

## Dalga yüzü şekillendirme ile karmaşık fotonik sistemlerde ışık saçılımı kontrolü

Hasan Yılmaz

*Malzeme Bilimi ve Nanoteknoloji Enstitüsü, Ulusal Nanoteknoloji Araştırma Merkezi (UNAM),  
Bilkent Üniversitesi 06800 Ankara*

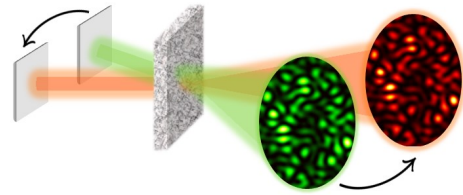
Bu sunumda, karmaşık fotonik malzemelerde ışık saçılımının kontrolü ve saçılan ışığın davranışının ve şeklinin isteğe uygun olarak uyarlanması için kullandığımız operatör tabanlı ışık dalga yüzü şekillendirme yönteminden bahsedilecektir. Operatör tabanlı ışık şekillendirme yönteminin yüksek çözünürlüklü görüntüleme ve yüksek hassasiyette optik metrolojide önemli uygulama alanları bulunmaktadır.

Fotonik malzemeler tarafından saçılan ışık, zamanda, spektrumda ve uzayda bilgi taşır. Belki de optik bilginin en belirgin örneği, bir optik mikroskop tarafından alınan bir görüntüdür. Bilişim teknolojilerindeki gelişmeler, bilgisayar algoritmaları aracılığıyla optik bilginin sayısallaştırılmasını ve işlenmesini sağlamıştır. Hesaplamalı optik görüntüleme, optik bir nesneden saçılan ışığın uzamsal ve spektral bilgisinden optik nesnenin görüntü bilgisini elde etmeyi sağlar. Bununla birlikte, çoğu optik ve fotonik malzeme, kırılma indisinin uzayda homojen olmayan dağılımı nedeniyle opak görünür; bu tür opak malzemelerin içeriğini göremeyiz. Işık, bulutlar, süt veya biyolojik dokunun örnek verilebileceği bu tür opak malzemelerden geçtiğinde, gelen ışık dalgalarının rastgele saçılması, saçılan ışık dalgaları ve üç boyutlu yapılar arasındaki ilişkiyi karmaşıklaştırır.

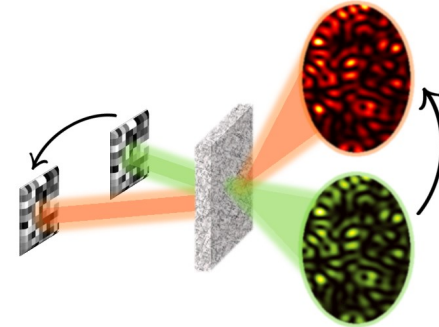
Bu sunumda, opak malzeme ve çok kipli fiberler gibi karmaşık optik sistemlere gönderilen ışık dalgaları ve sistemden geçen ışık dalgaları arasındaki ilişkiyi veren geçirgenlik matrisini kullanan operatör yaklaşımını tanıttacağım. Bu yaklaşım, istenen özelliklere sahip tasarlanmış optik dalga yüzlerinin oluşturulmasını sağlayarak karmaşık fotonik sistemlerde ışığın davranışının optimizasyonunu mümkün kılmaktadır [1-4]. Geçirgenlik matrisi tabanlı operatör yaklaşımı, görüntüleme, metroloji ve

optik iletişimdeki çeşitli uygulamalarda büyük potansiyel taşımaktadır.

a) Standart açısız hafıza etkisi



b) Şekillendirilmiş açısız hafıza etkisi



**Şekil 1:** (a) Opak malzeme üzerine tutulan lazer ışığı demeti küçük bir açıda çevrilirse, arkada oluşan benekli ışık deseni aynı yönde ve miktarda hareket eder. (b) Uzaysal ışık modülatörü ile şekillendirilen lazer ışığı demeti, arkadaki benekli dalga deseninin herhangi bir miktarda ve herhangi bir yönde hareket edebilmesini sağlıyor.

## Kaynakça

1. H. Yılmaz, C. W. Hsu, A. Yamilov, and H. Cao, "Transverse localization of transmission eigenchannels", *Nat. Photon.* **13**, 352-358 (2019).
2. H. Yılmaz, M. Kühmayer, C. W. Hsu, S. Rotter, and H. Cao, "Customizing the angular memory effect for scattering media", *Phys. Rev. X* **11**, 031010 (2021).
3. N. Bender, A. Yamilov, A. Goetschy, H. Yılmaz, C. W. Hsu, and H. Cao, "Depth-targeted energy delivery deep inside scattering media", *Nat. Phys.* **18**, 309-315 (2022).
4. N. Bender, A. Goetschy, C. W. Hsu, H. Yılmaz, P. J. Palacios, A. Yamilov, and H. Cao "Coherent enhancement of optical remission in diffusive media", *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* **119**, e2207089119 (2022).