

Descartes Ödülü'nü Alan Prof. Dr. Ekmel Özbay, Laboratuvarlarının Kapısını Dergimize Açtı...

ÇIĞIR AÇAN BİR BULUŞ: METAMALZEME

Banu SALMAN



2005 yılında 5 ayrı araştırma grubuna verilen AB Descartes Bilim Ödülü'nü EXEL grubuyla birlikte kazanan Bilkent Üniversitesi Nanoteknoloji Araştırma Merkezi Direktörü ve Fizik Bölümü öğretim üyesi Prof. Dr. Ekmel Özbay'ın yaptığı çalışmalar, dünyada yeni bir araştırma alanının doğmasına yol açtı. Doğada var olmayan "metamalzeme" adı verilen yeni bir malzeme türünü, deneysel anlamda ilk kez üreten Ekmel Özbay, "Bilimkurgu malzemeyi gerçeğe dönüştüren araştırmacımız" olarak anılmaya başladı. Metamalzeme üretiminin gerçekleştirildiği laboratuvarlarının kapılarını dergimize açan Özbay, dışarıdan hidrojen getirilmesi konusunda yaşadıkları sıkıntı nedeniyle kendilerinin hidrojen üretimini yapmaya başladıklarını anlattı.

Prof. Özbay, Bilkent Üniversitesi çatısı altında yürüttüğü projeleri ve pek çok kapının anahtarı olarak nitelendirilmeye başlayan metamalzemeler konusundaki çalışmalarını dergimizle paylaştı.

Elektrik Mühendisliği: Öncelikle çalışma ortamınız ve Nanoteknoloji Merkezi hakkında bilgi verir misiniz? Kaç kişilik bir ekip var?

Özbay: Araştırma ağırlıklı bir hoca olduğum için zamanımın yüzde 10'u derslere, geri kalan zamanımın yüzde 90'ı araştırma, projeye gidiyor. Şu anda bu merkezde benimle beraber iki genç yardımcı doçent hocamız daha var. Kendileri Bilkent'e 2 yıl önce geldiler ve kurdukları araştırma grupları büyüyor. Benim grubumda 8 doktora öğrencim var. Ayrıca merkezde çalışan 4 tane doktoralı araştırmacı ve 3 tane proje mühendisimiz var. Yaklaşık 20 kişilik bir araştırma grubumuz var. Bu da bir anlamda çok kişiye istihdam yaratıyoruz demek.

Elektrik Mühendisliği: Geniş bir ekip var. Ama yeterli oluyor mu?

Özbay: Son imzaladığımız projeden sonra yine yetmemeye başlayacak. Bu sefer de yer sorunu çıkmaya başladı. Bina yaptık ama sığmıyoruz. DPT'den alınan bir proje için yeni bir bina daha yapıyoruz ve grubun bir kısmı yeni binaya yerleşecek. Şu anda 11 tane proje devam ediyor. Bunlardan 3 tanesi Avrupa Birliği projesi. Aselsan'dan 4 tane projemiz var. Endüstriyel projeler de yapıyoruz. Aselsan'la yapacağımız projede prototip yapıyoruz ve bunları takvimlerine uygun bir şekilde teslim ediyoruz. Milli Savunma Bakanlığı'yla (MSB) iki projemiz var. TÜBİTAK'la da 3 projemiz var. 2005 yılında 6 yeni proje başladı. Elbette projeler biterken yenileri başlıyor. Şimdi biri Aselsan'la, diğeri TÜBİTAK-MSB ile yapılacak 2 projenin daha yakında çıkmasını hedefliyoruz.

ASELSAN'dan aldığımız bir Savunma Sanayi Müsteşarlığı (SSM) projesi ve biz ASELSAN'ın alt yükle-

nicisiyiz. SSM'nin ASELSAN'la yaptığı sözleşmenin benzerini biz ASELSAN ile yaptık. Her ay aylık proje gelişme raporu veriyoruz. Tam bir mühendislik geliştirme projesi şeklinde çalışıyoruz.

MSB Ar-Ge ve Teknoloji Dairesi Başkanlığı, ASELSAN ve diğer üniversitelerle yoğun bir ilişkimiz var. İki projemizde ODTÜ ile ortak çalışıyoruz. MSB'yle yaptığımız Kobra-1 ve Kobra 2 projelerinde biz ana yükleniciyiz, ODTÜ alt yüklenicimiz oldu.

