

FOTONİK BÖLÜMÜ LİSANS ÖĞRENCİLERİ SEKTÖR RÖPORTAJLARI YAZI DİZİSİ

GENEL

KISIM-2

2019-2020 Akademik Yılı Bahar Yarıyılı



Fotonik biliminin yerini ve değerini uzmanlarından dinlediğimiz röportajlarımız doktora sonrası araştırmacısı Dr. Hasan YILMAZ ile devam ediyor.

Fotonik bilimine gönül veren ve bizlerle kıymetli bilgi ve tecrübelerini paylaşan, destekleyen Dr. Hasan YILMAZ Hoca'mıza teşekkür ederiz.

Röportajın gerçekleştirilmesine ve metne aktarılmasına katkı koyan bizler, edindiğimiz kazanımı gerek orta öğretimdeki gerekse diğer disiplinlerdeki ilgili bireylerle paylaşmanın mutluluğunu yaşıyoruz.

SAĞLIKLA ve IŞIKLA KALIN...

Zişan ATEŞKAN

Zeynep SAATCI

Ege ALTINOL

Can TORUN

Alperen BEKLEN

Bahadır ARSLAN

Ar. Gör. Hakan BOZKURT

Ar. Gör. Metin TAN

Prof. Dr. Canan VARLIKLI

Yayınlanma tarihi: 08.08.2020

DR. HASAN YILMAZ
YALE ÜNİVERSİTESİ UYGULAMALI FİZİK BÖLÜMÜ
DOKTORA SONRASI ARAŞTIRMACI
Röportaj tarihi: 23.04.2020

Özgeçmişiniz hakkında bilgi alabilir miyiz? Bize kendinizden bahseder misiniz?

Çanakkale Milli Piyango Anadolu Lisesi'nden mezun olduktan sonra fizik okumaya karar verdim. Üniversite tercihlerim arasında olan İstanbul Teknik Üniversitesi Fizik Mühendisliği bölümünü kazandım. İTÜ'de fizik okurken son senemde İleri Fizik Proje Laboratuvarı dersimizde deney yapmaya başladım. Deneylerin birinde plazmonik ile ilgili birkaç sonuç elde ettim ve oldukça heyecanlandım. O yüzden fotonik ve optik konusunda yüksek lisans yapmaya karar verdim. Koç Üniversitesi'nde Malzeme Bilimi Mühendisliğinde yüksek lisans yaptım. Fotonik bilimi alanında çalışan Ali Serpengüzel ile çalıştım. Sonrasında Twente Üniversitesi'nde optik ve fotonik konusunda doktora yaptım. Işığın opak cisimlerde saçılımını ve opak cisimlerin aynı bir mikroskop merceği gibi kullanılacağını öğrendim, o konuda araştırmalar yaptım. 2016'dan beri doktora sonrası araştırmacısı olarak Yale Üniversitesi'nde ışığın kompleks sistemlerle etkileşimi üzerine çalışıyorum.

Fotonik bilimine ve fotonik ile alakalı çalışmalara yöneliminiz nasıl oldu, neden oldu? Biraz daha detaylandırabilir misiniz?

Aslında fotonik değil, katı hal fiziğinin bir dalı olan yüzey fiziği ile ilgili çalışmalar yapıyordum. Amacımız cam yüzeylere altın kaplayıp, daha sonra bu yüzeyleri taramalı tünelleme mikroskopuyla atomik çözünürlükte incelemektir. Yüzeyleri altın ile kapladıktan sonra örneğimizi fırında tavlardık. Tavlamanın amacı altını olabildiğince kristal yapıya çevirmek, fakat biz ummadığımız bir şey gözlemledik. Cam yüzeyindeki altının renk değiştirdiğini gördük. Normalde altın bildiğiniz gibi sarı, fakat tavlama sonrasında rengi kırmızıya dönüştü. Daha sonra altın kaplama örneğini atomik kuvvet mikroskopunda incelediğimizde nanometre ölçeğinde küçük adacıklar oluştuğunu gördük. O zamana kadar plazmonik hakkında çok bilgim yoktu. Burada öğrendim ki cisimlerin rengini sadece kimyasal özellikler değil de fiziksel özellikler de belirleyebiliyor. Altını küçük bir boyuta indirebilerseniz rengi değişebiliyor, plazmon rezonansı dediğimiz rezonansların frekansının nanoparçacık boyutuna bağlı olması sebebiyle. Çok heyecanlanmıştım, çünkü fiziksel olarak renk olgusunu açıklayabiliyorduk. Bu çok ilgimi çektiği için fotonığa yöneldim. Koç Üniversitesi'nde Ali Serpengüzel'in Mikrofotonik Laboratuvarı'nda yüksek lisans araştırmalarımı yapmaya karar verdim. Aslında yüzey fiziği alanında çalışma hedefim varken fotonığa yöneldim.

