

BİLİMKURGU MALZEMEYİ GERÇEĞE DÖNÜŞTÜREN ARAŞTIRMACIMIZ

EKMEL ÖZBAY

Profesör Dr. Ekmel Özbay, Bilkent Üniversitesi'nde Nanoteknoloji Araştırma Merkezi'nin yöneticisi. Bilkent'teki başarılı çalışmalarını, uluslararası planda da sürdüren Özbay, geçtiğimiz ay içinde yabancı araştırma ortaklarıyla birlikte Avrupa Birliği'nin en prestijli araştırma ödüllerinden olan Descartes Ödülü'ne layık görüldü. Başarılı araştırmacımıza ayrıca TÜBİTAK Başkan Vekili Nüket Yetiş tarafından TÜBİTAK'ta 28 Aralık günü yapılan Bilim, Hizmet ve Teşvik Ödülleri töreni sırasında bir özel ödül verildi. Prof. Özbay'dan kendisine ödül, ülkemize gurur getiren çalışmalarını Bilim ve Teknik okurlarıyla paylaşmasını istedik.



Lisans: ODTÜ Elektrik Elektronik-1987.
Doktora: Stanford (ABD)-1992.
Araştırma: Stanford ve Iowa Üniversiteleri-1992-1994.
Öğretim Üyeliği: Bilkent-1995.
Nanoteknoloji Araştırma Merkezi Başkanı

Descartes Ödülü'nü getiren proje neydi?

Metamalzemeler adı altında yeni bir malzeme türü keşfettik; tabii biz bunu kendi başımıza yapmadık. Birkaç araştırma grubu beraber yaptık ve ödülü de bu nedenle bu ekibe verdiler. Meta üstün demek, metafizik doğa üstü, yani metamalzeme doğaüstü malzeme demek. Yani metamalzemeler doğada bulunmayan malzemeler demek. Ben metamalzemelerin liderliğini, öncülüğünü yapan John Pendry'yi hatırlıyorum. Ortak projedeydik. Bu tür malzemelerin yapılabileceğini öngören kişi. Kendisi teoriysen. Biz de yaparız. Biz deneysel ayağıyız. John 1999-2000 yılında yeni bir malzeme önerdi. Bunun adını metamalzeme koyduk. Doğada negatif indisli malzeme yok. Her şey pozitif. "Negatif indisli malzemeyi nasıl yaratırız?" diye düşündük. Bu Neredeyse 30 yıllık bir rüya. Hatta daha da eski diyebilirim. (eski) Sovyetler Birliği'nden bir fizikçi (P. Veselago) bunları düşünüyor. Diyor ki,

"eğer doğada negatif özelliklere sahip bir malzeme olsaydı ne güzel şeyler olurdu". Bu konuda makalesi bile var 1968'de yazıyor. Ama teoride; bunun nasıl yapılacağını da kimse bulamıyor.

Negatif indisli bir malzeme açar mısınız?

Biliyorsunuz, liseden..Snell kanunu. Işık geliyor, kırılıyor, n oluyor. Peki, n eksi olsaydı ne olurdu? Işık tersine giderdi. Aynı o şekilde bir şey yapabilirsiniz. Geliyor ışık, daha dar bir açıyla da olsa ileriye gideceğine sola (geriye) dönüyor. Buna solak malzeme de diyoruz. Yani ışığın özellikleri eksi çıkmaya başlıyor, indis eksi olduğu için. Doğada böyle bir malzeme yok, bunu sizin yaratmanız lazım.

1999-2000 yıllarında Imperial College'dan Sir John Pendry bu malzemeyi teorik olarak öneriyor. Yani özel bir yapıda bunu üretirseniz bunun negatif n çıkması gerekir diyor. Ama üretilen ilk malzemeler negatif çıkmadı. Bunun üzerine biz, Amerika'da David Smith (0 sıralar Ca-

ifornia [San Diego] Üniversitesi'nde doktora sonrası çalışmalar yapıyordu) Avrupa'da da biz çalışmalarımıza başladık.