Elektrik Mühendisliği: Bu kadar proje portföyü... Nasıl altından kalkıyorsunuz?

Özbay: Türkiye'de en çok proje olan yerlerden biriyiz. Geceleri bazen uyuyamıyorum. Kobra 2'nin proje raporunu geçen ay teslim ettik. 7-8 ayı arkadaşımızın hazırladığı iş paketi raporlarını biraraya getirince 150 sayfalık bir doküman oldu. Ama bu tür raporlar için bir sistem oturttuk. Merkezde çalışan arkadaşlarla hazırladığımız formatlarımız var. Yine de kolay olmuyor. Şimdi prototipini MSB'ye teslim edeceğimiz fotosensör projesi var. Onda mesela ölçüm adımlarını oluşturmaya çalışıyoruz.

Elektrik Mühendisliği: Fotosensörlerle ilgili oldukça fazla çalışma var değil mi?

Özbay: ASELSAN'ın özellikle Akyurt'ta bu konuda bir çok çalışması var. Bizim hem Akyurt hem de Macunköy'le ortak projelerimiz var. ASELSAN Akyurt ile ortak çalışarak yüksek güçlü lazer diyotlar yapıyoruz. Ayrıca yüksek hassasiyete sahip ve 1550 nm dalga boyunda çalışan fotodetektörler yapıyoruz. ASELSAN Macunköy ile füze ikaz sistemine yönelik sensörler yapıyoruz. Füze ikaz sistemleri şuna dayanıyor: Füzeyi bir şekilde algılamamız lazım. Algılamayı da optik yapacaksınız. Bir yöntem bu algılamayı kızılötesi dalgaboylarında yapmak. Ama kızılötesi dalgaboylarında



yaptığınız zaman güneş çok kuvvetli ya da görünürde yaptığınız zaman etrafta çok fazla insan, kaynak var, o yüzden gürültü oluşuyor, füzenin geldiğini ancak çok yaklaşıncaya algılayabiliyorsunuz, biraz duyarlılığı azalttığınız zaman füze gelme de sinyal gelmeye başlıyor. Kullanılan teknoloji şuna dayanıyor. Ozon tabakası ultravioleleyi geçirmiyor, 280 nanometreden sonra hiçbir dalga boyu yeryüzüne ulaşmıyor. 280 nanometre dalga boyu çok yüksek enerjiye sahip bir frekansa karşılık geliyor. O dalga boyunda ışık oluşturmak için, bir cismin sıcaklığının 4 bin derece olması lazım. Güneş kadar sıcak olması lazım. Dünya yüzünde o sıcaklığa ulaşabilen çok az cisim var. Bunlardan bir tanesi de füzeler. Güneşten gelen morötesi ışıkları ozon tabakası engellediği için, öyle bir dedektör yapıyoruz ki, 280 nanometreden daha kısa dalga boylarında çalışıyor. Bu dalgaboylarında güneşten ışık gelmediği için bu tür sensörlere güneş körü diyoruz. Füze yaklaşırken füzeyi görüyor. Şu anki teknolojiye vakum tüpü kullanıyorsunuz ve orada fotoelektronları kullanıyorsunuz. Bizim amacımız bunu yarı iletken teknolojiye geçirmek. Şu an bu tür fotodetektörler konusunda dünya lideriyiz. Vakum temelli sistemlere rakip olacak dedektörü, dünyada hem üretiminde hem de fabrikasyonunda en iyisini, biz yaptık. Bu füze ikaz sisteminde de bu detektörleri kullanmak istiyoruz. ASELSAN'da üretilen sistemlerin göz kısımlarını çok daha küçük boyutlara indireceğiz. Aslında bu füze ikaz sistemleri, hep askeri olarak düşünülüyor ama, şu an mesela İsrail yeni karar aldı, tüm yolcu uçaklarında bu tür sistemleri kullanacak. En korumasız uçaklar yolcu uçaklarıdır. Uçakların en savunmasız olduğu zaman inerken ve kalkarken oluşuyor. 500 dolarlık sırttan atılan bir terörist füzeyle 100 milyon dolarlık bir uçağı içindeki 250 yolcu ile birlikte düşürmek ne yazık ki mümkün. Füze ikaz sistemleri sayesinde en azından füze geldiği zaman "chaffe" atıyorsunuz, füze ısıya duyarlı olduğu için, onu şaşırtıyorsunuz. Savaş uçaklarında ise en azından pilotu kurtarıyorsunuz.