Fotonikle ilgili geçmişteki çalışmalarınız neler ve son zamanda neler üstünde çalışıyorsunuz? Gelecekte yapmayı planladığınız çalışmalarınız hakkında bilgi alabilir miyiz?

Doktoramda daha çok fotonun uygulamalı alanlarına yöneldim, örneğin; yeni mikroskopik görüntüleme yöntemlerini geliştirme üzerine. Birçok yüksek çözünürlüklü mikroskopik görüntüleme yöntemi var. Hatta, Nobel ödüllerinden birisi bu konu üzerinden verildi. Kimya dalında Nobel ödülü. Ödül alan yöntemlere göre benim çalıştığım yöntem daha basit. Çözünürlüğü en çok belirleyen etken aslında kırınım limiti. Kırınım limitini daha da aşağı çekmenin yolları var. Örneğin çok yüksek çözünürlüklü mercekler kullanabilirsiniz ya da ortamın kırılma indisini yükseltebilirsiniz. Ortamın kırılma indisi yükseldiğinde ışığı daha küçük bir noktaya odaklayabilirsiniz.

Benim çalıştığım yöntemse şu: Mercek yapımında amaç çok kaliteli, parabolik ve pürüzsüz bir yüzey yapmaktır, hiçbir şekilde pürüz olmamasına dikkat edilir. Ama bunu pratikte elde etmek çok zor. Bunun yerine astronomların faydalandığı adaptif (uyarlanır) optik kullanılıyor. Adaptif optik, atmosferde türbülans olduğu için atmosferin ötesindeki yıldızları gözlelemede de kullanılıyor. Örneğin, birbirine çok yakın olan iki tane yıldız var ve bu yıldızlar birbirlerine karışmış durumda görünüyor. Atmosferde sürekli türbülans olduğu için görüntü bulanıklaşıyor ve bu yıldızlar birbirine yakın olduğu zaman tek bir yıldızmış gibi görünüyor. Bunu çözmek için uygulanan yöntemlerden birisi de gökyüzüne çok şiddetli bir lazer ışını göndermek. Bu lazer ışınının atmosfersiz ortamda oluşturacağı görüntüyü biliyorsunuz. O görüntünün ne kadar bulanıklaştığını çözüp, ona göre aynalarla o lazer ışığı odak görüntüsünü mükemmel hale getiriyorsunuz. Bu sayede, elinizdeki binlerce ayna serisini kontrol ederek atmosferin etkisini ortadan kaldırılabiliyordunuz ve size ulaşan yıldızın görüntüsünü mükemmelleştirebiliyorsunuz.

Buna benzer bir yöntem de doktora çalışmamda var. Bir kâğıt parçası gibi opak bir cisim düşünün. Benim çalıştığım cisim, malzemesi galyum fosfat olan bir cisimdi, fakat bu herhangi başka bir malzeme de olabilirdi. Galyum fosfatın kırılma indisi çok yüksek, görünür bölgede ışığı geçirebiliyor. Kırılma indisi 3,4 civarı. Bu malzemeyi kullanarak biz bir mercek tasarladık, fakat bilindiğinin aksine mükemmellikten çok uzak bir opak mercek yapıp, ışığı kontrol ettik. Spatial light modülatör (SLM) dediğimiz ışığı modüle edebilen milyonlarca pikselden oluşan bir cihaz düşünün. Onunla ışığı kontrol ederek 100 nm altında çözünürlük elde edilebilen bir mikroskopi yöntemi geliştirdik. Yani merceğin kendisi size 100 nm'nin altında çözünürlük verebiliyor ve bu mercek aslında bir kâğıt parçasının görüldüğü gibi opak bir mercek.

Bu konuda çalıştıktan sonra "bu tarz opak cisimlerde ışık nasıl ilerliyor?" sorusu benim ilgimi çekti. Bizim bildiğimiz kadarıyla opak cisimlerde ışığın çoğu geri

