

# FOTONİK BÖLÜMÜ LİSANS ÖĞRENCİLERİ SEKTÖR RÖPORTAJLARI YAZI DİZİSİ

**GENEL**

**KISIM-8**

2019-2020 Akademik Yılı Bahar Yarıyılı



Fotonik biliminin yerini ve değerini uzmanlarından dinlediğimiz röportajlarımız Gazi Üniversitesi Fotonik Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürü ve Gazi Üniversitesi Fizik Bölümü Öğretim Üyesi Prof. Dr. Süleyman ÖZÇELİK ile devam ediyor.

Fotonik bilimine gönül veren ve bizlerle kıymetli bilgi ve tecrübelerini paylaşan, destekleyen Prof. Dr. Süleyman ÖZÇELİK 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

Can TORUN

Ar. Gör. Metin TAN

Prof. Dr. Canan VARLIKLİ

*Yayınlanma tarihi: 01.09.2020*

PROF. DR. SÜLEYMAN ÖZÇELİK  
GAZİ ÜNİVERSİTESİ FOTONİK UYGULAMA VE ARAŞTIRMA MERKEZİ  
Röportaj tarihi: 10.05.2020

Süleyman Hocam özgeçmişiniz hakkında bilgi alabilir miyiz? Bize kendinizden bahsedermisiniz?

1984 senesinde, *Karadeniz Teknik Üniversitesi Fizik Bölümünden* mezun oldum. *Gazi Üniversitesinde* yine aynı yıl yüksek lisansa başladım. Yüksek lisans zamanlarımda lazerlerle ve karbondioksit lazerleriyle teorik ve uygulamalı çalışmalarım oldu. Ardından *Gazi Üniversitesinde* doktoramı yaptım. Doktora çalışmalarım hesaplamalı fizik kapsamında enerji denklemlerinin çözümlerine alternatifler geliştirmeye yönelikti. Ancak biliyorsunuz ki enerji denklemleri, kuantum fiziğinin, yani atom altı dünyanın, fotonik dahil olmak üzere temelini oluşturuyor. Biz o zamanlar fiziksel sistemler için çözülebilir potansiyel sayısını artırmaya çalışmıştık. Bu çalışma 35 senelik akademik hayatın başlangıcı olmuştu.

Biz bilim insanları her zaman yenilikçilik hedefli araştırma yapmak mecburiyetindeyiz. Kanunen bir yaptırımı olmasa da vicdani yaptırımla araştırma-geliştirme çıktıları ile ülkemizde katma değer oluşturacak bilimsel-teknolojik çalışmaları gerçekleştirmek mecburiyetindeyiz. Diğer önemli bir görevimiz de nitelikli araştırmacı insan sayısının artırılmasına katkı sağlamaktır. Memlekete hizmet edebilecek, katkı sağlayabilecek iş-araştırma yapmalıyız düşünceleriyle 2000 yılında bir grup arkadaşımızla birlikte Türkiye’de sanayinin elektronik ve fotonik teknolojilerde kullanabileceği ince film yarıiletken kristalleri büyütme fikri geliştirdik. Kalkınma Bakanlığı’na yarıiletken kristallerin epitaksiyel olarak büyütülmesi ve bu alanda insan yetiştirilmesi kapsamlı bir araştırma laboratuvarı kurmak üzere bir altyapı projesi sunduk. O günden bu yana ekibimizle beraber oluşturduğumuz bu çekirdek araştırma laboratuvarını *Fotonik Uygulama ve Araştırma Merkezine* dönüştürdük. “Ürüne dönüşebilir ar-ge” sloganıyla sanayide işe yarayabilecek özgün ürün geliştirme şansı yakaladığımız bir merkez haline geldi. Merkezimizin tüm araştırmacılara açık bir araştırma altyapısı olduğunu sizlere de duyurmak isterim.

Hocam peki fotonığe yönelmeniz nasıl oldu, bu bilime merakınız nasıl başladı? Biz bunu da merak ediyoruz, biraz bilgi alabilir miyiz?