Biz Kimiz?

Deneysel olarak biz, yani Bilkent, teorik olarak da Girit'le (Yunanistan) ortak çalışıyoruz. Avrupa'da ortak. Bir de onların araştırma merkezi var: Teorik Simülasyon Enstitüsü "FORTH". Avrupa'daki ortaklar Imperial College, FORTH ve Bilkent. FORTH simülasyon yapıyor. Yani fikir Pendry'den; teorik simülasyonları Girit yaptı; deneyi de biz yaptık.

John Pendry kaç yaşında?

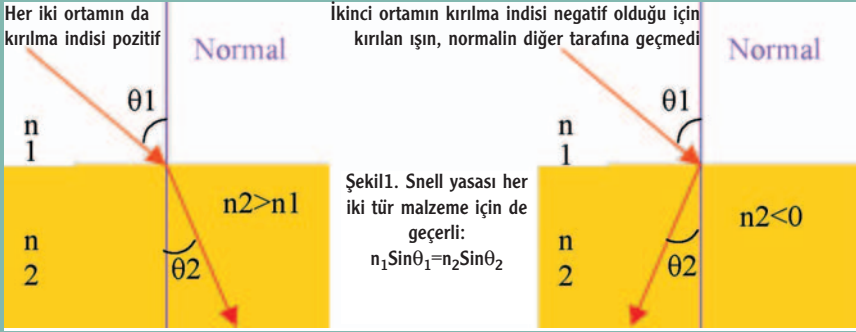
-63 yaşında.

Siz?

-Ben 39 yaşındayım, 1966 doğumluyum.

Deneysel siz yaptınız ...

- İlk önerilen malzeme istenilen sonucu vermedi. Yani (Pendry'nin) dediği gibi çıkmadı. Negatif çıkması gerekirken, (n) pozitif çıkıyordu.



Biz de Girit'le ortak bir çalışmaya giriştik, bu malzemeyi optimize ettik; yani yeniden tasarladık ve negatif çıkacak hale getirdik. Ve bu ortak çalışmayla (deneyini biz, teorisini Yunanistan yaptı) dünyada ilk metamalzeme, yani negatif indise sahip olan malzeme olduğunu gösteren ilk biz olduk. Bunu bir şekilde proje ortamında yapmamız lazım. Girit'in koordinatörlüğü altında yapılacaktı. Çünkü o zamanlar Avrupa Birliği'nin FP5'te (Beşinci Çerçeve Programı) koordinatör erdik, Girit (Costas Soukoulis) beni önerdi. Ortak proje yapmak için. Ancak, ben demin söylediğim gibi koordinatör olamıyordum. Girit'e "Sen koordinatör ol" dedik. Beni ortak olarak koydu, Pendry'yi ortak olarak koydu ve Amerikalı ortak olamıyordu. Sene 2001'de. Türkiye'nin FP (Frame Programme - Bilim alanında araştırma ve işbirliği için Çerçeve Programı) üyeliği yok o zamanlar. Costas'ın koordinatörlüğü altında bir Avrupa Birliği projesi verdik. FP5'e (5. Çerçeve Programı) verdik. Adı da "Development and Analysis of Left-Handed Metamaterials" idi. Yani "Solak Metamalzemelerin Geliştirilmesi ve Analizi".

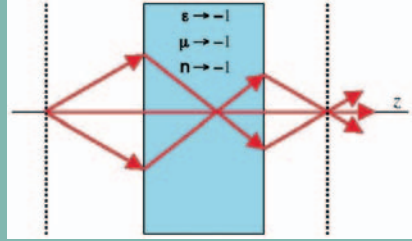
Proje 2002'de başladı. 2005'te de bitti.

Peki bu Descartes Ödülü nereden geliyor?

