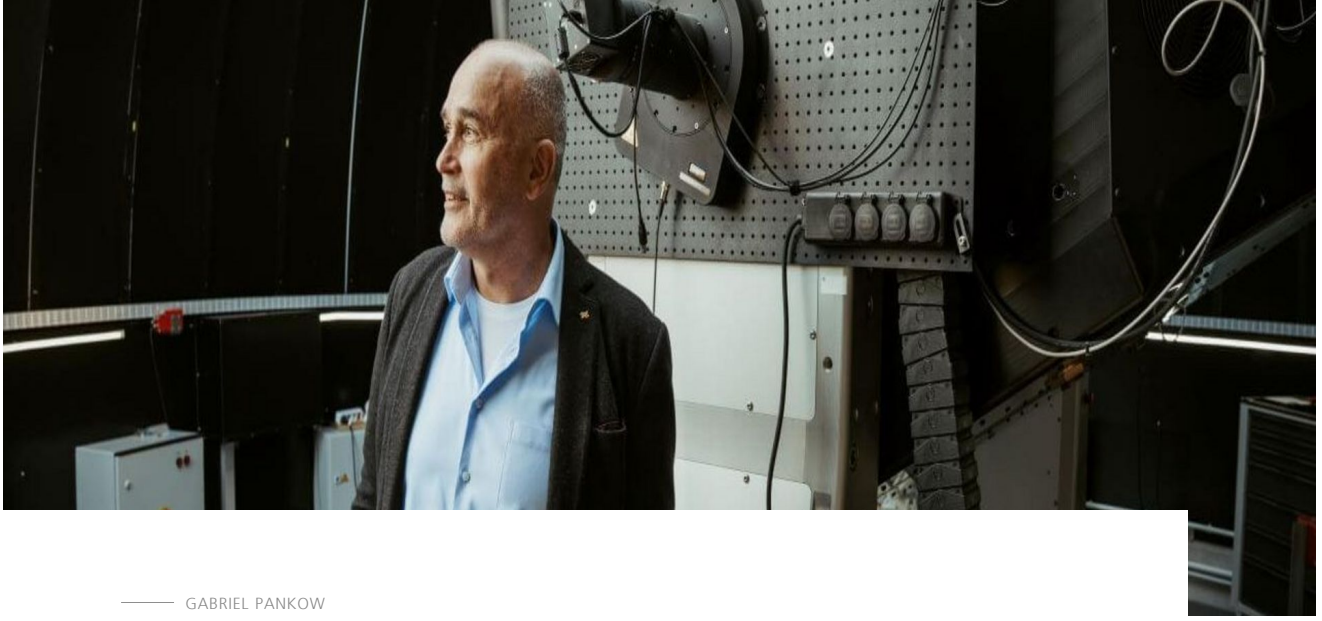




GABRIEL PANKOW

## Acil çözüm yerine lazer: “Uzay çöprü sorununun çözümünü bulduk”

**Gezegemizin yörüngesindeki müsait alan uzay çöprü nedeniyle giderek daralıyor. Bu noktada, bir kişinin gelecekte uydularla ve uzay istasyonlarıyla çarpışmaları önlemek üzere bir çözüm bulması gerekiyor. Wolfgang Riede bu sorunu lazerler yardımıyla çözmek istiyor. Bu, prensipte kolaylıkla hayata geçirilebilir.**

### Bay Riede, yörüngemizdeki sorun ne kadar büyük?

Riede: Mevcut olarak yaklaşık bir buçuk Eyfel Kulesi büyüklüğünde. 13.000 ton civarında manevra kabiliyeti olmayan hurda yığını, sürekli olarak dünyanın etrafında dönüyor. Yörüngenin uydular altyapıları nedeniyle giderek daha fazla ve hızlı bir şekilde dolmasından dolayı, 2030 yılına kadar (yani sadece beş yıl içinde) toplam hurda ve uydular kütlelerinin iki katına çıkacağını tahmin ediyoruz! En az iki katına, hatta belki üç katına çıkacak.