İnsan doğduğu günden itibaren fotonik ile karşılaşır. Göz en mükemmel fotonik aygıt olarak sunulabilir. Işık bilimidir fotonik. Işık bilimiyle alakalı ben inanıyorum ki herkesin bir merakı vardır. Herkes ilkokulda suyun içine aynayı koyup güneş ışığının içerisindeki 7 rengin varlığını çok hayretle izlemiştir. Işık merakı insanın hayatında her zaman var. Biz akademisyenler içerisinde de ışıkla ilgili teknolojinin, özellikle son 30-40 senedir madde-ışık etkileşimi çalışmalarının çok yüksek seviyede olduğunu görüyoruz. *Elektron hareketine dayalı aygıt teknolojisi*

*elektronığın temelini oluşturur bildiğiniz gibi. Foton hareketine, fotonun madde ile etkileşimi prensibine dayalı aygıt teknolojisi ise fotonik teknolojiyi tanımlıyor. Çoğunlukla bu iki teknoloji bir arada olmak durumunda. Dünyada teknolojinin yönelimi de fotonikle ilerliyor. Yani savunma sistemlerinden sağlığına ve sosyal yaşantımıza kadar her tarafa yayılmış bir foton teknolojisi var. Bunları gördüğünüz zaman ister istemez yarıiletken teknolojisine, nano ve mikro teknolojilerinin bir arada kullanıldığı fotonik teknolojisine doğru kayıyorsunuz.*

Fotonik teknolojilerinin hayatımızdaki yeri neresidir ve önemi nedir?

Fotonik eğitime kurumsal kimliğiyle eğitim öğretim açısından bakıldığında Lisans düzeyinde sadece İYTE'de Fotonik Bölümü var. Bu çok gurur verici... Sorunuza cevap vermek çok zor çünkü fotonik bilimi her yerde var. *Göz varsa, ben sizleri görüyorsam fotonik bilimi var.* İYTE dışında Sivas Cumhuriyet Üniversitesi'nde kurulu Nanofotonik Uygulama ve Araştırma Merkezi, Optik Mühendisliği ve Koç Üniversitesinde fotonik adıyla lisansüstü bir program var. Maalesef bunların sayısı ülkemiz için yeterli değil. Bugünlerde Gazi Üniversitesi'nde lisans ve lisansüstü eğitim programı olarak Fotonik Bölümü açılıyor; bölümünüze bir kardeş bölüm geliyor.

Şimdi bu sözümü sadece *fotonik kristaller* için söyleyeceğim: *“Ne zaman ki en az 50 üniversitemizde fotonik kristalleri-teknolojileri üreten sistemler, araştırma birimleri kurulur, işletilişe ve bu alanda genç araştırmacılar rol alırsa; biz özgün ürünler geliştirir oluruz.”*

Ayrıca *“ülkemizde fotonik, fotonik mühendisliği bölümleri yaygınlaşır ve bunların eğitim öğretim programları sektör ile iç-içe yürütülürse o zaman Avrupa'da bugün anahtar teknoloji rolünü üstlenen fotonikte gelişir duruma geliriz.”*

Türkiye'de neden fotonikçiler olarak göğsünü gere gere biz bu ülkeye teknoloji geliştiriyoruz? Neden sizleri hazırlıyoruz? Neden bir fotonik bölümü kuruyoruz? Niye bu meşakatlere katlanıyoruz? Bunun altında yatan cevap şu: *Bir ülkenin bağımsız teknoloji oluşturabilmesi için geleceğe umutla ve güvenle bakabilmesi için fotonik bilimine mutlaka yatırım yapması gerekiyor. Yatırımın en önemlisi tabii ki sizin gibi gençlerin yetiştirilmesidir. Makinalar teknoloji üretmez, teknolojiyi üreten insandır. Bu nedenle sizlere yatırım yapmak, genç fotonikçileri yetiştirmek bizim en büyük vazifemizdir.*

Çok kıymetli bir açıklama oldu bizim için. Teşekkür ediyoruz, hocam.