saçılıyor, bu yüzden bütün renkler karışıyor ve bu tarz opak cisimler bize beyaz görünüyor. Aslında çok az bir kısmı saçılmadan geçiyor. O “çok az” dediğim kısmı ışığın uzaydaki şeklini değiştirerek artırabiliyorsunuz, aslında teoride ışığın tamamının karşı tarafa geçmesini sağlayabiliyorsunuz. Bunlara açık kanal deniliyor, “open channel”. Teoride o cisim ne kadar kalın olursa olsun bu açık kanalları opak cisimde hiç soğurma olmadığı müddetçe bulabiliyorsunuz. Opak cisimlere örnek olarak kesme şeker ya da bir kâğıt parçasını verebiliriz. Biyolojik doku da aynı şekilde davranıyor, özellikle kırmızı ışık için. Biyolojik doku yeşil ışığı soğurur fakat kırmızı ışığı saçır. Bizim arkamızın görünmemesinin sebebi yani saydam olmamızın sebebi ışığı saçmamızdır. Şunun gibi düşünebilirsiniz: Işık bir labirentte ilerliyor aslında, rastgele saçılıyor. Siz ışığın şeklini değiştirerek açık kanalları bulabiliyorsunuz ve ışığı dışarı çıkarabiliyorsunuz. Ben bu açık kanallar konusu üzerine, bu tarz cisimlerde ışığın ilerlemesi üzerine çalışıyorum. Işık opak cisimlerle nasıl etkileşime giriyor? Nasıl ilerliyor?

Bunun uygulama alanlarından biri de ışık mikroskopuyla biyomedikal görüntüleme. Örneğin dokuda bir hastalık var. Dokuyu, organı incelemek istiyoruz. “X- ray görüntüleme yöntemi kullanılabilir” diyeceksiniz fakat röntgen yöntemleri kontrast açısından kötü; kemikle et dokusunu ayırabiliyorsunuz ama protein yapısında bir değişiklik olup olmadığını X-ray ile görmemiz imkânsiz. Bir de MRİ yöntemleri var fakat bu yöntemde kontrasti artırmak için ilaç kullanmak zorundasınız ve bu yöntem çok pahalı, çözünürlüğü de çok yüksek değil, mikron mertebesinde değil. Bu bahsettiğim yöntemlerle buna benzer biyolojik hücrelerin, opak cismin içinin görülmesi sağlanabilecek. Tabi önce ışığın opak cisimlerde ve kompleks sistemlerde nasıl davrandığını anlamamız gerekiyor.

Fotonik biliminin hayatımızdaki değeri ve bu değer gelecekte nasıl değişeceği konusunda neler söyleyebilirsiniz? Yakın gelecekte fotonik bilimi temelli çalışmaların yerini nerede ve nasıl görüyorsunuz?

Çoktan önemli bir yer edindi bile. Şu anda çevrimici olarak yaptığımız konuşmanın hızlı olmasının sebebi bile fotonik bilimi. Örneğin kıtalar arasında fiber optik ağlar var. İnternetin bu kadar hızlı olmasının, özellikle kıtalar arasında bu kadar hızlı olmasının sebebi fotonik bilimdir. Bu fiber optik kablolarla inanılmaz hızlı bir şekilde, veriyi gecikme olmadan ve kayıp minimum orandayken gönderebiliyoruz. Bu, fotonun etkilerinden biri.

Diğer büyük etkilerinden birisi, belki de en büyüğü, toplumda kısmen bilinse de özellikle sanayide inanılmaz atılımlara sebep olan lazer teknolojileridir. Ayrıca tıpta, tıbbi cihazlarda ya da ameliyat yöntemlerinde, sadece bunlarda değil, aynı zamanda malzeme işlemede, özellikle bildiğimiz ağır sanayide bile çok büyük katkıları var; Almanya bu konuda lazer teknolojilerini çok kullanıyor. Sağlık sektöründe çok gelişmiş tıbbi cihazlar ile lazerle kesme, tedavi ve ameliyatlara yapılabiliyor. Ayrıca görüntüleme yöntemleri ile artık 10 nanometre mertebesinde

molekülleri, parçacıkları, görüntüleyebiliyoruz ve artık birçok laboratuvarında çok özel mikroskoplarla bu yapılabiliyor. Tahminimce, bu yöntemler daha da ilerleyecek.

Başka bir örnek olarak fotonun bilgi işleme teknolojilerindeki rolünü verebilirim. Bildiğimiz bilgisayar elektronlarla çalışıyor. Elektronları çok küçük alanlarda kontrol edebiliyorsunuz, fakat fotonikte bunu yapamıyorsunuz. Elektronik yapılar nano boyutlarda (10 nm mertebeleri) olurken maalesef fotonikte mikron mertebelerinde fonksiyonel olan yapılar yapabiliyorsunuz. Ancak elektronikte çok fazla kayıpla karşılaşıyorsunuz, çok fazla ısınma oluyor ve cihazın performansı düşüyor. Örneğin küçük alandan ne kadar çok elektron geçerse o kadar sıcaklık artışı oluyor. Bununla beraber cihazın hızı da düşüyor. Bu yüzden fotonikte kayıplar çok daha az olduğu için çok daha hızlı ve verimli bilgisayarlar yapılmaya çalışıldı. Fakat elektronik sistemlerin özellikle küçük boyutlarda yapılabilmesi sebebiyle fotonik bilgisayar fikri çok çabuk taraf kaybetti.