Elektrik Mühendisliği: Uzay teknolojisinde de çalışmalar yapılıyor.

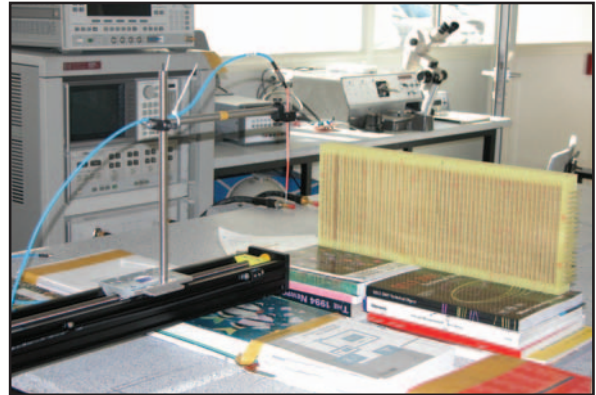
Özbay: Aslında yeni bir merkez daha kurduk. Bilkent uzay konusunda yeni bir atılım yapıyor. Meteksan bir şirket kurdu. Bilkent'te de Bil-Uzay diye bir Uzay Teknolojileri Araştırma Merkezi kurduk. Daha çok lanse etmedik. Bilkent uydu yapmak için şu anda ortaya çıkmış durumda. Türkiye'de ticari iletişim amaçlı uydu yapmak konusunda epey bir atılımımız var. Araştırma

için akademik altyapımız var. Şu an mesela silisyumun uydu teknolojisi için önemli bir dezavantajı var. Silisyumu atmosferin dışına çıkartın, atmosferin kalktığı için güneşten gelen yüksek enerjili ışınlar silisyumu çalışmaz hale getiriyor. O yüzden onu korumamız lazım. Onu da bir yere kadar koruyabiliyorsunuz. Atmosfer 300 kilometre kalınlığında ve çok etkili bir kalkan. Ama bizim çalıştığımız malzemeyi uzaya götürseniz, orada da çalışıyor, doğası bu şekilde. Bu tür malzemeler "radiation-hard" malzeme, yani uzaydaki radyasyona dayanabiliyor. Bu kullandığımız malzeme uzay teknolojisine uygun, nanoteknolojiye uygun bir malzeme. Çok kolay kuantum kuyusu yapabilirsiniz. Bu nanometre boyutunda elektronu çok dar bir yere sıkıştırıyorsunuz, o zaman elektron 100 kat hızlanıyor. Silisyumun hızından çok daha hızlı gidebiliyor, çünkü kuantum etkileri gözüküyor. Hızlı olmasının yanında, çok yüksek akım da geçirebiliyorsunuz. Şu an nanotransistör üretim teknolojisine başladık. Aslında bunu kullanmakta 3 amacımız var. Bir tanesine ASELSAN ile başladık, yüksek güçlü mikrodalga amfiler yapacağız. Şu an dünyanın en yüksek güçlü elektronik amfileri bununla yapıyor ve ASELSAN da bunu helikopter modernizasyonu projesinde kullanmayı planlıyor. Bu tür uygulamalarda tüp kullanılıyor. Evlerde mikrodalgalarda mesela bu tür tüpler kullanılıyor. Elektronları hızlandırıyoruz. Elektronlar hızlanırken ortaya çıkan elektromanyetik enerjiyle mikrodalga yaratıyoruz. Tüp teknolojisi vakum içeriyor. Bunlar çok ağır tabii. İçinde vakum tutması da zor. Elektronları hızlandırmak için binlerce volt gerektiriyor. Bizim amacımız bu tüp teknolojisini yarı iletkenler ile değiştirmek. Bunun önemli askeri uygulamaları, örneğin yüksek güçlü radar yapmak. Diğer uygulaması, belki daha büyük olacak. WiMax isimli yeni bir "wireless internet" standardı geliyor. Bu teknoloji 5 GHz'de çalışacak ve erişim alanı 2 kilometre olacak. 2 kilometreyi yakalamak için yüksek güçlü bir verici yapmanız lazım. Hem iletişim hızı artacak, hem de bir şehrin ortasına kurduğunuzda belli noktalara servis verebileceksiniz. Onun için de yüksek güçlü amfi lazım, bir de bu bahsettiğim uzay teknolojisi. Epey heyecanlı çalışmalar yapıyoruz.