### Uzay çöprü ne anlama geliyor?

Riede: Kum tanesi büyüklüğünden çok büyük boyutlara kadar uzanan bir aralık söz konusu: Öncelikli olarak, 68 yıllık uzay tarihi boyunca atılmış roket kademeleri gibi 50 civarında büyük nesneden oluşuyor. Örnek olarak, Avrupa Uzay Ajansı ESA'nın devasa dünya gözlem uydusu Envisat da açıklanamayan nedenlerle 2012'de aniden işlevsiz hale gelmişti. Ayrıca çok sayıda küçük ve bozuk durumda uydular da bulunuyor. Bunların yanı sıra, dünyadan gözlemleyebildiğimiz, 10 santimetreden büyük 40.000 kadar küçük parça daha var. Ayrıca, çoğunlukla nerede olduklarını bile bilmediğimiz milyonlarca küçük parça söz konusu.

### Roket kademeleri ve bozuk uydular konusu anlaşılabilir bir durum. Peki ama tüm bu küçük hurda parçaları nereden geliyor?

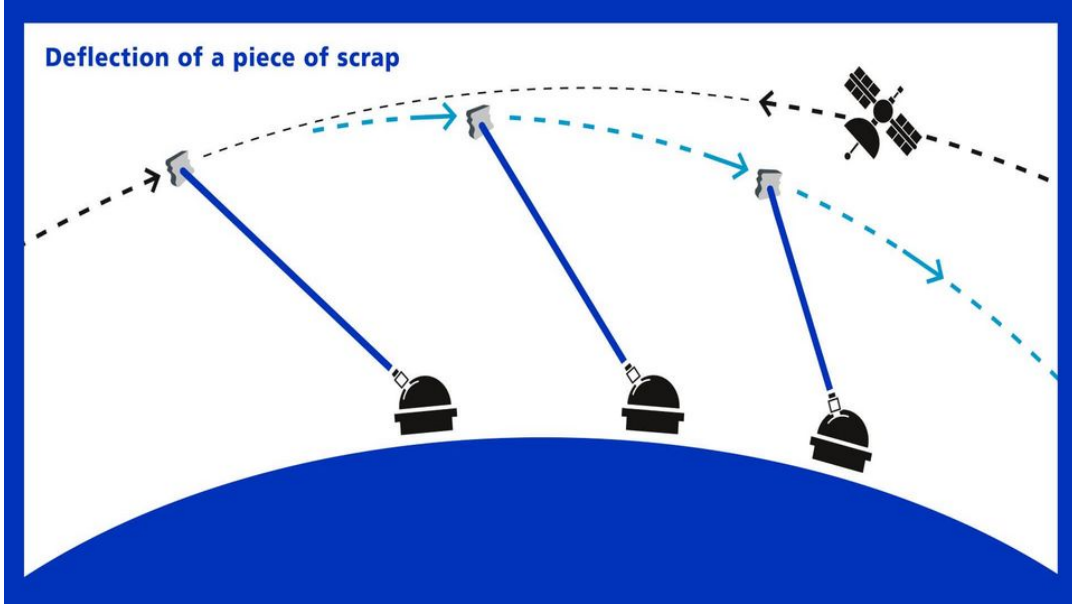
Riede: Bunun nedenleri arasında hem kontrolsüz hem de kontrollü çarpışmalar bulunuyor: Önemli bir kısmının kaynağı, "anti-uydular" adı verilen testler. Soğuk Savaş döneminde ABD ve Sovyetler Birliği, birbirlerine uyduları füzelerle vurabileceklerini kanıtlamak istedi. Bu günümüzde de yaşanan bir durum. 2007'de Çin, 2021'de ise Rusya kendi uydularından birini vurdu. Her iki patlama da yörüngede muazzam enkaz bulutlarına neden oldu.