Günümüzde bilgisayar bilimi çok büyük atılımlarda. Örneğin von Neumann mimarisi, yani bildiğimiz bilgisayar sisteminde hafıza vardır, işlemci vardır; belli bir mimarisi vardır. Şimdi farklı mimarilerde bilgisayarlar yapılmaya başlandı. Bunun en büyük sebebi de yeni algoritmaların kullanılması. Örneğin yapay zekâ ya da yapay öğrenme algoritmaları. Şimdilerde bunların revaçta olmalarının en büyük sebebi şu: Sensor teknolojileri o kadar gelişti ve ucuzladı ki her yerde kamera ve mikrofonlar var. Kişi başına 1'den fazla kamera var artık. Bu çokluk sayesinde çok fazla veri almaya başladık. Bütün cihazlarımızda çok fazla veri var. Ayrıca bu tarz algoritmalar veriyle ne kadar fazla beslenirse o kadar verimli çalışmaya başlıyor. Aslında şekilleri ve resimleri tanımada bizim beynimizin çalışma sistemine benziyor ama bu konularda halen insan beyni kadar iyi olan bir bilgisayar yok. Bunun sebebi bizim beynimizin çalışma mekanizmasının örneklerle, verilerle çalışması. Yani çocukluğumuzdan şu yaşımıza gelene kadar birçok şey görüyoruz, inceliyoruz ve bunları birbirine benzeterek belli bir kategorilendirme yapıyoruz. Bu algoritmalar da aynı şekilde çalışıyor. Dediğim bu yeni tarz mimarisi olan bilgisayarlarda belki elektronik sistemlerin yanında optik sistemler daha avantajlı olabilir. Belki duymuşsunuzdur: Google bir kuantum bilgisayar yaptı. Rastgele örnekleme algoritması var ve en büyük süper bilgisayarın yapabileceğinden daha hızlı işlem yapabiliyor. Bu bilgisayar mikrodalgalarla yani yine elektromanyetik dalgalarla (dalga boyu, görebildiğimiz fotonlarınkinden daha uzun olan fotonlarla) çalışıyor. Böylelikle bilgi, elektronların yapabildiğinden çok daha hızlı ve kayıpsız aktarılabilir.

Technology Readiness Level (TRL), Türkçesi Teknoloji Hazırlık Seviyesinde, ölü bölge olarak adlandırılan akademi ve endüstri kısımları (Türkiye şartlarında) canlandırmada fotonik bölümünün rolü nedir? Ne olacaktır?

Bunu aşmanın en büyük basamaklarından ilki Teknokentler. Örneğin İYTE’de de bir Teknokent var. Eğitimde çok önemli. Fotonik bölümündeki eğitim, endüstriye bir köprü olacak şekilde olursa iyi olacaktır. Temel kavramları öğrenmek çok önemli, bunlardan taviz vermemek lazım. Fotonik, sonuçta fiziğin bir dalı. Temel fiziği öğrenmekten taviz vermemeli. Bunların yanında fotonik bilimiyle alakalı dünyadaki gelişmeleri de takip etmek lazım. Bilimi evrensel olarak düşünmeliyiz. Türkiye olarak belki kendi çapımızda bir şeyleri yapabiliriz ama bunlar daha önce yapılmış olabilir. Dünyanın nerede olduğunu takip etmeliyiz. Bunun tek yolu da bence üniversiteleri ve endüstriyi birbirine yakınlaştırmak. Belki çok iyi bir cihaz tasarlıyorsunuz, geliştiriyorsunuz ya da bilimsel bir olgu keşfediyorsunuz ve bunu makale şeklinde yayınlıyorsunuz. Fakat o iş sadece orada kalmamalı. Eğer teknolojinin ilerlemesini istiyorsak endüstridekilerin anlayacağı şekilde de ifade etmemiz ve onlarla iletişim halinde olmamız önemli.

Ayrıca fotonik bölümünde okuyan öğrencilerin akademisyenlikten başka kapıların olduğunu da görmesi önemli. Örneğin bir start-up şirket kurma imkânı olması, aranızdan birisinin Teknokent’te belki bir araştırma şirketi kurması. Türkiye’deki ve dünyada belli bir yeri olan şirketlerle iletişime geçip fotonik biliminin nasıl bir avantaj sağlayabileceğini onlara hatırlatabiliriz. Mesela benim aklıma gelen Vestel var, ekran tasarlıyor. Ekran teknolojisinin çoğu elektronik olsa da önemli bir kısmı fotonik. Çünkü gördüğümüz ekran kalitesini belirleyen şey kullanılan ışık sistemi.