"Amerika'ya 5 sene gidince memleketini bu yüzden beğenmemek bence ayıp. Türkiye'de araştırma yapamıyoruz diyorlar. Ben katılmıyorum. Ben 10 yıldır buradayım, Amerika'da kalsaydım, bunun kadar yapar mıydım emin değilim."

Elektrik Mühendisliği: Beyin göçü ve araştırma-geliştirmede Türkiye'nin olanaklarının yetersizliği hep eleştiri konusu olur. Sizin bu konuya yaklaşımınız nasıl?

Özbay: Aslında şöyle diyeyim, bence bu durum değişti. Memleketinizi değiştiremezsiniz. Ekonomik yapısı, eğitim yapısı, elektrik yapısı... Bizim memleketimiz. Amerika'ya 5 sene gidince memleketini bu yüzden beğenmemek bence ayıp. 'Türkiye'de araştırma yapamıyoruz' diyorlar. Ben katılmıyorum. Ben 10 yıldır buradayım, Amerika'da kalsaydım, bunun kadar yapar mıydım emin değilim. Vardığım noktadan memnunum. Amerika'da aynı zamanda mezun olduğumuz ve geri dönmeyen çoğu arkadaş ile kendimi karşılaştırdığım zaman akademik olarak daha başarılı oldum diye düşünüyorum. Belki biraz şansım yerinde gitti, ama çok çalıştım, eldeki imkanları iyi kullandım. Son 1-2 senede esas değişen şu oldu: Türkiye bir atılım yaptı. Avrupa Birliği'ne girmek için bir AB çerçeve programına üye olduk. Buna çok ciddi bir kaynak ayırıyorsunuz. 200 milyon Euro. Tabii ki ilk başta dönüş olmadı, çünkü tecrübemiz çok az. Şu an FP6'den (AB Çerçeve Programı) 4 projemiz var. Bu işlerin nasıl yapıldığını ve zorluklarını biliyorum. Ben aynı zamanda FP6 ve 7'nin nanoteknoloji konusunda Türkiye delegeyim, devletin resmi görevlisim. Acemi olduğumuz için, yeteri kadar bu işi bilen bilimadamımız olmadığı için çok proje veremedik. Çok proje vermek lazım. 100 projenin 10'u kabul ediliyor. Kişi kendi başına proje veremiyor. Avrupa'da her projenin 3-4 tane ortağı olması



lazım. Bizim bilimadamız şu an Avrupa'yı o kadar tanımıyor. Ama fena bir iş yapmadık. Neredeyse 2 bin, 3 bin tane proje gitti. Bunların yüzde 10'u kabul edildi. 300 proje geldi.

Elektrik Mühendisliği: Başbakan'ın bilimadamlarının tembelleme olduğuna ilişkin açıklamaları vardı.

Özby: Başbakan'ın rakamları farklı biraz. Zaten bu kapasite ile faydalanamayacağımız çok açık. Onlar 20-30 senedir bu işin içinde. Nasıl proje yazılır ve yürütülür biliyorlar. Tembelleğimizden değil, insan kapasitemiz bu kadar. Zamanında üniversiteyi geliştirmezseniz, iyi adam yetiştirmezseniz veya iyi insanların burada kalmalarını sağlayamazsanız bu sonuç ortaya çıkar. Proje verebilecek akademik personel Türkiye'de çok az. Şu an aslında önemli bir fırsat var. Avrupa'da FP7'nin 7 yıl için bütçesi 70 milyar Euro olacak. Çok büyük bir kaynak, ama çalışmak lazım. Şu an benim aldığım projelerin büyüklüklerini ABD'deki arkadaşlara söyleyince çok şaşırıyorlar. Çalışınca kaynak gerçekten çok. Kaynak epey bollandı ve kullanmasını bilene



kaynak var. Yani iyiyse, bu işi yapmayı biliyorsanız, akademik anlamda iyi işler yapabilirsiniz. Üniversitede hoca olmak, araştırmacı olmak için iyi zamanlar bunlar. "İmkan yok" sözleri geçerli değil artık. İmkan var. Bunu kullanmasını bilmek lazım.

Elektrik Mühendisliği: Metamalzeme Türkiye adına da büyük bir başarı oldu. Descartes Ödülü'nü aldınız. Gelişmeler için kutlanız öncelikle. "Metamalzeme anahtar oldu" diye bir cümle var. Bu anahtar hangi kapıları açıyor. Çok geniş bir alandan söz ediliyor.

