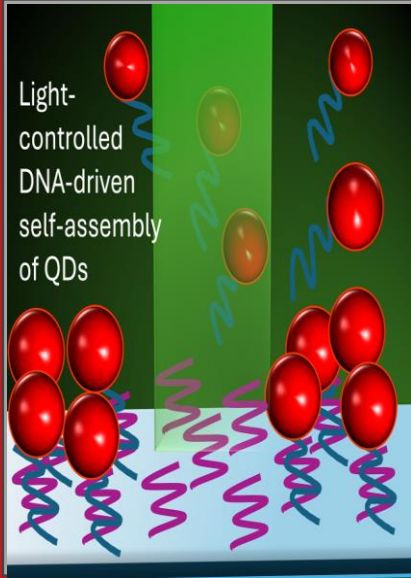


Zeynep Şenel



zeynep.senel@agu.edu.tr

0000-0002-4640-4049



Thesis Advisor

Talha Erdem

erdem.talha@agu.edu.tr

Design and Implementation of Nanophotonic Architectures Using Smart-Self Assembly of Colloidal Nanomaterials

abstract DNA-driven self-assembly techniques offer precise control over the positioning of colloidal nanoparticles through specific Watson–Crick interactions, and its reversibility via controlling the temperature of medium. This thesis explores an alternative strategy to control DNA-functionalized nanoparticles' binding/unbinding process by leveraging laser radiation, inducing localized heating within the nanoparticles to facilitate disassociation. First, we demonstrate the active manipulation of the optical properties of DNA-assembled gold nanoparticle networks via external optical excitation. Specifically, irradiation with a green hand-held laser yields a substantial ~30% increase in total transmittance, accompanied by a transition from opaque to transparent states observable in optical microscopy images. The reversibility of this process is demonstrated by the restoration of the nanoparticle network post-irradiation cessation, underscoring the efficacy of optical excitation in tailoring both the structure and optical characteristics of DNA-mediated nanoparticle assemblies. Second, we introduce a method to tailor DNA-driven self-assembly of semiconductor nanoparticles on glass by applying an external optical field. A green laser directs the assembly of DNA-functionalized red-

özeti DNA tabanlı kendiliğinden dizilim teknikleri, özgül Watson-Crick etkileşimleri aracılığıyla kolloidal nanoparçacıkların yerleşimini hassas bir şekilde kontrol etmeyi ve ortamın sıcaklığını kontrol ederek bu sürecin geri dönüştürülebilirliğini sağlamayı mümkün kılar. Bu tez, lazer ışınımı kullanarak DNA ile işlevselleştirilmiş nanoparçacıkların bağlanma/ayırılma sürecini kontrol etmek için alternatif bir strateji araştırmaktadır. Bu tezde, ilk olarak, DNA ile birleştirilmiş altın nanopartikül ağlarının optik özelliklerinin, dış optik uyarım yoluyla aktif olarak nasıl manipüle edilebileceği gösterilmiştir. Özellikle, yeşil bir el lazeri ile ışınlandığında, toplam geçirgenlikte yaklaşık %30'luk önemli bir artış gözlemlenmiş, buna optik mikroskop görüntülerinde gözlemlenebilen opak durumdan şeffaf duruma geçiş eşlik etmiştir. Bu sürecin tersine çevrilebilirliği, ışınlanmanın kesilmesinden sonra nanoparçacık ağının restorasyonu ile kanıtlanmıştır. Bu gözlem, DNA-takılı nanoparçacık ağlarının hem yapısını hem de optik özelliklerini uyarlamada optik uyarmanın etkinliğinin altını çizer. İkinci olarak, harici bir optik alan uygulayarak, DNA-takılı yarı iletken nanoparçacıkların eşlenik DNA-takılı cam yüzeyler üzerinde birleşmesini kontrol etmek için bir yöntem sunulmuştur. Çalışmalarımızda, yeşil bir lazer, DNA-takılı cam üzerinde kırmızı ışık yayan DNA-takılı kuantum noktalarının birleşmesini yönlendirmiş ve lokal ısıtma nedeniyle kaplanmamış noktalar bırakmıştır. Bu etki, 57.1 W/cm² ışınım yoğunluğuna sahip bir lazer kullanılarak üç saatlik ışınım sonrasında belirgin hale gelmiştir. Farklı lazerler ve nanoparçacık türleri ile yapılan deneyler, lazer kaynaklı ısıtmanın DNA-DNA etkileşimi ile kuantum nokta-cam bağlanmasını önlemedeki rolünü doğrulamıştır. Önceden