Fotonikle alakalı geçmişteki çalışmalarınız nelerdir? Şimdi neler üzerinde çalışıyorsunuz? Bir de gelecekteki çalışmalarınız hakkında detaylı bilgi alabilir miyiz sizden?

Fotonik teknolojinin kapsamı çok geniş. Gazi Fotonik olarak bu kapsam içerisinde sınırlı sayılabilecek bir kısımla ilgileniyoruz. Işık, foton teknolojileri olarak

bakıldığında ultraviyole (morötesi), görünür ve Kızılötesi ışınım ile etkileşimli olarak fonksiyonellik gösteren aygıt ve malzeme geliştirmek çalışma kapsamımızı oluşturuyor. Galiba kızılötesi aygıt-malzeme geliştirme teknolojisi ile daha fazla uğraşıyoruz.

KÖ (*kızılötesi*) ışık ile neler yapabiliyoruz? Daha kolay kavranması açısından size güncel, birkaç senedir üzerinde çalıştığımız AR-GE projesi olan enerji verimli yüzey/cam geliştirme projesinden bahsedeyim. Cam, enerji verimli hale nasıl gelir? Ve burada fotonun rolü nedir? Normalde cam dediğiniz, içeriye ışık alan ve dışarıyı görmemizi sağlayan bir malzemedir. Cam, görünür bölge ışığını ve kızılötesi ışığı yüksek oranda geçirir. Biz fotonikçiler olarak camın üzerine nanoteknolojiyle, görünür bölgedeki fotonları geçiren ama KÖ bölgedeki fotonları yansıtan kaplama geliştirebilirsek, dışarıdaki ısıyı dışarı yansıtırız ve bu sayede yaz aylarında klima yükünden; İçerideki ısıyı da dışarı çıkarmayacağından kışın yakıt tasarrufu sağlarız.

Başka bir örnek verecek olursak gökdelenlerin dışı camla inşa ediliyor. Bunların bir kısmı kuşların göç yolu üzerinde olabiliyor ve kuşların camı fark edip çarpılmaması için; insanların göremeyeceği fakat kuşların görebileceği UV ışığın bir kısmını yansıtarak kuşların o gökdelenlere çarpılmalarını önleyebiliriz.

Ayrıca Gazi Fotonik'te IR teknoloji ile bunları yaparken bir taraftan da fotonik yarıiletken kristaller, ışık yayan diyot malzemesi olan epitaksiyel kristaller, Alüminyum galyum arsenik kuantum kuyulu lazer diyot yapısını Moleküler Demet Epitaksi (MBE) tekniği üretebiliyor ve bunlardan ilgili aygıtları geliştirebiliyoruz. MBE sistemini ülkemizde kuran ve bu kristalleri üreten ilk araştırma merkezimiziz.

Merkezimiz ülkemizde bazı teknolojilerin geliştirilmesinde öncü araştırmalara imza atmaktadır. Bu çalışmalardan biri de uzay kalifiye güneş hücrelerinin geliştirilmesi ve üretimidir. Bildiğiniz gibi uygulamalar ihtiyaç duyduğu enerjiyi güneş hücrelerinden karşılar. Bu hücreler yüksek verimli ve kütlece hafif olmalıdır. Güneş spektrumunun daha fazla bölgesinden fotoakım üretebilen bu hücreler çok eklemli (genel olarak üç eklemli) yapılardan oluşturulmaktadır. Yeryüzü uygulamaları (AM1.5) için %32 ve uzay uygulamaları (AM0) için %25 verimli güneş hücrelerini MBE sistemi ile büyüttüğümüz kristallerden üretmeyi başardık. Bu çalışma, *Türkiye'de ilk uzay sınıfı güneş hücresi üretimidir*. Şimdi, sağlanan destekle uzay sınıfı güneş hücrelerinin endüstriyel üretimine uygun bir kristal büyütme sistemi kurma hazırlığındayız.