Size bir siber savunma şirketinden örnek vereyim. Araştırmaları dahilinde ufak bir optik deneyi yapmak istiyorlar. Fakat burada deneyi gerçekleştirmek için berberdeki aynalardan kullanıyorlar ve deney sonuca ulaşmıyor. Neden ulaşmıyor? Çünkü kendi alanlarını ne kadar iyi bilirlerse bilsinler optik ve fotonik bilmiyorlar. Bu sadece örneklerden biri.

Bütün dünyada bu konuyla ilgili eğitilmiş eleman gerekiyor. Mesela Almanya’da alanı sadece optik olan, fotonik olan mühendisler var. Bir şekilde ilgili şirketlere bu konunun uzmanlığının ne kadar önemli olduğunu anlatmak çok önemli bence. İşin iki alanı var; birincisi AR-GE imkanlarının sağlanması, ikincisi de bu alanda çalışacak insan. İkisi de çok önemli. Sizler için diyorum, hangisi daha ilginizi çekiyorsa o yöne yönelip, ona göre derslerinizi alıp, stajınızı yapıp, şirketlerle iletişime geçip o şekilde şimdiden eğitiminizi şekillendirmeniz önemli. Sonuçta bu köprüyü (akademi-endüstri köprüsü) kuracak kişiler de sizlersiniz aslında, sadece hocalarınız değil.

Genel olarak fotonik bilimi sayesinde gelişen ve gelişmekte olan ürünlerin yerliliği ve milliği neden önemlidir?

Bir ülkenin dışa bağlı olmayışı önemli ama bir bakımdan da imkânsiz bence. Çünkü artık çok global bir dünyada yaşıyoruz. Çok üç örnek ama tamamen yerli ve milli olmaya çalışan Kuzey Kore’nin ne durumda olduğunu hepimiz görüyoruz. Belli

temel şeyleri, mesela ekmeğimizi kendimiz üretmek gerekli, fakat daha da gerekli olanı dünyadaki ilerlemiş teknolojiyi daha da ileriye taşımaktır, milli yapma uğruna teknolojiyi sıfırdan kurmak değil. Özellikle yüksek teknolojilerde yüzde yüz yerli ve milli olmak diye bir kavram yok. Bu kavramı kullanıyorlar ama öyle bir şey imkânsiz. Örneğin ben bir cihaz alıyorum Belçika'dan, sensörü Japonya'da tasarlanmış, yükselticisi Almanya'da tasarlanmış, en son da Çin'de üretilip paketlenmiş. Ama ürün Belçika'da tasarlandığı için Belçika'da yapılmış diyoruz. Belçika bunun için yerli ve milli diyebilir. Burda aslında bütün insanlık yüksek teknolojiyi beraber çalışıp yapıyor.

Tabi ki de yerli ve milli olma kısmı var fakat siz ne yapıyorsunuz? Nasıl bir katkıda bulunuyorsunuz? Mesela bilgisayar üretiliyor, bunun hangi parçası Türkiye'de yapılıyor? "Türkiye'nin yüksek teknolojiye katkısı oldu" ya da "bu en iyi Türkiye'de yapılır" dedirtmek önemlidir. Bu şekilde düşünmek yerlilik ve millilik açısından daha anlamlı olur.

Mesela Türkiye piyasaya bir kamera çıkartmış olsun. Türkiye'de çıkmış; yerli ve milli. Bu büyük ihtimal piyasada mevcut olan kameralardan daha pahalı olacak. Siz mesela markete gittiniz. Canon marka kamerayı mı alırsınız, yeni çıkan ürünü mü alırsınız? Aynı zamanda yeni çıkan daha pahalı. Şimdi bunun Canon kadar iyi olma ihtimali çok düşük. Belki de daha iyi ama bu bilinmiyor, çünkü yeni çıkmış. Bunun yerine yeni fikir veya ürünlerle piyasaya girmek daha doğru olacaktır. Mesela Canon veya Sony kameralar için bir parça geliştirdiniz ve 3 boyutlu görüntü elde etmesini sağladınız, tasarımı Türkiye'de yaptınız. Bu çok daha anlamlı yerli ve millilik olur. Tekerleği yeniden icat etmek yerine mevcut teknolojiye yeni fikirlerle katkıda bulunmalı.

