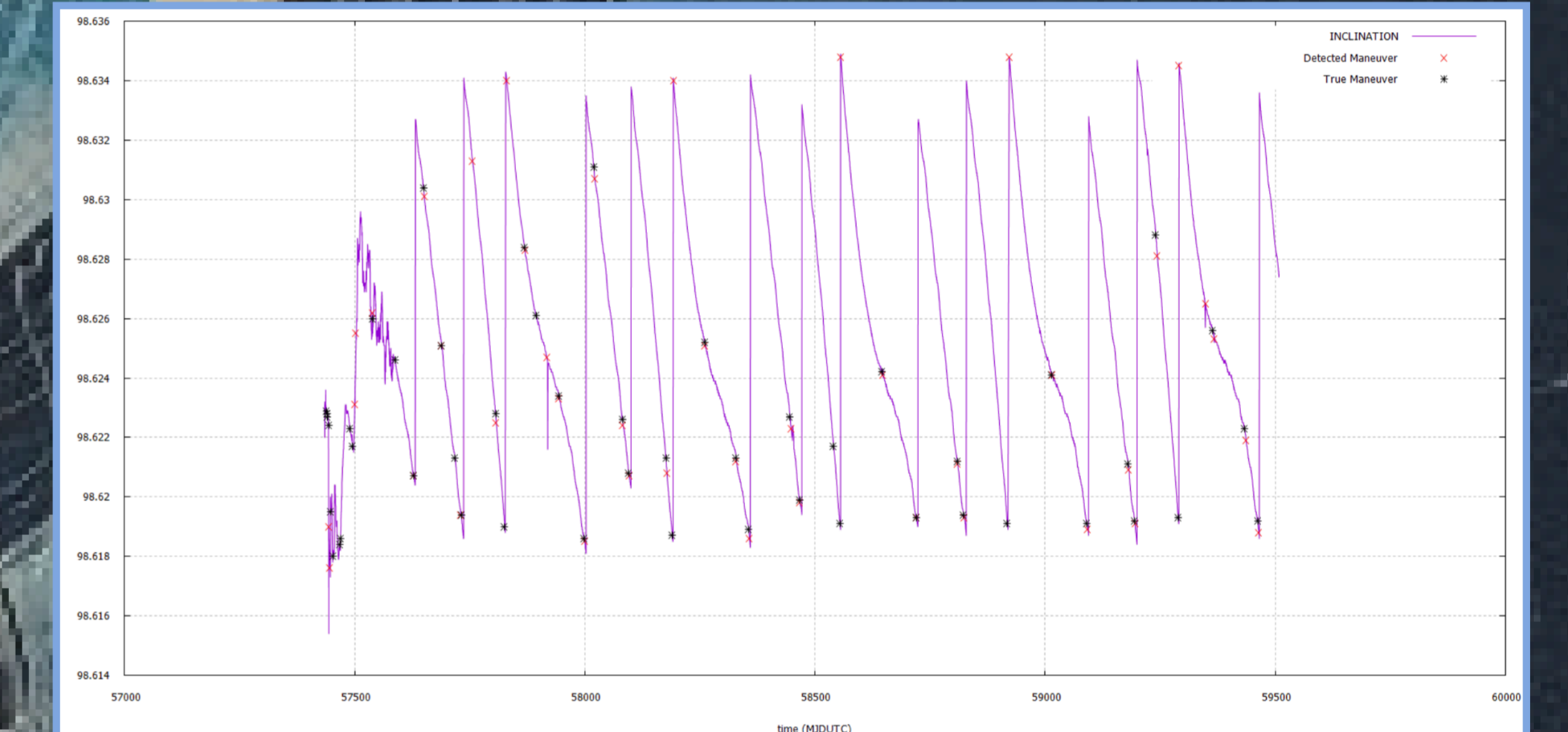
Çarpışma Önleme: SSA'nın ilgilendiği konulardan biri uzay cisimlerinin çarpışma risklerini azaltmaktır. Yörüngedeki cisim sayısı arttıkça, çarpışma olasılığı da artar (Şekil 1). Bu durum, daha fazla uzay çöpü oluşturabilir ve Kessler Sendromu olarak bilinen bir zincirleme etkiyi tetikleyebilir. SSA sistemleri, potansiyel çarpışmalar hakkında erken uyarılar sağlayarak uydu operatörlerinin uzay araçlarını tehlikeli yakınlaşmalardan kaçınmak için manevra (Şekil 3) yapmalarına olanak tanır.

