

“Plazmonikler”

**Işık,
bilgi taşınması için
mükemmel bir ortamdır...**

Prof.Dr. Adil Denizli & Araş. Gör. Bora Garıpcan & Araş. Gör. Erkut Yılmaz
Hacettepe Üniversitesi, Biyomühendislik ABD, Kimya Bölümü

Gerçek bir görünmezlik perdesi, arkasındaki her şeyi saklayabilecek ve görünür ışığın bütün frekanslarında çalışabilecektir. Bu tip bir cihazın yaratılması çok zor gözükse de bazı fizikçiler bunun mümkün olduğunu düşünüyor.

Günümüzde optik fiberler tüm dünyaya yayılmıştır. Büyük miktardaki ses iletişimi ve muazzam büyüklükteki çeşitli veriler, ışık sinyalleri ile iletilmektedir. Bu devasa kapasite, bazı biliminsanlarının fotonik cihazların -görünür ışık ve diğer elektromanyetik dalgaları yönlendirebilen ve kullanabilen- bir gün mikroşemcilerdeki elektronik devrelerin ve diğer bilgisayar yongalarının yerine geçebileceği kehanetinde bulunmalarına neden olmaktadır. Ne yazık ki, fotonik cihazların boyutu ve performansı, birbirine çok yakın konumlanmış ışık dalgalarının girişimi sonucu, kırılma limiti ile sınırlanmaktadır. Işığı taşıyan optik fiberlerin eni, malzeme içerisinde taşınan ışığın dalga boyunun en az yarısı kadar olmalıdır. Yonga bazlı optik sinyaller büyük olasılıkla yaklaşık 1500 nm (metrenin milyarda biri) civarında yakın-kızıl ötesi bölgesinden dalga boyları kullanacaktır. Bu böl-

gedeki ışığın minimum eni, hali hazırda kullanılan en küçük elektronik devrelerden çok daha büyüktür. Şu an kullanılan silisyum (Si) entegre devrelerindeki bazı transistörler 100 nm'den daha küçük parçalara sahiptirler.

Fakat şu anda biliminsanları optik sinyallerin, küçücük nano boyuttaki yapılardan iletimi için yeni bir teknik üzerinde çalışmaktadırlar. 1980'li yıllarda araştırmacılar deneysel olarak, ışık dalgalarının, bir metal ve dielektrik (hava ya da cam gibi yalıtkan malzemeler) ara yüzüne doğru şartlar altında yönlendirilmesinin metal yüzeyindeki dalgalar ile hareketli elektronlar arasında bir rezonans etkileşimine neden olduğunu göstermişlerdir (iletken bir metalde, elektronlar, atom ya da moleküllere kuvvetli olarak bağlı değildir). Bir başka ifadeyle, yüzeydeki elektronların salımı ile metalin dışında bulunan elektromanyetik alandakiler eşleşmektedir. Sonuç, yüzey plazmonlarının oluşması ve elektronların yoğunluk dalgalarının, suya attığınız bir taşın, göl yüzeyinde dalgalar şeklinde yayılması gibi ara yüzeyde ilerlemesine neden olmaktadır.

Son on yılda araştırmacılar, yaratıcı olarak tasarlanmış metal-dielektrik ara yüzeylerinde dış ortamdaki elektromanyetik dalgalarla aynı frekansa sahip fakat çok daha kısa dalga boyulu yüzey plazmonlarının oluşturulabildiğini bulmuşlardır. Bu ortamda plazmonlar, bilgiyi iç bağlantı olarak adlandırılan nano yapıları teller üzerinden mikroşemcilerin bir bölümünden diğer bölümüne taşıyabilmektedir. Plazmonik iç bağlantıları, yonga tasarımcılarına daha küçük ve hızlı transistörlerin yapımı için büyük bir avantaj sağlayacaktır. Yonga tasarımcıları, yonga üzerinden hızlı veri aktarımı şu an gerçekleştirilebilmektedir. Asıl güçlük, küçük elektronik devrelerin yapım zorluğunun bulunmasıdır.

Araştırmacılar, optik sinyallerin, ışığın kullanılması ile plazmon olarak tanımlanan elektron yoğunluk dalgalarının üretilmesi sonucunda, küçücük teller içerisinde sıkıştırabileceklerini keşfettiler.