Özby: Hep pozitif malzeme düşündük. Işık indeksi negatif olduğu zaman, malzeme left handed oluyor, enerji ters yönde akıyor yani. Sol el kullanılıyor, o yüzden solak deniyor. Metamalzeme ilk öneren Rus bir adam. Hayatta, tanıştım. Teorik olarak bazı elektromanyetik özellikler negatif olsaydı ne olurdu ve bununla ne yapardık şeklinde bir makale yazmış. Ama 30 sene boyunca bununla ilgili kimse bir şey yapmamış, çünkü malzeme yok etrafta. Sonra 1999 civarında John Pendry (bizim beraber ödül aldığımız, sonra Sir John Pendry oldu) bir malzeme öneriyor. O da teorik olarak bir malzemeyle negatif indeks edilebileceğini öngörüyor. Bu makale yayınlandı. Sonra biz bunu aldık. Ve Pendry'nin ilk önerdiği malzemenin yanlış tasarım olduğunu gördük. Onun önerdiği tasarım çalışmadı. Onu yeniden modelledik. Epey deneme yanılma yöntemiyle uğraştık. En önemli şey elbette deneysel sonuçlar. Epey uğraştıktan sonra dünyada ilk negatif malzeme üreten grup biz olduk. Bu ödülü getiren de o oldu. Teorisini, Yunanistan'da bir grup var, onlar modellemesini yaptı. Yunanistan'da çalışan teorik fizikçi Costas Soukoulis ile birlikte bir AB projesi önerdik. İngiltere, Yunanistan, Türkiye, 3 ülke vardı. FP 5'te proje önerdik. O zaman Türkiye

"Başbakan'ın rakamları farklı biraz. Tembelleğimizden değil, insan kapasitemiz bu kadar. Zamanında üniversiteyi geliştirmezseniz, iyi adam yetiştirmezseniz veya iyi insanların burada kalmalarını sağlayamazsanız bu sonuç ortaya çıkar. Proje verebilecek akademik personel Türkiye'de çok az."

üye değildi ve Türkiye o zaman para alamıyordu. Costas, "Türkiye'siz bu proje olmaz" dedi. O zaman için AB yarım milyon Euro bize para verdi. Bu proje çok başarılı oldu. Dünyanın ilk solak malzemesini üretince, bu projenin başarısı üzerine bu ödüle aday gösterildik. En önemlisi, bizden önce böyle bir konu yoktu. Şu an metamalzemeler diye çok geniş bir konu var. Avrupa'daki herhangi bir elektromanyetik konferansına gidin, konuşmaların yarısı metamalzemeler üzerine. Çünkü herkesin hoşuna giden bir konu. Bunun uygulamaları mikrodalgada, optikte, manyetik görüntüleme, gece görüş sistemlerinde var. Çünkü, elektromanyetik konusu çok geniş. Ses dalgasında bile uygulması var. Akustik metamalzeme de yapıldı. Tamamen disiplinlerarası bir konu yarattık. Herşeyi ben yaptım demiyorum. Teorisini onlar yaptı. Optimize eden, deneysel olarak yapan bizler olduk. Geçen sene dünyanın değişik yerlerinde 15 tane davetli konuşma verdim. Şimdi de 10-15 tane davet var, artık bazılarını reddetmek zorunda kalıyorum.

"Epey uğraştıktan sonra dünyada ilk negatif malzemeyi üreten grup biz olduk. Descartes ödülünü getiren de o oldu. Şu an metamalzemeler diye çok geniş bir konu var. Bunun uygulamaları mikrodalgada, optikte, manyetik görüntüleme, gece görüş sistemlerinde var. Çünkü, elektromanyetik konusu çok geniş. Ses dalgasında bile uygulması var. Akustik metamalzeme de yapıldı. Tamamen disiplinlerarası bir konu yarattık."

Elektrik Mühendisliği: Her kapıyı açan anahtar dediğimizde abartmış olmuyoruz yani.

Özbyay: Haklısınız. Çok büyük bir ilgi var. Hem ABD, hem Japonya, hem Avrupa'da. Bunun üzerine Avrupa'da mükemmeliyet merkezi kurduk. Şu anda 14 ülke ve 24 tane üniversite var. Bilkent olarak biz de projede yer alıyoruz. Avrupa bu işe para ayırıyor.