Gerçekleştirdiğiniz ve gerçekleştirmek istediğiniz AR-GE çalışmaları hakkında bilgi verebilir misiniz?

Ne kadar uygulamalı araştırma da yapsam benim daha çok temel bilimlere yakın konular ilgimi çekiyor. Çalışma şeklimi şöyle özetleyebilirim: Kompleks sistemlerde yeni fiziksel olgular keşfedip o fiziksel olgularla ne tarz yeni cihazlar yapabiliriz, yeni bir bakış açısı katabiliriz? Cihazın mühendisliğini geliştirmek yerine, yeni keşfettiğimiz fiziksel olgunun cihaz yapımına nasıl katkısı olabilir? Ben bu konularda araştırma yapmayı seviyorum. O yüzden mesela benim araştırma konum istatistiksel fizik ile optiğin kesişiminde. Kompleks sistem diye bahsediyorum ama kompleks sistem derken şunu kast ediyorum: Örneğin bir sisteminiz var, çok parçacıktan, çoklu yapılardan oluşuyor. Bu parçacıkların tek tek özellikleri var ama bu özellikleri bilmek basit, hatta analitik olarak matematiksel olarak da çözebiliyorsunuz problemi. Bu sistemin ışığı nasıl saçtığını, nasıl yönlendirdiğini biliyorsunuz. Fakat bu parçacık sistemlerini topladığınızda, çok büyük bir parçacıklı sisteme dönüştüğünde, çok farklı olgular gözlemleyebiliyorsunuz. Mesela istatistiksel fizikteki en büyük örneği faz geçişi. Mesela şu moleküllerine tek tek

baktığımızda bildiğimiz şu molekülüdür. Fakat onları bir araya getirdiğimizde çok farklı olaylar gözlemliyorsunuz: Şu donabiliyor, buharlaşabiliyor ya da kar tanelerine dönüşebiliyor. Mesela kar tanelerinin sayısını bilmediğimiz kadar değişik kristal yapıları var. Aynı şekilde ışık da böyle davranabiliyor. Işığı mesela kompleks bir sisteme koyduğunuzda çok farklı şekilde davranabiliyor; en önemli örneği fotonik kristaller. Fotonik kristaller kırılma indisini periyodik bir hale getiriyor. Işığı gönderiyorsunuz ve bakıyorsunuz ki belli bir rengi tamamen geri yansıtırken, belli renkleri iletip geçirgen olabiliyor. Çalıştığım alanlar bu gibi konular. Yani ışığı kompleks sistemlerde nasıl kontrol edebiliriz? Kontrol edersek ışığı kontrol ederek matematiksel işlemler yapabilir miyiz? Mesela bu sayede bilgisayar yapabilir miyiz? Bilgisayarın bir parçasını ya da bilgi işleme yapabilir miyiz? Bu gibi konular.

Fotonik teknolojinin kullanılmasıyla devrimsel, çığır açan bir değişim, yeni bir sistemin çıkabileceğini düşünüyor musunuz?

Evet, kesinlikle. Nobel ödülü her şey değil belki ama en büyük devrimsel buluşlara bakacağınız zaman Nobel ödüllerine bakabilirsiniz. Birçoğu şimdiden, sadece fizik değil kimya Nobel ödüllerinin bile çok büyük bir kısmı zaten optik ile alakalı. Mesela Einstein'ın Nobel ödülü aldığı çalışma fotoelektrik etki üzerine ki o da optik bilimi dahilinde. Hatta geçenlerde verilen "exoplanet", Türkçe'si öte gezegenler, keşfi bile optiksel bir yöntemle yapılıyor. Örneğin astrofiziğin kullandığı teleskoplar ve birçok ölçüm yönteminin temeli optik bilimi aslında. Sadece optik ile kısıtlamak mümkün değil, optoelektronik de bir optik dalı. Şu anki kabul gören İbn-i Heysem optik biliminin kurucusu, hatta bilimin ilk kurucularından biri olarak kabul ediliyor. Niçin optik? İnsan olarak en önemli duyu organımız gözlerimiz; neyi yaparsak yapalım, ben bunu hep söylüyorum, en sonunda optik sinyale çevirmemiz gerekiyor. Çünkü en sonunda onu ekranımızda bir yazıya, resme çevirip gözümüzle görüyoruz, işliyoruz. Yine en sonunda gözlerimizi kullanıyoruz. Zaten en eski bilimlerden biri, belki de en eskisi, olan astronomiyi de düşünürsek, o zaten baştan beri optik bilimi.

O zaman 2015 yılının ışık yılı kabul edilmesinin sebebi bu çığır açabilecek teknolojilerin bir habercisi olmuş oluyor değil mi?