2000 yılında Kaliforniya Teknoloji Enstitüsü'nden Prof. Atwater ve grubu, bu alanda yapılacak araştırmaların tamamen yeni bir cihaz sınıfı ile sonuçlanacağını hissederken, gelişme sürecinde olan bu disiplini "plazmonik" adını verdiler. Mikroskopların çözünürlüğünün geliştirilmesi, ışık saçan diyetlerin etkinliğinin, kimyasal ve biyolojik algılayıcıların hassasiyetlerinin artırılması, plazmonik bileşenlerin çok çeşitli cihazlarda uygulanması ile mümkün olabilecektir. Bazı biliminsanlar, tasarladıkları küçük taneçiklerin plazmon rezonans soğurma özelliklerini kullanarak kanserli dokuların yok edilmesi gibi bazı tıbbi uygulamaları da düşünmektedir. Ayrıca bazı biliminsanları, belli plazmonik malzemelerin, bir nesnenin etrafındaki elektromanyetik alanı değiştirebileceğini, hatta bu alanın görünmez olabileceğini düşünmektedirler. Fakat tüm olası uygulamaların tamamının yapılabilir oldukları kanıtlanmasa da araştırmacılar nano dünyanın gizeminin aydınlatılması için plazmonik alanında çalışmayı yoğun bir şekilde yürütüyorlar.

Küçülen Dalga Boyları

Yüzyıllar boyunca, simyacı ve cam ustaları, boyalı pencere camı ve kadehleri yaparken, farkında olmadan cama küçük metal parçacıkları ekleyerek plazmonik etkilerin avantajlarından yararlanmışlardır. En çok dikkat çeken, şu an İngiltere'de (British Museum) bulunan milattan sonra 4. yüzyıla ait Roma kadehi, Lycurgus kupasıdır. Bunun nedeni, cam matrikste dağılmış metal parçacıkların içerisinde bulunan elektronların plazmonik uyarımı ile kupa bağlı olarak görünen ışık bölgesinin kısa dalga boylarını mavimsi ve yeşil ışığı soğurmakta ve saçmaktadır. Yansıyan ışıktan bakıldığında, plazmonik saçılma kupaya yeşilimsi bir renk vermektedir. Fakat beyaz bir ışık kaynağı kupa içerisine yerleştirildiğinde, cam uzun dalga boylarını geçirirken, kısa dalga boylarını soğurduğu için kırmızı renkte görünmektedir (Resim 1).

Yüzey plazmonları ile ilgili araştırmalar 1980'li yılların başında, kimyagerlerin bu olguyu Raman Spektroskopisi kullanılarak, bir örnekten saçılan lazer ışığının yansımalarının gözlemesi ile moleküler titreşimlerden örneğin yapısının belirlenmesini içeren çalışmalar sırasında başlamıştır. 1989 yılında Thomas Ebbesen, milyonlarca mikroskopik delik ile baskılanmış ince bir altın filmi aydınlatıldığında, bir şekilde folyonun deliklerinin sayısı ve boyutuna göre, tahmin edilenden daha fazla ışığın yayıldığını buldu. Dokuz yıl sonra Ebbesen ve arkadaşları, film üzerindeki yüzey plazmonun elektromanyetik enerjinin iletimini şiddetlendirdiği yorumuna vardılar.

Plazmonik alanı, yeni metalmalzemelerin -elektron salımının şaşırtan optik özelliklere neden olan malzemeler- keşfi ile başka bir ilerleme kaydetmiştir. Plazmonik alanında elde edilen başarılı araştırmacıların, plazmonik etkiler ile yaratılmış karmaşık elektromanyetik alanların simülasyonlarını doğru bir şekilde yapabilmelerini ve nano boyuttaki yapıların yapımı için yeni yöntemlerin geliştirilmesi ile ultra küçük plazmonik cihaz ve devrelerin yapımı ve denenmesi mümkün olmuştur.

İlk bakışta, metalik yapıların ışık sinyallerini yayması, metallerin yüksek optik kayıpları nedeniyle pratik gözükmezdir. Elektromanyetik alan içerisinde salınan elektronlar, çevredeki örgü atomları ile çarpışarak, hızlı bir şekilde alanın enerjisini dağıtırlar. Fakat, plazmon kayıpları, yığın metale göre ara yüzey ile ince metal film ve dielektrik arasında daha azdır. Bunun nedeni, elektromanyetik alanda yalıtık ortamda yayılırken, serbest elektron olmadığından, enerji dağıtan çarpışmaların gerçekleşmemesidir. Bu özellik doğal olarak plazmonları, metal yüzey ile dielektrik arasında hapseder. Bu nedenle, yüzey plazmonları, sadece ince düzlemdeki ara yüzeyde yayılırlar.