Avrupa Birliği çerçevesinde bu projeyi yaptığımız için, Avrupa Birliği Descartes ödülü aslında ortak projeye veriyor. Amaç AB içerisindeki işbirliğini geliştirmek. Bir kişiye verilmiyor. Eki-be veriliyor. 2001'de (Ödül Komitesi'ne)sunuş yaptık. Projeye de 2002'de başladık. Bu projenin jüriye sunuşunu da ben yaptım. Proje sunuş kitapçığına da benim resmim kondu.

Niye bu ödülü aldığımıza gelince. Bizim bu çalışmalardan sonra metamalzeme adında yeni bir alan başladı ve şu an bu konuda giderek artan bir çalışma sözkonusu. Bu konuda 2000'den önce hiçbir makale yok, 2005'te yalnızca SCI'te (Science Citation Index - Bilimsel Atıf Katalogu)

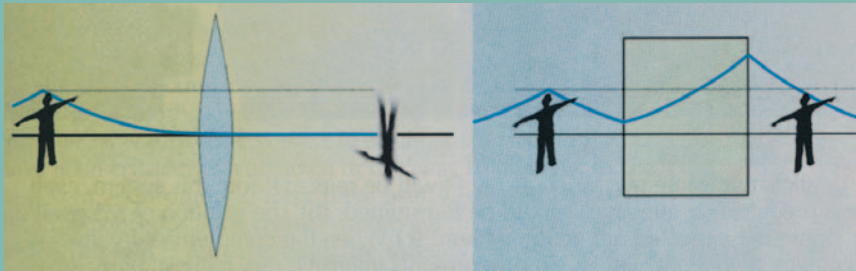
) 300 yayın var. Toplam yayınsa 1000'i geçmiş durumda. Ve geçen yıl yaklaşık 45 konferans düzenlendi. Ben hepsine yetişemedim, 15 davetli konuşma verdim. Japonya Amerika, Kanada... Güney Afrika'ya da davet ettiler; ama çok uzak geldi. Avrupa'da çok yerden geldi. Yani bu konunun hem kurucusu hem araştırmacısı konumundayız. 2005'te benim (Bilkent'teki) araştırma grubum 16 SCI makalesi çıkardı. Benim şu an 5 doktoralı post-doc'um (doktora sonrası araştırmacı), 8 öğrencim ve 3 mühendisim var. Fakat benim bizzat ve proje grubumla yaptığım 16 yayının 12'si metamalzeme. Bunlar en azından bizim için güzel rakamlar. Ve2005 içinde aldığımız atıf sayısı 400.



Şekil 2: Veselago'ya göre, belli bir kalınlıktaki negatif indisli bir düzlem levha cisimden gelen ışınları çok iyi bir şekilde yeniden odaklayabilir.

Şimdi de gelelim herkesin en çok merak ettiği soruya... Metamalzemeler üzerinde böylesine ilgi yoğunlaşmasının nedeni? Ne yapıyor bu malzemeler? Ne işe yarıyorlar?

- Bir kere, bilimsel merak açısından çok önemli. Negatif indis için kimse bir şey düşünmediğinden bir anda tüm elektromanyetik yeniden ele alınıyor. Birçok etki tersine dönüyor şimdi. Fakat niye insanlar bu kadar ilgi duyuyor? Normalde optik bir sistemde dalgaboyuyla sınırlısınız. Yani bir noktayı bir noktaya odakladığınız zaman hiçbir zaman odaklama belli bir dalgaboyunu geçmiyor. Ama ortama negatif malzeme



Şekil 3: Cisimden yansıyan dalgaların zayıflamış bileşenleri nedeniyle pozitif indisli bir mercekten (soldaki şekil) elde edilen görüntü cisme göre daha az bilgi taşır. Negatif indisli bir malzemeden yapılmış bir düzlem mercekteyse (sağdaki şekil) bu zayıf bileşenler yeniden yükseltildiği için görüntünün kalitesi çok daha iyi olacaktır. Bu merceğin çözünürlüğü, dolayısıyla oldukça yüksektir.