Geliştirdiğimiz bu çok eklemli güneş hücreleri yeryüzü uygulamalarında da kullanıldığını söylemekte yarar var. Bu hücreler güneş ışığının 400-500 kat yoğunlaştırılması ile %40'tan fazla verime ulaşmaktadır. Bu sistemleri yoğunlaştırıcı fotovoltaiik sistemler (CPV) olarak biliyorsunuz. Bu teknolojide 1 cm<sup>2</sup>'lik güneş hücresinden 15-20 W'lık güç elde edilebildiğini duymak heyecan verici...

Neden IR teknolojisi fotonik teknolojinin içinde kritikliğe sahip ve biz bu alanda neden uğraşyoruz sorusunu da burada bir paragrafla açmak lazım. Fotonlar aracılığıyla kurduğunuz iletişim mutlak suretle kızılötesi fotonlarla sağlanıyor. Uzun mesafelere veri aktarabilmeniz ve uzun mesafelerden sinyal alabilmeniz için atmosfer gazları tarafından soğrulmayan fotonlara ihtiyacınız var. Çünkü atmosferdeki gazlar, su ve benzeri maddeler IR bölgedeki ışığın bir kısmını yutar. Atmosfer tarafından yutulmayan bölgede, 3 ila 5 mikron ve 8 ila 12 mikron dalgaboylu fotonları algılayan detektörler, termal kamera (gece görüş kamerası) gibi cihazlar ve sistemler geliştirmek zorundayız. Bu sistemler için Gazi Fotonik Araştırma Merkezi olarak bu dalgaboylarında ışığı algılayabilen detektörleri geliştirebiliyoruz. Bu foton detektörü Merkezimizde bir prototip olarak da üretildi. Termal kameraların ucunda mercek olarak germanyum kristali bulunur. Neden germanyum kristali bulunur? Germanyum kristalinin yasak enerji aralığı 0.65 eV civarında. Biliyorsunuz yarıiletkenler bant aralığından büyük dalgaboylarındaki ışınlar için optik geçirgendir. Bu aralık 2 ile 17 mikron arasında ışığı geçirir demektir. Yani siz termal kameranızın önüne mercek olarak germanyumdan bir mercek yaparsanız onun topladığı ışık biraz evvel bahsettiğim ve bizim de geliştirebildiğimiz detektör çipinin üzerine düşer. Germanyum kristali kritik sınıflandırma içinde yer alan bir malzemedir. Fotonik Araştırma Merkezi olarak bu kristali üretelim istedik. 2011 yılından bu yana germanyum kristalini 102 mm çapa kadar üretebiliyoruz. Görüntüleme sistemlerinde elektromanyetik girişim parazit oluşturur ve sizin görüntüleme sisteminiz netliğini kaybeder. Bir fotonik kristal olan germanyum kristalini, elektromanyetik girişimi (EMI) kalkanlayıcı olarak geliştirme başarısını gösterdik.

Genel olarak üniversiteler ve araştırma merkezleri prototip yapar, sanayiden bu prototipin ürüne dönüştürülmesi beklenir. Biz *Gazi Fotonik* olarak bu algının bazı ürünler için kırılmasını istedik. İstedik ki üniversite olarak ar-ge ile geliştirdiğimiz ürünlerin aynı zamanda üretiminin içinde de yer alalım. Buna Germanyum tek-kristal geliştirme serüvenimizi örnek olarak verebiliriz. Ge kristalini EMI kalkanlayıcı olarak geliştirdikten yani ürün kalifikasyonunu yaptıktan sonra üretim sistemimizi de aynı kalitede tekrarlanabilir üretim yapabilecek hale getirdik. Bunu test ettik ve sistemimizi burada da başarılı gördük. Yılda bir ton civarında germanyum tek-kristalini üretebilecek kapasiteye sahibiz. Bu, ilgili çapta ülkemizin KÖ alanındaki tüm ihtiyacını karşılayabilecek kapasite demektir. Pilot üretimler yaptık. Şunu bilmenizi isterim; *Gazi Fotonik'te üretilen germanyum kristalleri bugün sahada kullanılan çok sayıda termal kameranın merceğini oluşturuyor.* Bu örnekten anlayacağınız gibi Türkiye'de geliştirdiğimiz teknoloji bugün sanayide birçok ürünün üretiminde kullanılıyor.