Evet, tabii ki. Optiğin en büyük atılımı 1960'taki lazerin icadı, lazerin gösterimidir. Ondan sonra optik alanı büyük bir patlamaya uğruyor, yapılan cihazlarla, buluşlarla.

Çalışmalarınızın yarın ürüne dönüştüğü zaman kimler tarafından kullanılabilir? Bununla ilgili bir öngörünüz var mı?

Benim çalışmalarımı şu anda benim hiç tahmin edemeyeceğim alanlarda da görebiliriz. Ama en muhtemel olanı biyomedikal alanında. Çünkü görüntüleme ile ilgili olduğu için, daha çok, yeni tip cihazlarının tasarlanmasında olabilir. Örneğin şu an da benim çalışma konularıyla ilgili kurulmuş Kaliforniya'da bir şirket var.

Belki duymuşsunuzdur, optogenetik diye bir bilim dalı var. Genetik mühendisliği kullanılarak canlıların beyin hücrelerine sinyal gönderip onların davranışlarını kontrol edebilmekle ilgili genetik çalışmalar yapıyorlar. Beyin hücreleri ve sinir hücreleri ışığa duyarlı hale getiriliyor. Stanford'da Karl Deisseroth bu konuda çok önemli çalışmalar yapıyor. Fareler üzerinde çok önemli deneyleri var. Beyinlerinin belirli bölgelerine ışık göndererek farelerin depresyona girmesini veya heyecanlanmasını sağlayabiliyor.

Burada beynin belirli bölgelerini seçici olarak adreslemek çok önemli. Adreslemekten kastım beynimizde bir sürü beyin hücreleri var ve belli kısımlar belli konularda özelleşmiş durumda. Konuşmamızdan sorumlu olan kısımları var, görmemizden sorumlu kısımları var. Diyelim ki konuşma kısmını uyarmak istiyorsunuz ve o kısım beynin derinde bir bölgesi. Işığı beyne ve kafatasına gönderdiğiniz anda ışık dağılıyor ve saçılıyor. Işığı belirli bir bölge yerine beynin büyük bir alanına göndermiş oluyorsunuz. Ama ışık şekillendirmeye ışığı sadece istenilen bölgeye odaklamak mümkün. Bu sadece uygulama alanlarından birisi ve bunun tersini yapmanız da mümkün. Işıkla beyin kontrol edebildiğiniz gibi beyin sinyallerini de ölçebilirsiniz. Beynin nasıl çalıştığını anlamak için beyin herhangi bir işlem yaptığında hangi kısmın aktif olduğunu bulabilirsiniz.

Beynin nasıl çalıştığını anlayıp bilgisayar tasarlamaya çalışıyorlar. Bilgisayar demişken bilgi işleme de önemli. Bilgi işleme deyince pek çok farklı sektöre hizmet edersiniz. Daha çok biyoteknoloji ve sınırbilim üzerinden örnekler verdim ama savunma, enerji, iletişim gibi birçok sektöre de girer sonuçta bilgi olmadan, bilgiyi işlemeden, iş yapmak mümkün olmadığı için ilgi alanlarınız pek çok farklı sektöre hizmet edebilir.

Genel olarak fotonik sayesinde geliştirilen çalışmaların laboratuvar süreçlerinde çalışmaların ilerleyişi hakkında bilgi verebilir misiniz? Ne gibi sıkıntılar çıkabiliyor?

Fotonik, fiziğin alt dalı gibi olsa da çok geniş bir bilim dalı. Çok farklı araştırmalar yapanlar var. Kendi alanım için konuşursam daha net bilgiler vermiş olurum. Benim alanımda deneylerin önemi kadar simülasyonların da, teorinin de önemi çok büyük. Mesela bir deney yapmak istiyorum. Benim deneylerim genelde optik masada deney düzenekleri kurularak yapılabilir. Aslında özeti şu: Bir sistem var ve bu sistemi çalışmak istiyorsunuz. Bu sisteme giriş yapıyorsunuz, ışık gönderiyorsunuz. Çıkışta ne gözlemliyorsunuz? Çoğu optik deneyi bu şekilde yapılır. Spektroskopi ve mikroskopi bunun örnekleri. Öyle bir sistem kuruyorum ki bana belli bir girişe karşılık hangi çıkışı elde ettiğim bilgisini veriyor. Bu sistem ideal bir sistemse, bu sistemi matris şeklinde ifade edebilirsiniz. Bu matrisin kolonları sistemin girişleri oluyor, satırları çıkışları oluyor. Peki bu matris nasıl elde ediliyor? Işığın davranışlarını Maxwell denklemleriyle çok iyi ifade edebilirsiniz ve bu denklemleri baz alarak simülasyonlar geliştirebilirsiniz. Bu dediğim deneyi ben aynen laboratuvarda nasıl yapabiliyorsam, bilgisayarda da