### Tamam ama, yukarıda bolca alan var...

Riede: Alan var, ama parçalar hareket halinde ve saatte 28.000 kilometreye varan hızlarda dünyanın etrafında dönüyorlar; bu da saniyede neredeyse sekiz kilometre demek! Her parça Satürn'ün halkalarında olduğu gibi kendi yörüngesinde ve senkronize olarak yan yana uçmuyor; bunun aksine, çılgın bir şekilde birbirlerinin etrafında dönüyorlar. Dahası, bu parçalar



dönüşler yaparak yörüngelerini sürekli olarak hafifçe değiştiriyor. Bunun sonucunda da Uluslararası Uzay İstasyonu ISS veya çalışan birçok uydudan biri, bir uzay çöplüyle çarpışma rotasına girebilir. Çarpışmaları halinde, neredeyse benzerini yeryüzünde üretemeyeceğimiz çapta bir enerji açığa çıkacaktır. Lazer teknisyenleri için bu değerler bir anlam taşıyor: Çapı bir milimetre, yani son derece küçük olan bir parçacık, yörüngede çarpıştığında milimetre kare başına 70 joule düzeyinde, çok büyük bir enerji üretecektir! Özetle: Böyle bir parçanın vurduğu bir uydu delinecek veya tamamen parçalanacaktır. Bu da milyonlarca avroyu bulan kayıplar yaşanması ve dünyada kullanılan altyapının zarar görmesi anlamına gelir. Sorun tam olarak bu.



**SENARYO:** Yörüngedeki bir hurda parçası, bir uyduyla çarpışma rotasına girerek hasar oluşturma veya yok etme tehlikesi yaratıyor. Dünyada arka arkaya bağlanmış durumdaki on yer istasyonu, hurda parçasına ışın göndererek uçuş rotasını değiştiriyor ve uyduyu kurtarıyor.

#### **Peki buna karşı ne yapılabilir?**

Riede: İki seçenek var: Bir çarpışma öngörülüyorsa, uydunun kaçınma manevrası gerekecektir. ISS bunu neredeyse sürekli olarak yapıyor. Ancak ona yeniden yakıt doldurulması mümkünken uydular için bu geçerli değil. Uydularda kaçınma manevraları sınırlıdır ve her manevra da toplam ömrü kısalttığı için beraberinde gerçek finansal maliyetler getirir. İkinci bir çözüm olarak düzenlenen "uzay temizliği görevlerinde" ise, yarı büyüklükteki hurda parçaları robot kolu yardımıyla yakalandıktan sonra yanarak imha olmaları için atmosferin içine fırlatılıyor. Bu pahalı bir yöntem ve çoğu hurda parçası için uygulanması mümkün değil. Gördüğümüz gibi, her ikisi de yalnızca acil çözümler olarak kullanılabilir. Bizim ise doğru çözüme ihtiyacımız var!

#### **Peki doğru çözümü buldunuz mu?**

Riede: Bulduğumuza inanıyorum. Lazer Momentum Transfer, bizim "lazerle itme" olarak adlandırdığımız yöntemi ifade ediyor. Alman Havacılık ve Uzay Merkezi (DLR) ekibimiz bunun işleyiş biçimine yönelik bir konsept geliştirmiş durumda. Ve bu anlaşılması son derece kolay bir prensip: Lazer ışığında bulunan fotonlar, "ışık basıncı" olarak adlandırılan bir basınç uygular. Bu düşük seviyeli. Ancak yörüngede son derece yüksek hızla hareket halindeki bir hurda parçası üzerinde önemli ölçüde fark yaratabilir. Buna göre, yüksek performanslı lazerle önden vurularak parçayı yavaşlatabiliriz. Arkadan vurduğumuzda ise ileriye doğru itmiş oluruz. Buna göre, frenleme durumunda parça irtifa kaybeder. İvmelendiğinde ise yükselir. Bu sayede onu kolayca dünyanın çarpışma yörüngesinden öteye itebiliriz.

#### **Ama bu işte bir bit yeniği de olmalı!**

Riede: Bir değil tam on lazer istasyonuna ihtiyacımız var. Bunların yerküre üzerinde yayılmış olması gerekiyor.

