

Uzay öpleri için Kuantum Sensör

Dr. Mahir E. Ocak [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

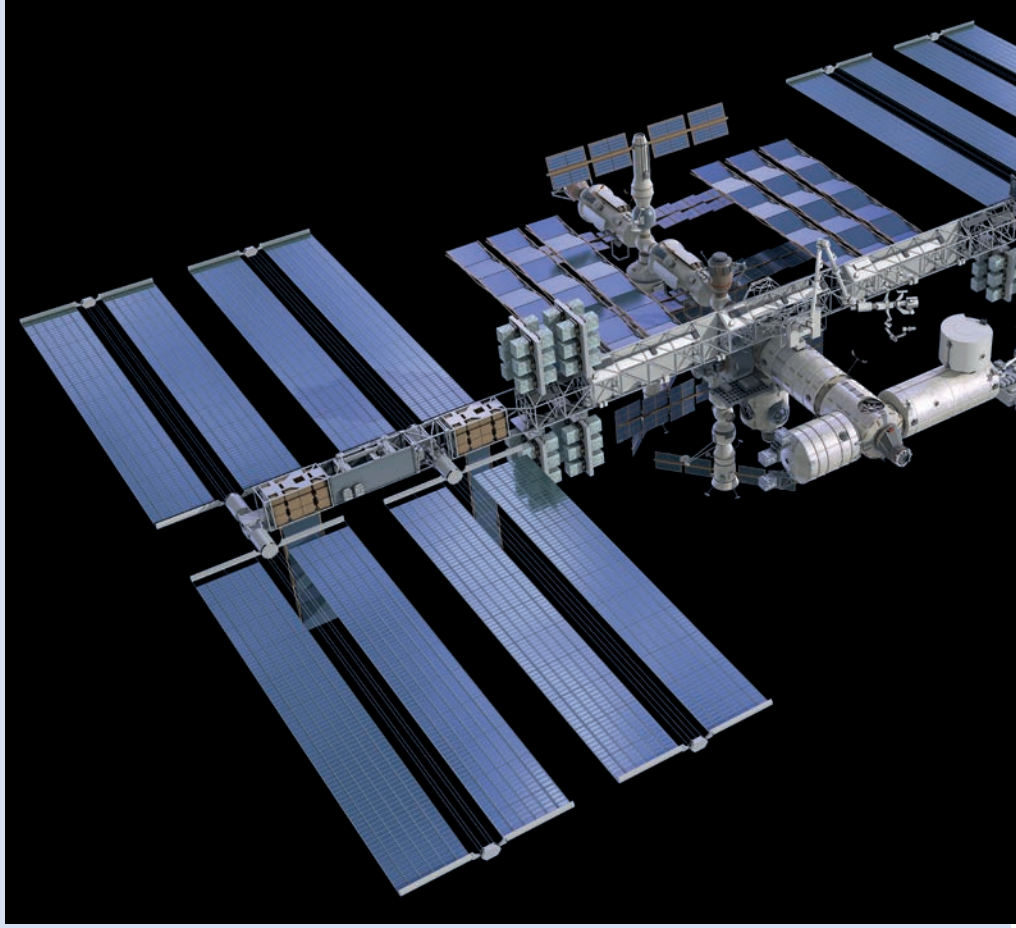
Bir grup araştırmai nanoparçacıkların kuantum mekaniksel özelliklerinden yararlanarak uyduları uzay çöplerinden korumaya yardımcı olabilecek sensörlerin geliştirilebileceğini öne sürdü.



Uzay Çöpleri

İnsanlar onlarca yıldır Dünya'nın etrafına uydu gönderiyorlar. İletişim ağlarında, bilimsel çalışmalarda ve doğal kaynakların keşfi ile takibinde kullanılan bu uydular bir süre sonra çöp hâline geliyor ve yerkürenin etrafında başıboş bir biçimde dolanmaya başlıyor.