Elektrik Mühendisliği: Uygulama alanlarına baktığımızda, örneğin CD, DVD kapasitesinde olağanüstü bir artıştan söz ediliyor. Bu anlamda bilgi verir misiniz?

Özbyay: Negatif indisi yakaladığınız zaman şöyle önemli bir özellik çıkıyor. Pozitif indisli malzemelerde bir noktayı bir noktaya mercekle odaklamaya çalıştığınız zaman, dalga boyuyla sınırlısınız. Bu doğanın pozitif indis uygulaması. Negatif uygulama yaptığınız zaman merceği bir noktayı bir noktaya odaklayabiliyorsunuz. Odaklama konusunda sınır kalmıyor. Şu anda DVD'lerin kapasitesini belirleyen optik. Laser nokta kaynağını odaklıyor, yazıyor ya da okuyorsunuz. DVD'nin kapasitesi şu an nasıl arttı? Dalga boyunu küçültülerek. Eskiden kızılötesi dalga boyunda 800 nanometrede lazer kullanıyordu. Şu an 405 nanometrede kullanılıyor. Dalga boyunu küçülterek, biraz da sıkıştırma ile CD'nin kapasitesini bir yüzeyde 3-4 katına çıkardılar. Ama şu an bu bir fiziksel sınır. Lazerlerin dalga boyunu daha fazla küçültmek çok mümkün değil. Biz o konuda da çalışıyoruz. Belki dalga boyunu 230'a indirmek mümkün olur. Ama daha ötesinde başka malzeme yok. Doğanın malzemesi bu kadar. Daha küçültemiyorsunuz. O zaman dalga boyunu küçültmek yerine optiği değiştirerek, bizim bahsettiğimiz malzeme ile dalga boyunu aşarsanız 100 katlık bir küçültme oluyor. Aynı DVD'ye 100 kat daha yazabilirsiniz. DVD'nin kapasitesini 100 ile 10 bin kat arası arttırmak teorik olarak mümkün. Biz şu an o noktaya gelmedik. O konuda çalışmamız başladı. Yeni kuracağımız altyapının önemli bir kısmı bu iş için olacak. Negatif optik kullanıp, odaklama sorununu çözmek istiyoruz. Bunun başka bir önemli sonucu şu olacak. Bilgisayar teknolojisinde de bu sınırlama geçerli. Bir maskemiz var. Fotomaske deniyor. Bu maskenin üzerindeki şekilleri kullanarak transistör yapıyoruz. Fakat bunu da optikle yapıyoruz. Optik



olarak bu bilgiyi fotoğraf çeker gibi öbür tarafa aktarıyorsunuz. Orada da aynı sorun var. Dalga boyunun altına inemiyorsunuz. Optiği eğer metamalzeme ile değiştirirsek bilgisayarlar küçülmeye devam edecek. Şu an bilgisayarlar bir yerde tıkanmış durumda. Boyut küçültmek anlamında. Optik yöntemlerle daha fazla ileri gidemiyorsunuz. Değişik yöntemlerle oynayabiliyorsunuz. X ışınları veya elektron-litografi kullanabilirsiniz. Bunlar çok çok pahalı. 100 kat daha pahalı ve çok yavaş. Aynı hızla yazamıyorsunuz. Metamalzemelerin bu probleme bir çözüm olacağını düşünüyoruz. Bu konuda da çalışmalar başladı. Science'da Ocak ayında çıktı. Bilgisayarları küçültmek ve daha hızlı yazabilmek mümkün olacak.

“Optiği eğer metamalzeme ile değiştirirsek bilgisayarlar küçülmeye devam edecek. Şu an DVD'lerin kapasitesini belirleyen optik. Dalga boyunu küçültürsek, biraz da sıkıştırma ile CD'nin kapasitesini bir yüzeyde 3-4 katına çıkardılar. Ama şu an bu bir fiziksel sınır. Doğanın malzemesi bu kadar. O zaman dalga boyunu küçültmek yerine optiği değiştirerek, bizim bahsettiğimiz malzeme ile dalga boyunu aşarsanız 100 katlık bir küçültme oluyor. Aynı DVD'ye 100 kat daha yazabilirsiniz. DVD'nin kapasitesini 100 ile 10 bin kat arası arttırmak teorik olarak mümkün.”

Elektrik Mühendisliği: Metamalzeme kullanımının hayata geçtiği bir alan var mı?