yapabiliyorum. Optik biliminin hoşuma giden, inanılmaz olan kısmı, gerçekten artık fiziksel sistemleri çok iyi simüle edebilmemiz. Simülasyon sayesinde deneyi çok daha ucuza ve kısa zamanda yapabiliyorsunuz. Yalnız kısa zaman göreceli: Aslında üç boyutlu bir sistemi simüle etmek çok zor. O kadar güçlü bir bilgisayar yok ama iki boyutlu olarak bir sistemi simüle elde edebiliyorsunuz. Bazı parametreleri değiştirebiliyorsunuz. Simülasyonda mükemmel sonuç elde etmek mümkün ama deneyde her şeyi o kadar iyi kontrol edemiyorsunuz. Deneyde birçok dış etmen olabiliyor. Örneğin ortamın gürültüsü var, ya da siz ölçüm yaparken sistem hareket edebiliyor. Bunun gibi birçok pürüz ortaya çıkabiliyor. Simülasyonlarda bunlar olmuyor. O yüzden önce simülasyonda bakıyorsunuz nasıl bir etki gözlemleyeceksiniz diye. Daha sonra bahsettiğim bu pürüzleri simülasyonlarınıza da koyabiliyorsunuz, bu sayede dış etkenlerin deneyinize etkisini test edebiliyorsunuz. Bazen simülasyonu çok zor olan deneyler olabiliyor, imkânsiz olan, çok büyük sistemler. O zaman önce deney yapıp sonra ona özel bir simülasyon üzerine çalışabiliyoruz ya da basit bir fiziksel model geliştirip, analitik bir sonuç elde edip onunla kıyaslayabiliyoruz.

Özet olarak fotonik bilimi teorinin, matematiğin, aynı zamanda deneyin iç içe geçtiği nadir olan bilimlerden biri. Hepsini yapmak durumunda kalıyorsunuz yani. En azından benim çalıştığım alan için öyle. Ama fotonun birçok alanı var. Mesela fotovoltaiik hücre geliştirme. Bu kısımda da simülasyonlar yapılabiliyor ama çok daha karmaşık bir problem olduğundan, simülasyonu zor olduğundan, sadece o konuda uzmanlaşmış kişiler çalışabiliyor. Ama benim alanım daha çok ışığın ilerlemesi, lineer davranışı olduğundan simüle etmesi görece kolay. Deneylerde daha çok uzmanlaşmanız gerekirken zor simülasyonları da kısa zamanda yapabiliyor hale gelebiliyorsunuz.

Hocam, peki ah keşke elimde şu olsa, bu eksiklikler giderilse problemlere daha iyi çözüm bulurum dediğiniz konular neler?

Benim çalıştığım alanlarda hem çok fazla hafızalı hem de işlem kapasitesi yüksek olan bilgisayarlar olsa benim araştırma alanım için çok faydalı olurdu. Özel bir örnekten aklıma geldi bu durum. Çalıştığım sistemde boyutu değiştirdiğinizde fizik yasaları çok farklı işleyebiliyor. Çalışmalarımın birinde deneyi üç boyutta yapmama karşın simülasyonu iki boyutta yapmıştım. Çalıştığım sistemleri üç boyutlu simüle etmek isterdim. Eğer bunu yapabilirim gerçekten çok fazla şey öğrenebilirim bu sistemlerle ilgili. Bir diğeri de ışığı kontrol eden cihazlar, "spatial light modülatör" dediğim, çok daha fazla pikselisi, milyonlarca değil de milyarlarca pikselisi. Bu da bilgi işleme ile ilgili çünkü o da bilgisayarlarla kontrol edilebilen bir cihaz. Aslında benim için yüksek teknolojlili bilgisayarlar önemli. Çünkü çok daha büyük miktarda veriyi daha hızlı şekilde işleyebilen bir bilgisayar ile çalışmalarım çok daha hızlı ilerledi. Ayrıca bunlar mümkün olursa TRL seviyelerindeki geçişler hızlanacaktır.

Röportajın kaydına

<https://onedrive.live.com/?authkey=%21AK3aePafxcCLXpM&cid=C8C336D8FD3C8D1B&id=C8C336D8FD3C8D1B%21741&parId=C8C336D8FD3C8D1B%21740&o=OneUp> linkinden ulaşılabilir.

Röportajdan ekran görüntüleri