#### **Bu neden kaynaklanıyor?**

Riede: Işık basıncı düşük bir düzeyde. Hurda parçalarının hızını saniyede sadece on mikrometre kadar değiştirebiliyoruz. Bu





yüzden de istenen etkiyi elde edebilmek için uzun süre odaklanabilmemiz gerekiyor. Hedef nesnenin ufukta görüldüğünü hayal edin: Saniyede sekiz kilometre hızla uçarken, nesne diğer tarafta tekrar kaybolana kadar on dakika kadar görsel temasımız olur. Bununla birlikte, nesne ufukta görüldüğünde onu hemen ışıkla aydınlatmamız mümkün olmayacaktır; zira bu noktada açı düz olur ve ışın çok fazla hava boşluğundan geçer. Öte yandan, yalnızca sivil trafiğe kapalı olan hava sahasını kullanabiliriz ve bu da yer istasyonunun çevresindeki belirli bir yarıçapla sınırlı olmak durumunda. Bu yüzden de yaklaşıma kadar beklememiz gerekecektir. Buna göre, nesneyi frenlemek veya itmek üzere önden veya arkadan vurmalyız. Böylelikle süre tekrar yarıya iner ve yalnızca iki ila üç dakikalık bir temas süresine ulaşmış oluruz. Bu ise gerçek bir yön saptırma için yetersiz olacaktır. Diğer yandan bu yöntem, on yer istasyonunun art arda bağlandıktan sonra nesneyi üst üste on kez ışınlaması halinde bir sonuç yaratacaktır. Bir lazer filosu gibi diyebiliriz.



## Her şey yolunda ilerlerse, işlevsellik kanıtını beş yıl içerisinde sunmuş olacağız.

Wolfgang Riede, Lazer Fizikçisi ve Stuttgart'taki Alman Havacılık ve Uzay Merkezi bünyesindeki Teknik Fizik Enstitüsü'nde Aktif Optik Sistemler Bölümü'nün Başkanı

### Anlıyorum. Ama bu kadar küçük bir nesneyi yörüngede nasıl vuracaksınız?

Riede: Bu hiç sorun değil. Uzay sektöründe, bu tür mesafelerdeki özellikle hassas lazer yöntemleri üzerinde çok uzun bir süredir çalışıyoruz. Örnek olarak bu türde hurda parçalarının tespitinde bunları kullanıyoruz. Bu biraz farklı ve daha da karmaşık bir konu.

### Peki hangi konuda hala sorun var?

Riede: Bir çarpışmayı ne kadar öncesinden kesin olarak tahmin edebiliriz; kilit soru bu. Bu hiç de kolay bir şey değil. Tıpkı hava durumu gibi: Geleceğin ne kadar ötesine bakmak isterseniz, o denli zorlaşacaktır. Öte yandan, istasyonlarımızın yöntemi uygulamak için birkaç gün öncesinden hazırlık yapması gerekiyor. Şu anda bu sorunu çözmeye çalışıyoruz.

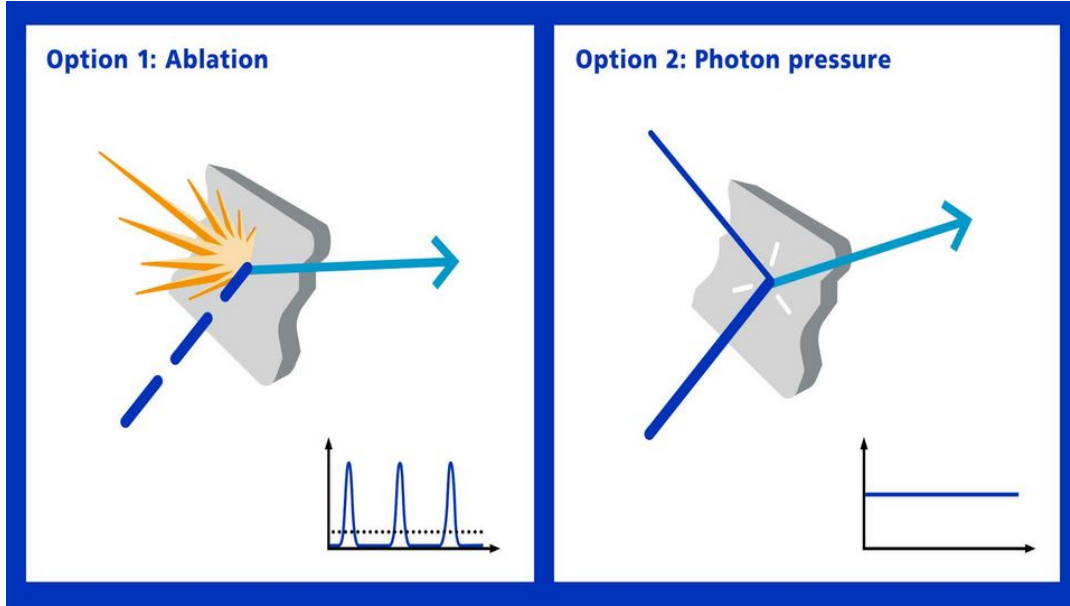
### Lazer itme yöntemi şu ana kadar hiç denenip işe yaradı mı?