Uzay Havası İzleme: Güneş patlamaları ve jeomanyetik fırtınalar gibi uzay hava olayları, uydular ve uzay araçları için ciddi riskler oluşturabilir. SSA sistemleri, uzay hava koşullarını izleyerek, tehlikeli olayları tespit etmeyi ve uydu operatörlerine olay öncesi tedbir almayı sağlar. Böylelikle uydu operatörlerinin, yörüngeleri ayarlamak ve/veya hassas alt sistemleri kapatmak gibi koruyucu önlemler alarak görevdeki uzay havasının etkilerini azaltmalarını sağlar.

Uzay Çöpü (Debris) Kataloqlama: Uzay operasyonlarındaki artan tehditlerden biri de uzay çöplerinin çoğalmasıdır. Küçük boyutlu uzay çöpleri (örneğin mm boyutlu boya parçası) bile uydular ve insanlı uzay araçları için ciddi risk oluşturabilir. SSA sistemleri, uzay çöplerini kataloqlayarak hareketlerini izler ve operatörlerin çarpışmalardan kaçınmalarına ve minimum riskle görev planlamalarına yardımcı olur.

SSA'nın Önemi

Uzay Durum Farkındalığı, uzay faaliyetlerinin güvenliği ve sürdürülebilirliği için kritik öneme sahiptir. Uzay ortamı hakkında zamanında ve doğru bilgiler sağlayarak, SSA uydu operatörlerinin görevlerini korumalarına, çarpışmalardan kaçınmalarına ve daha etkili bir şekilde görev planlamalarına olanak tanır. Uzay ortamı, sürekli olarak değişen ve potansiyel tehditler barındıran bir yapıya sahiptir. Bu nedenle, SSA'nın sağladığı veriler, yalnızca mevcut tehlikeleri belirlemekle kalmaz, aynı zamanda gelecekteki riskleri öngörme ve önleme konusunda da önemli bir rol oynar. Özellikle, Alçak Dünya Yörüngesinde (LEO) ve Yer-sabit Yörüngede (GEO) bulunan çok sayıda uydu ve uzay aracı (Şekil 2) için gözetim ve yönetim gerektirir. SSA, bu yörüngelerdeki yoğun trafiği izleyerek, çarpışma risklerini minimize eder ve uzayda güvenli navigasyonu sağlar.



Şekil 3. Manevra Tespiti ve Analizi

Sonuç

Uzay Durum Farkındalığı (SSA), "Uzay Vatani" korumada önemli bir rol oynar. TÜBİTAK UZAY'ın geliştirdiği teknolojiler ve yöntemler, uzayda bulunan nesnelere hareketlerinin daha doğru bir şekilde takip edilmesine ve potansiyel tehlikelerin zamanında belirlenmesine olanak tanır.

SSA alanındaki bu çalışmalar, TÜBİTAK UZAY'ın bilimsel ve teknik kapasitesini ortaya koyarken, uzay güvenliğine katkıda bulunma hedefini de destekler. Bu bağlamda, yapılan araştırmalar ve projeler, sadece kurumun kendi bünyesinde değil, aynı zamanda ulusal ve uluslararası iş birliklerinde de önemli bir yer tutar.

TÜBİTAK UZAY'ın bu alandaki çalışmaları, uzayın daha güvenli ve sürdürülebilir bir şekilde keşfi ve kullanımı için temel bir dayanak sağlar.