Türkiye'de fotonik biliminin uygulamaya nasıl girdiğini görmemiz için bir örnek daha vereceğim. Safir kristali ne işe yarıyor biliyor muyuz? Teknolojide baktığımızda bilinen malzemeler içerisinde elmas, silisyum karbürden sonra en

sert malzeme safirdir. Safir deyince optik olarak 100 nm'lerden 5.5 mikrona kadar UV, görünür ve IR bölgede yüksek optik geçirgen bir malzemedir. Bunun yanında diğer dikkat çekici noktada çok sert olması ve çizilmeyen bir özelliğe sahip olması. Yani eğer telefon ekranınızın camı ya da saatinizin camı safirse anahtarla, bıçakla çizemezsiniz. Bizler çok mükemmel teknolojik uygulamaları olabilecek bir kristal olan safir kristalini geliştirebiliyoruz. Bilirsiniz zırhlı araçlarda kurşun geçirmez camlar var. Bu camlar da fotonikçilerin dikkatini çekiyor. Camı lamine ediyorlar ve 9 cm'ye ulaştığı zaman kurşun geçirmezlik özelliği kazanıyor. Böylece çok ağır bir malzeme ortaya çıkıyor; ayrıca laminasyon malzemesi zamanla bozunup sararıyor. Bu 9 cm'lik camın yerine 1 cm'den biraz daha düşük safir kullansanız daha iyi balistik mukavemeti sağlayabiliyorsunuz. Bir de şöyle bir avantajı daha var; safir 2000 °C sıcaklıklara kadar optik özelliklerini koruyor. Füzelerin tepesinde, elektro-optik aygıtların optik bilgi iletişimine imkân veren koruyucu bir kubbe vardır. Bu kubbe genel olarak safir kristalinden yapılır. Biz Türkiye'de üretilen milli füzelerin kubbesinin de milli olmasını arzu ettik. Safir kristalini üretme motivasyonumuz da buna dayanıyor. Füzelerde kullanılması amacıyla 100 kilo ağırlığında, çapı 30 cm, yüksekliği 45 cm olan safir külçesi üretiyoruz. Germanyum kristalinde uyguladığımız sistematiği safirde de uyguluyoruz: Önce ar-ge çalışmaları ile yüksek optik sınıfta safir kristallerini geliştirip devamında üretimlerini de Gazi Fotonik'te gerçekleştirmek. Bir de safir kristaline bir miktar titanyum katkılıysanız bu femtosaniye safir lazerlerini üretecek aktif materyali yani lazer kristalini elde edersiniz. Bu kristalleri de büyütme başarımları durumdayız.

Gazi Fotonik, burada bahsettiklerimizden başka fotonik teknolojilerde birçok malzeme ve aygıt geliştirmektedir. Sorunuza cevabımızı geliştirdiğimiz bazı teknolojiler ve ülkemizde bir ilk olarak geliştirdiğimiz Germanyum, Safir kristallerinin büyütülme başarısı ve uzay sınıfı güneş hücrelerinden bahsetmekle sınırladık. Merkezimizde bu çalışmalar 40 civarında araştırmacının özverili çalışmaları ile gerçekleştiriliyor. İleride sizleri de bu çalışma grubu içerisinde görmekten mutlu olurum.

**Fotonik teknolojileri adına ülkemizin temel eksikleri nelerdir? Bu eksiklikleri giderme adına neler yapılabilir, hangi adımlar uygulanabilir?**