Düzlemsel plazmonik yapıların, dalga kılavuzu olarak davranmalarından ve elektromanyetik dalgalara metal-dielektrik sınırında kılavuzluk etmelerinden dolayı, bir yonga üzerindeki sinyallerin yönlendirilmesinde yararlı olabilirler. Bir optik sinyal metal içerisinde, cam gibi dielektrik malzemelere göre, daha fazla kayıp verirken, bir plazmon ince film içerisinde yok olmadan önce santimetrelere yol alabilir. Yayılma uzunluğu, eğer dalga kılavuzuna asimmetrik mod uygulanırsa, metal filmde çevredeki dielektrik ortama elektromanyetik enerjinin daha büyük bir kısmı iletileceğinden, en yüksek seviyeye çıkartılabilir ve kayıp en aza indirilir. Metal filmin yukarı ve aşağı yüzeylerindeki elektromanyetik alanlar birbirleri ile etkileşeceğinden, plazmonların frekansları ve dalga boyları filmin kalınlığı değiştirilerek ayarlanabilir. 1990'lı yıllarda, Ottawa Üniversitesi'nden Pierre Berini ve Danimarka Aalborg Üniversitesi'nden Sergey Bozhevolny'nin araştırma grupları, genellikle bütün dielektrik cihazlar tarafından yapılabilen bazı fonksiyonları -kılavuz dalgaların ayrılması gibi- gerçekleştirebilen düzlemsel plazmonik bileşenler geliştirdiler. Bu yapılar, bir yonganın bir bölümünden diğer bölümüne veri iletiminde kullanılabilirken, plazmonlara eşlik

eden elektromanyetik alanlar, işlemcinin nano boyutta olan iç kısımlarına sinyal iletimi için hala çok büyüktüler.

Nano boyuttaki teller üzerinde yayılan plazmonların yaratılması için araştırmacılar, sinyalin dalga boyunu dar bir alanda sıkıştıran çok karmaşık dalga kılavuzu geometrileri geliştirmişlerdir. 1990'lı yılların sonunda, Prof. Atwater ve Gratz Üniversitesi'nden Prof. Krenn (Avusturya) "alt dalgaboyu" yüzey plazmon dalga kılavuzları üzerinde paralel çalışmalarda bulunmuşlardır. Kaliforniya Teknoloji Enstitüsü'nden Prof. Atwater ile çalışan Stefan Maier, her biri 100 nm olan düzlemsel altın noktacık zincirleri inşa etmiştir. 570 nm dalga boyundaki görünür ışık, bu noktacıklarda rezonans salımını başlatmış ve zincirler boyunca ilerleyen sadece 75 nm yüksekliğe sahip düzleştirilmiş yüzey plazmonları yaratılmasına neden olmuştur. Prof. Gratz'ın grubu da benzer sonuçlara ulaşmış ve zincirler boyunca yayılan plazmonların desenlerini görüntülemişlerdir. Bu nano tellerin soğurma kayıpları göreceli olarak fazladır. Fakat sinyalin yok olmadan önce, birkaç yüz nanometreden birkaç mikrometreye kadar iletimi mümkün olmuştur. Bu nedenle, bu dalga kılavuzları sadece kısa mesafeli iç bağlantıları için uygundur.

Neyse ki, soğurma kaybı, plazmonik dalga kılavuzlarını ters çevirerek, yani dielektrik kısmı çekirdeğe koyup metal ile çevreleyerek en aza indirilebilir. Plazmon yarık dalga kılavuzu olarak adlandırılan bu cihazda, dielektrik çekirdeğin kalınlığı ayarlanarak, plazmonun dalga boyu değiştirilebilir.

Bazı biliminsanları, plazmonik malzemelerin, bir nesne civarındaki elektromanyetik alanı değiştirebileceklerini hatta görünmez yapabileceklerini kurgulamaktadır.



Resim 1: Lycurgus Cup, M.S. 4. yüzyıla ait Roma kadehi cam matrisi içerisinde bulunan metal partiküllerin plazmonik uyarılması sonucu rengini değiştirmektedir. Normalde yeşilimsi olan kadeh, ışık kaynağı içerisine yerleştirildiğinde kırmızı görünmektedir.

Plazmonik devreler, bilgisayar yonga tasarımcılarının, bir yonga boyunca büyük miktarda veri hareketini hızlı iç bağlantı sistemleri ile yapabilmelerine yardımcı olabilir. Plazmonik devreler, mikroskopların çözünürlüğünü, ışık saçan diyotların etkinliğini, kimyasal ve biyolojik algılayıcıların duyarlılığını geliştirebilir.