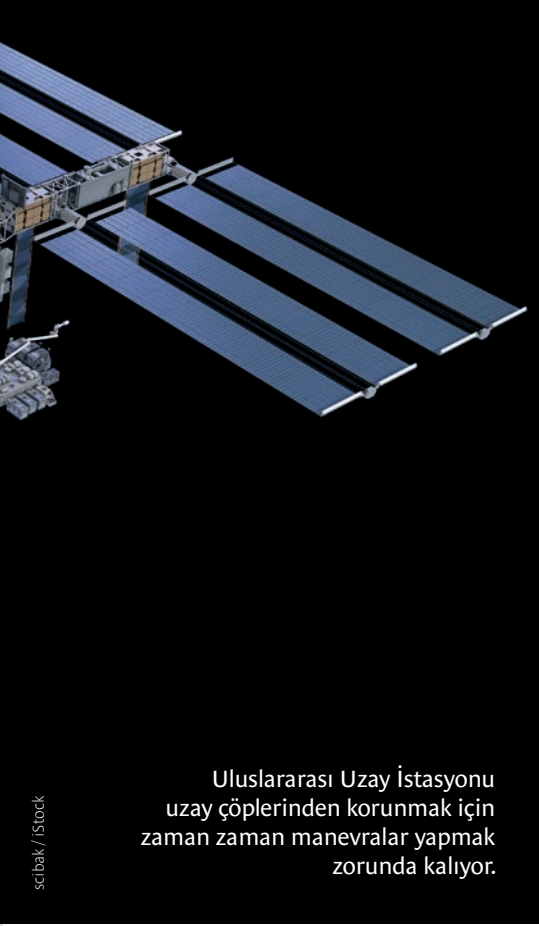
Uzaya uydu gönderilmeye başlandığı ilk dönemlerde bu uyduların zamanla bir soruna dönüşeceği öngörülemedi. Ancak uzay çöplerinin zamanla çalışır durumdaki uyduları tehdit eder hâle geleceğinin farkına varılmasından sonra NASA çalışanlarından Donald Kessler uyduların geleceği ile ilgili bir senaryo öne sürdü. Kessler sendromu olarak adlandırılan bu senaryoya göre gelecekte bir gün uzay çöplerinin yoğunluğu kritik bir eşiği aşacak. Bu noktadan sonra, tıpkı zincirleme çekirdek tepkimelerindeki gibi, çöplerin neden olduğu her bir kaza yeni kazaları tetikleyecek ve bu durum onlarca yıl boyunca uzay araştırmalarının önünde bir engel olacak. Kessler sendromunun gerçekleşmesini önlemek için hem ortaya çıkan yeni çöp miktarını azaltmanın yollarını bulmak hem de var olan çöpleri temizlemek gerekiyor.



Uzay çöpleri çeşitli yollarla ortaya çıkabiliyor. Örneğin, ömrünü tamamlayan uydular çöp hâline geliyor. Uzay çöplerinin büyük bir kısmı ise uyduların parçalanmasıyla oluşuyor. Kütlesi 5 ila 10 ton olan bir uydunun parçalanmasıyla yüz binlerce irili ufaklı parça ortaya çıkabiliyor. Uyduların parçalanmasının bir nedeni aşırı ısınma ya da meteor çarpması yüzünden yakıt tanklarının patlaması. Bazı ülkeler de düşman uydularını etkisiz hâle getirmek için geliştirdikleri silahları test etmek amacıyla ömrünün sonuna gelmiş kendi uydularını hedef

olarak parçalıyor. Uyduların parçalanmasının bir diğer nedeni ise kazara gerçekleşen çarpışmalar.

Uzay çöplerinin çok büyük olanları, örneğin atıl durumdaki uydular, kolaylıkla yeryüzünden takip edilebiliyor. Dolayısıyla gerçekleşmesi muhtemel kazalar öngörülüp önlem alınabiliyor. Milimetre boyutlarındaki ufak uzay çöpleri ise çarpışma durumunda önemli bir hasara neden olmuyor. Orta büyüklükteki çöpler ise hem zor takip edilebildikleri hem de çok büyük hasara neden olabildikleri için çok daha tehlikeli.