Özbay: Aslında bir tane anten şirketi, Avrupa'da çıkmak üzere. Minyatür antenler yapılabiliyorsunuz. Normalde bir mikrodalga tasarladığınız zaman anten koyuyorsunuz. Bir cep telefonu düşünün. Antenin büyüklüğünü pozitif optik kullanarak belli bir düzeyin altına indirebilmek mümkün değil. Malzemenin sınırı bu kadar. Cep telefonları şu an fazla küçülemiyor. Çünkü 2.4 GHz'de çalıştığı zaman bile antenin uzunluğu belli, bundan daha küçük yaparsanız, anten performansı düşük oluyor. Baz istasyonu kullanıyorsunuz. Metamalzeme kullanarak bunu 30 kat küçülebiliyorsunuz. Şimdi diyeceksiniz, cep telefonu daha çok küçülse ne olacak? Ama en azından iletişim çipini çok küçültmek mümkün. Cep telefonu olmaz, iletişim olur, uyduya koyarsınız. Çok küçük olacak, yakanıza takarsınız. Görüntü kısmını tabii insanın görmesi lazım. Onu da değişik display teknolojileri ile yapabilirsiniz.

Elektrik Mühendisliği: Patent hakkı konusunda bir girişim var mı?

Özbay: Patentin benim açımdan, Türkiye'de çalışan biri için çok bir anlamı yok. Şimdi ben metamalzeme ile çalışan birşeyi patentledim, hatta uluslararası patente başvurduğum, tüm teknolojinizi ortaya koyuyorsunuz; bu benim sırlarım kimse bunu kopyalamasın diye. Diyelim ABD'de bir şirket kopyaladı, ben ne yapacağım, hiçbir şey yapamam. Diyelim mahkemeye verdim. Amerika'da bir patent mahkemesi sırf dava açması 1 milyon dolar. Bir patentimiz var, patenti aldık, bir baktık MIT üniversitesi çok benzer bir patent almış. Bizim patenti görmüş, çok benzer bir patent almış. Onun patenti bizim patenti ihlal ediyor. Biz Patent Ofisi'ne gittik. “Tamam olabilir. Sizin patentiniz önümüzdeki 5 yıl içinde 1 milyon dolar eder mi” dediler. “Bilemeyiz ki” dedik. “O zaman üzgünüm” dedi. Mahkemeye veriyorsunuz, o da sizi mahkemeye veriyor. En az 2 milyon dolara mal olur. Patent en önemli faydası, şirketsiniz, ürününüz var, ürünü korumak için patent almanız lazım. En ufak şey için 20-30 patent alacaksınız. Güçlü bir şirket olacak. O zaman değişiyor, çünkü kendi ürününüzü koruyorsunuz. Benim korunacak birşeyim yok. Hatta bir anlamda açık yapıyorsunuz. Hatta patenti almak bile istemiyoruz. 1 patent 30 bin dolar. 10 patent nereden baksanız 300 bin dolar. 300 bin dolarlık kaynağı ben harcamak istemiyorum. Herkes soruyor. Ne yazık ki Türkiye'den kendi şirketiniz yoksa patentin sadece adı var. Patenti koruyamıyorsunuz.

Elektrik Mühendisliği: Metamalzemenin enerji alanında uygulaması olabilir mi?

Özbay: Sürdürülebilir enerji kaynaklarının en önemlisi aslında güneş enerjisi. Bu metamalzemelerin optik alanda bir başka özelliği ışığı yansıtmasıdır. Üzerindeki herşeyi yansıtması. Bu askeri anlamda radar teknolojisi alanında... Radarı hiç gözükmeyen malzeme yapılabiliyorsunuz. Şu ana kadar bir çalışmaya başlamadık. Fakat aklımızda olan bir konu. Demirdöküm ilgilendi şu an. Koç, güneş enerjisi işine girmek istiyor. O konuda beraber bir proje çalışmamız olabilir.

Elektrik Mühendisliği: Evet, güneş enerjisi hemen hemen Türkiye'de sıfır noktasında.

Özbay: Isıtmada kullanılıyor, ama elektrikte sıfır. Münih Havaalanı'nın üstü tamamen güneş paneli. Tüm havaalanından 500 kilovat güç elde ediyorlar. Çatı yok yani. Almanya'da fazla güneş olmamasına rağmen bu şekilde yapmışlar.