Riede: Bunu gerçek hayatta hiç denememiş olsak da bu bir uzay projesi için son derece normal bir durum. Gördüğünüz gibi, yer istasyonlarının yanı sıra ışınlama sırasındaki etkiyi ölçecek ve bize bildirecek iki uydu gerekli; bunlar iş birliği halinde çalışıyor. Bu uydulara da henüz sahip değiliz.

### O zaman hepsi sadece teorik...

Riede: Hiç de öyle değil! Doğrusu, DLR projemizin şu anda kazandığı yüksek ivme beni bile şaşırtıyor. Bu konuyu ele alan ESA, bizi bir yer istasyonu tasarımı ile görevlendirdi. Işın kaynağı iş ortağımız olarak TRUMPF Scientific Lasers ile ilerleyeceğiz. Finansman, yapı, yer istasyonlarının seçimi gibi tüm konular yolunda giderse, beş yıl içerisinde temel işlevsellik kanıtını sunmuş olacağız. Tamam, muhtemelen her şey optimum düzeyde ilerlemeyecek. Ancak buna rağmen, yöntemin hayata geçirilmesinin makul bir süre alacağını umuyoruz.





Solda: Palslı bir lazer ışını nesneye öylesine sert çarpar ki, onu rotasından saptıran bir plazma bulutu oluşturur. Avantajı: Nesnenin üzerinden bir kez geçmesi yeterli olur; yani ön hazırlık süresi daha kısadır. Dezavantajı: Nesnenin kırılması ve tehlikeli bir hurda parçasının birkaç parçaya ayrılması tehlikesi söz konusudur.

Sağda: Sürekli bir lazer ışını, fotonların basıncını kullanarak nesneyi nazikçe hareket yolundan öteye iter. Avantajı: Nesnenin parçalara ayrılma riski yoktur. Dezavantajı: Etkinin yeterli olması için nesnenin üzerinden on kez geçmesi gerekir. Bu yüzden de hazırlık süresi daha uzundur.

#### Projenize yönelik bu ani ve yoğun ilgiyi nasıl açıklıyorsunuz?

Riede: Daha önce de söylediğim üzere: İnsanlığın örneğin mobil internet kaynağı olarak) yörüngedeki altyapıyı büyük ölçüde genişletmesini bekliyoruz (Starlink uydusu ağına bakın). Hurda sorunu bunun önünde bir engel ve giderek daha kötüye gidiyor: Çünkü genişlemeyle birlikte yeni hurda parçaları ortaya çıkıyor. Özetle, bunun yakın zamanda çözülmesi gerekli.

#### Lazerle itme yönteminin masrafları kimin tarafından karşılanacak?

Riede: ESA, bu süreci üye ülkelerin katkısıyla başlatıyor. Ancak günün sonunda, Laser Momentum Transfer'in pazarda yörünge altyapısını korumak isteyen özel şirketler, kurumlar veya devletlere yönelik bir hizmet olarak sunulması planlanıyor. Sürece dahil olan tüm aktörler sunulan değer farkına vardığında, bu teknolojinin hayata geçirilmesi için gerekli finansmanın sorun teşkil etmeyeceğini düşünüyoruz. Son olarak, Almanya'da bir ilk olarak içinde uzay ifadesi bulunan bir bakanlık kuruldu; bu noktada ulusal düzeyde de politik destek almayı bekliyoruz.



**GABRIEL PANKOW**  
LAZER TEKNOLOJİSİ SÖZCÜSÜ