Uluslararası Uzay İstasyonu uzay çöplerinden korunmak için zaman zaman manevralar yapmak zorunda kalıyor.

scibak / iStock



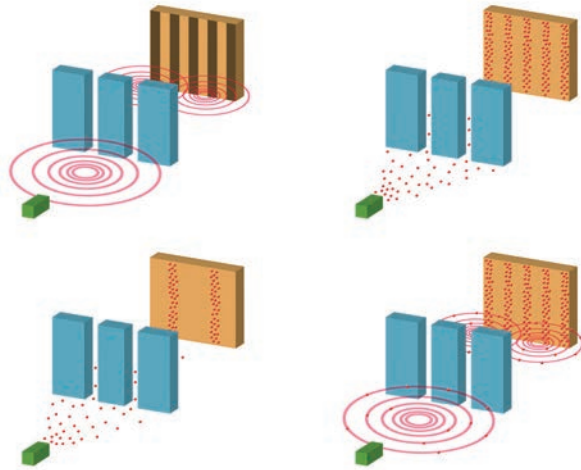
Uzay çöpleri aktif uydulara zarar verebilir.

David Ducros / SPL

Madde Dalgası Girişimölçerleri

Uzayda yol alan iki dalga karşılaştığında girişim yapar. Üst üste binen dalgalar birbirini güçlendirir ya da zayıflatır.

Girişimölçerler, girişim yapan dalgalardan elde edilen bilgileri kullanarak dalgaların girişim yapmadan önceki durumları hakkında çıkarımlar yapılmasına imkân veren cihazlardır. Söz konusu



Bir çift yarığın üzerine gönderilen dalgaların sol üstteki gibi, parçacıkların ise sol alttaki gibi davranması beklenir. Ancak deney elektronlarla yapıldığında da girişim desenleri gözlemlenir (sağ üstte). Üstelik elektronlar yarıkların üzerine tek tek gönderildiğinde de bu durum değişmez (sağ altta).

cihazlarda genel olarak ışık dalgaları (elektromanyetik dalgalar) kullanılır. Bunun yanında girişimölçerlerde madde parçacıkları da kullanmak mümkündür.

Kuantum fiziğinin temel ilkelerinden biri madde-dalga ikiliğidir. Bu ilke her madde parçacığına eşlik eden bir dalga olduğunu söyler. Erwin Schrödinger, kuantum mekaniğinin temel eşitliği olan Schrödinger eşitliğini, Louis de Broglie'nin 1924 yılında yazdığı doktora tezinde öne sürdüğü bu düşünceden esinlenerek türetmişti. Geçmişte temel parçacıklarla, nötr atomlarla ve hatta moleküllerle yapılan deneylerle de Broglie hipotezi pek çok kez doğrulandı. Bu deneylerin en bilinenlerinden biri çift yarı deneyidir. Bu deneyde elektronlar üzerinde iki yarı bulunan bir levhanın üzerine gönderilir. Yarıklardan geçen elektronlar levhanın arkasındaki bir ekranın üzerine düşer. Elektronların levhanın üzerine tek tek gönderildikleri durumda dahi ekranda girişim desenlerinin ortaya çıktığı görülür.