me koyduğunuz zaman bir noktayı bir noktaya odaklayabiliyorsunuz. Yani bir kere bilimsel planda, görüntülemenin varabileceği en uç noktaya varabiliyorsunuz. Teknolojik anlamda, ki bizim uğraştığımız alan, bunu DVD yazmada kullanırsanız, DVD'nin kapasitesini 1000 kat artırmanız mümkün. 20 terabyte'lık (20 trilyon byte'lık) veri koymaktan bahsediyoruz. Yani, sizin Bilim Teknik'in gelecek 100 yılda basılacak tüm sayılarını koyabileceğiniz bir DVD'den!..

Bir başka potansiyel kullanım, biliyorsunuz silikon endüstrisinde en sınırlama şundan kaynaklanıyor: Daha küçük boyutlara inebilmek için optik bir yöntem kullanıyorsunuz, ışığı odaklamanız lazım yine. Fakat şu anda bir ümide bağlanmış durumda silikon endüstrisi. Işığı ne kadar küçültürseniz (şu anda 200.2 mikromonluk morötesi ışık kullanıyorlar), minimum transistor ü daha da küçültemiyorlar. Bunu küçültmek için yeni ışık kaynağı yapmak lazım, daha kısa dalga boylarında. Artık x ışını kullanmayı düşünüyorlar. Ama x ışınlarıyla çalışmak, mercek yapmak imkansız. Negatif indisle istenen bu merceği yapabilirseniz, odağınızı küçük yapabildiğiniz için silikon endüstrisi küçülmeye devam edebilecek. Ve bilgisayarla çok daha hızlı çalışabilecek.

Yine bir başka olası yarar, minyatürleşme. Şu anda klasik örnek cep telefonu. Cep telefonlarının boyutları zaten çok küçük. Bunu daha da küçültmek isteyen olur mu, bilmiyorum ama, en azından elektronik kısmını küçültemiyorsunuz, çünkü antenle sınırlısınız. Yani 2 gigahertz ile sınırlısınız. ama antenin boyu 4. Negatif indiste dalga boyu küçülüyor. Bu demek ki, antenin boyutunu 100 kat küçültmek mümkün. Yani bu cep telefonunda belki çok önemli değil; ama uyduda çok önemli. Uyduda küçük kullanmak istiyorsunuz. Yer yok çünkü. Ya da uçakta... ağırlık açısından. Hem optikte, hem de mikrodalgada yaptığınız devreleri çok küçültmek mümkün olacak. Daha bir sürü şey var.

Sonuç: Hem optikten, hem elektrik mühendisliğinden, hem malzemeden tüm insanlar metamalzemeler etrafında odaklanmış durumda. Verilen konferanslara bakın. Hem elektrik mühendisliğinden, hem fizikten, hem optikten, malzeme biliminden hem bilgisayar biliminden, şimdi biyoloji de girmeye başladı, çok genel, disiplinlerarası bir alan oluştu. Ben şimdi bir makale yazsam ve Science dahil birçok dergiye göndersem, aynı makale, ama hepsi yayılıyor. Metamalzeme anahtar gibi bir şey oldu. Herkese seslendiği için.

Peki, bir şirket kurmayı düşünüyor musunuz, geliştirdiğiniz ürünlerin patentini alıp pazarlamak için?

- Bende pek girişimcilik ruhu şirket kurmak çok zaman aldığı için, ben bu kadar büyüyemedim. Ben, işin "business" tarafını başkalarına bırakmayı tercih ettim. Gücümü bu akademik konularda yoğunlaştırmayı tercih ettim. Türkiye'nin bu konuda en başarılı araştırma grubunun başındayım.

Raşit Gürdilek
Gülğün Akbaba