Daha önce belirttiğim gibi fotonik teknolojiler yaşamın her alanında kullanılan çok geniş bir yelpazeye sahip. Araştırma alanı açısından bakıldığında, bir gösterge olarak akademik yayın sayısı açısından ülke olarak iyi bir yere sahip olduğumuz söylenebilir. Ancak, yenilikçi fotonik teknolojilere dayalı ürün geliştirmede sektörün olması gerekenin çok gerisinde kaldığını söylemek mümkün. Bunu nereden kolayca anlayabilirsiniz? En basitinden ışık teknolojisine dayalı çalışan her gün kullandığınız cihazların ithal ürün olması en kolay göstergedir. Fotonik teknolojiye dayalı ürünlerin ihracattaki payının düşük olması ise diğer bir gösterge. Çözüm önerisi, üniversitede geliştirilen teknolojinin sanayide ürüne

dönüştürülmesini sağlamak. Bunun için yük, üniversitelere olduğu kadar belki biraz daha fazlasını sanayiciye düşüyor. Sanayinin ar-ge çalışmalarına destek vermesi ve ar-ge sürecini özümsemesi gerekiyor. Biraz daha farkındalığı artırmak, sanayinin, sektörün ve kamuoyunun dikkatlerini bu tarafa doğru çekmek bizim vazifemiz olsa gerek. *Öte yandan Türkiye’de fotonik teknolojilerde yetişmiş nitelikli insan gücü sayımızın azlığı diğer önemli bir eksikliğimiz. Bu eksikliğı fotonik eğitimi alan siz kıymetli gençlerle karşılamayı hedefliyoruz.* Sizleri bu teknoloji ile donanımlı olarak yetiştirmeyi, öğrenciliğiniz süresince laboratuvar deneyimi ve sektörde stajlarla daha nitelikli hale getirmeyi amaçlıyoruz. Ülkemizde fotonik teknolojilerinin gelişiminde sizler umudumuzsunuz. Gazi Fotonik olarak araştırma alanına 100’den fazla Doktora dereceli genç araştırmacı yetiştirdik. Sizlerin lisans derecesini almanızı ve bu araştırma ordusu içerisine katılmanızı sabırsızlıkla bekliyoruz...

Son olarak kendimizi ve vizyonumuzu geliştirmek için neler yapabiliriz, neler önerirsiniz?

Biz ilme sarıldıkça, hangi alanda olursa olsun mutlaka başarıyı yakalarız. Siz yolun başındaki gençler çok okumalısınız, düşünmeli ve tasarlamalısınız. *Fotoniğı sadece görünen ışık olarak değil, karanlıkla etkileşen, karanlığı aydınlatan bir meşale olarak görmeliyiz.* İnsan önce kafasını aydınlatması lazım, daha sonra hocalarınızı iyi takip edin ve öğrenmek için yola çıkın, ders geçmek için değil. Hayat geçiyor, dersleri de geçiyorsunuz, mezun oluyorsunuz... Her fırsatta öğrencilerime şunu diyorum: *“Sizi hayatta başarıya taşıyacak olan öz kazanımlarınızdır. Daha iyi bir yabancı dil, daha fazla konferansa, söyleşiye katılmak, daha fazla laboratuvar vakit geçirmek, daha fazla kıymetli ve yetenekli gördüğünüz hocanızın yanından ayrılmamak...”*

Son olarak fotonik biliminde laboratuvar ve gözlem çok önemlidir bu yüzden laboratuvar etkileşimli derslerle kendinizi geliştirmeye çalışın. Hayal kurunuz, bilimsel gelişimi düşleyiniz ve gerçekleştirmek için çaba sarf ediniz...

Röportajınız ve kıymetli tavsiyeleriniz için çok teşekkür ederiz hocam.

Fotonik teknolojileri ile ilgili görüşme yapma talebiniz beni son derece mutlu etti. Röportaj teklifinin siz değerli fotonik öğrencileri tarafından gelmesi ayrıca gurur verici. Böyle bir davet için çok teşekkür ediyorum.

Röportajın kaydına [https://drive.google.com/file/d/17C8zStK\\_71zdUo2An\\_y2a5eZLDVMsdL8/view](https://drive.google.com/file/d/17C8zStK_71zdUo2An_y2a5eZLDVMsdL8/view) Linkinden ulaşılabilir.

Gazi Üniversitesi Fotonik Uygulama ve Araştırma Merkezi'nin internet sitesine şu bağlantıdan ulaşabilirsiniz: <http://fotonik.gazi.edu.tr>

Röportajdan ekran görüntüleri