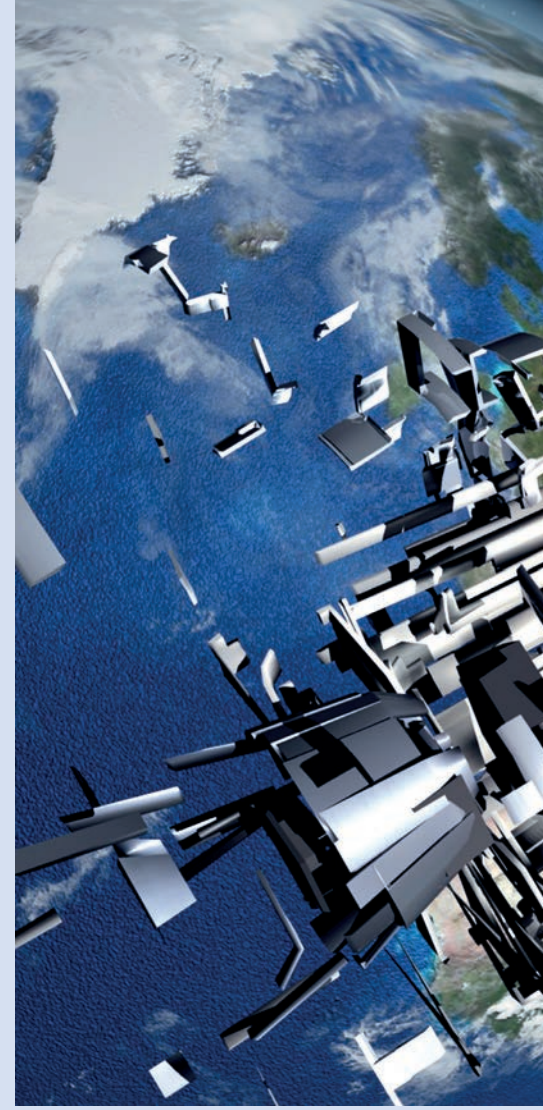


Kuantum Kütle Çekimi Sensörü

Yakın zamanlarda bir grup araştırmacı *Physical Review D* dergisinde yayımladıkları bir makalede madde dalgası girişim ölçümleri yaparak uzay çöplerini tespit edebilecek kuantum kütle çekimi sensörleri geliştirilebileceğini öne sürdü.

Araştırmacıların geliştirilebileceğini öne sürdüğü sensörlerde nanoparçacıkların kullanılması planlanıyor. Nanoparçacıklar, boyutları nanometre (metrenin milyarda biri) ölçeğinde olan malzemelerdir.

Geliştirilebileceği öne sürülen sensörde madde dalgaları, çift yarı deneyinde olduğu gibi, aynı anda iki ayrı rotayı takip ederek girişim yapacak. Böyle bir düzenekte ortaya çıkan girişim desenleri incelenerek madde dalgalarının maruz kaldığı koşullar hakkında çıkarımlar yapılabilir. Araştırmacıların düşüncesi de bu yöntemle çalışan bir kuantum kütle çekimi sensörü geliştirmek. Madde dalgalarının oluşturduğu girişim desenlerinden yola çıkılarak ortamdaki kütle çekimi alanındaki değişimler



saptanabilir. Böylece uydulara yaklaşmakta olan uzay çöpleri tespit edilebilir.

Yeteri kadar büyük ve yakın uzay çöplerinin nanoparçacık üzerindeki kütle çekimi etkisi, ortaya çıkan girişim desenlerini belirgin bir biçimde değiştirebilir. Araştırmacıların hesaplarına göre, bir kuantum kütle çekimi



Uzay çöplerinin çok büyük bir kısmı çeşitli nedenlerle parçalanmış yapay uydulardan kaynaklanır.

sensörüyle, cihaza doğru saatte birkaç kilometre hızla yol alan yaklaşık bir kilogram kütleli nesnelere bir kilometre mesafeden tespit edilebilir.

Öne sürülen sensörün başarılı bir biçimde çalışabilmesi için, nanoparçacıkların kuantum

mekaniksel özelliklerinin gözlemlenebileceği koşulların oluşturulması gerekiyor. Sıcaklık düştükçe ve madde miktarı azaldıkça kuantum mekaniksel süreçleri gözlemlenmek kolaylaşıyor. Araştırmacılar üretilecek sensörlerdeki nanoparçacıkların yeteri kadar soğuk olacağını

varsayıyorlar. Şu an için böyle bir cihazın gerçeğe dönüştürülebilmesi için aşılması gereken en önemli sorunsu nanoparçacıklarla çalışan bir madde dalgası girişimölçeri geliştirebilmek. Bugüne kadar madde dalgası girişimölçerlerinde kullanılmış en büyük kütleli parçacıklar, aşırı soğuk moleküllerdi. Geliştirilebileceği düşünülen kuantum kütle çekimi sensöründe kullanılması planlanan nanoparçacıkların kütlesi ise bu moleküllerinkinden yaklaşık bir milyon kat daha büyük. Bu kadar büyük kütleli parçacıklarda madde dalgalarını gözlemlenmek şu an için mümkün değil. Ancak gelecek birkaç yıl içinde görece büyük nesnelere, hatta belki nanoboyutlardaki parçacıklarda, madde dalgalarının gözlemlenebileceği düşünülüyor.

Geliştirilmesi durumunda, kuantum kütle çekimi sensörü, uyduları uzay çöplerinden korumakta yararlı olacaktır. Ayrıca daha gelişmiş benzer cihazların Dünya'ya çarpma riski taşıyan gök taşlarını tespit etmek için de kullanılabilirliği düşünülüyor. ■

Kaynak

Wu, Meng-Zhi ve ark., "Quantum Gravitational Sensor for Space Debris", *Physical Review D*, Cilt 107, Makale No: 104053, 2023.