Prof. Atwater ve Stanford Üniversitesi'nden Prof. Brongersma'nın grubu, bu plazmon oyuk dalga kılavuzlarının, onlarca mikrometre uzaklıklara sinyal iletilme yeteneğine sahip olduklarını göstermişlerdir. Japon Hideo Miyazaki, kırmızı ışığı (boşlukta 651 nm dalgaboyuna sahip) 3 nm kalınlığa, 55 nm enine sahip plazmon yarık dalga kılavuzuna sıkıştırarak dikkat çekici bir sonuç elde etmiştir. Araştırmacılar, cihaz boyunca ilerleyen yüzey plazmon dalga boyunun, boşluk dalga boyunun yaklaşık yüzde 8'ine denk gelen 51 nm olduğunu bulmuşlardır.

Plazmonlar suya atıldığında bir taşın, göl yüzeyinde dalgalar şeklinde yayılması gibi yüzey boyunca dalgalanarak yayılırlar.

Plazmonikler, malzemelerin görünür ışık ile uyarılması sonucu yumuşak x-ışını bölgesi dalga boylarında (10 ile 100 nm arasında) sinyaller yaratırlar. Dalga boyları, sinyalin frekansı konularak, boşluk değerinin onda birine kadar indirgenebilir. Dalga boyu ile frekans arasındaki temel ilişki -frekans çarpı dalga boyu eşittir ışık hızı-elektromagnetik dalgaların metal dielektrik ara yüzeyinde ilerlerken yavaşlaması nedeniyle korunur. Bu dikkat çekici yetenek ile dalga boylarının sıkıştırılması, tel ve transistörleri içeren elektronik devreler yerine nano boyuttaki plazmonik yapıların kullanılmasının önünü açmaktadır.

Silisyum yongalarda devre desenlerinin baskılanması için kullanılan litografi gibi, benzer bir süreç dar dielektrik çubuk ve boşluklardan oluşan çok küçük plazmonik cihaz dizilerinin üretimi için kullanılabilir. Bu diziler, metal yüzeyindeki pozitif ve negatif yüklü dalgalara kılavuzluk edebilir. Alternatif yük yoğunluklarının ilerleyişi, sıradan bir teldeki alternatif akımın ilerleyişine benzer. Fakat optik bir sinyalin frekansı, bir elektrik sinyalinin frekansından çok daha yüksektir-60 Hertz'e karşı 400 bin Hertzden fazla-bu yüzden plazmonik devre çok daha fazla veri taşıyabilecek kabiliyettedir. Ayrıca, elektrik yükü plazmonik devrenin bir bölümünden diğer bir bölümüne ilerleyemediğinden-elektronlar bir yönde dağılmak yerine bir yığın oluşturarak yayılırlar-cihaz direnç ve elektriksel iç bağlantılarla veri taşıyan entegre devrelerini sürdüren kapasitör etkilerine maruz kalmaz.

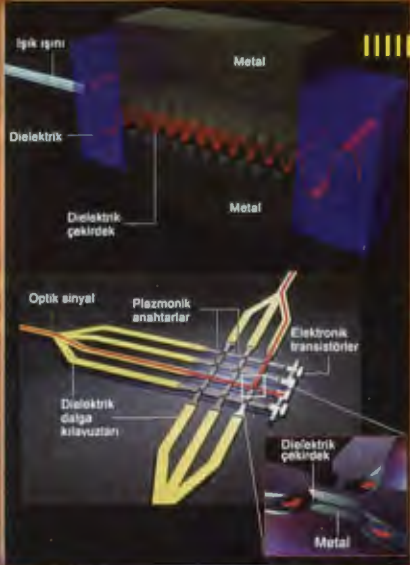
Resim 2

IŞIĞIN KÜÇÜK TELLER İÇERİSİNDE KANALİZE EDİLMESİ

Plazmonik çalışmalarını oldukça yeni olmasına rağmen, araştırmacılar halihazırda bu teknolojinin gelecek vaat edeceğini gösteren prototip cihazlar geliştirmişlerdir.

DÜZLEMSEL DALGA KILAVUZLARI

Plazmonun her zaman bir metal ve dielektrik (hava ya da cam gibi yalıtkan malzemeler) arasındaki sınır boyunca akarlar. Örneğin, ışık bir metaldeki düzlemsel oluğa odaklandığında, metal yüzeyindeki ince düzlemde yayılır (metal ile hava arasındaki sınır). Bir plazmon bu düzlemsel dalga kılavuzunda birkaç santimetre uzaklığa kadar yayılabilir. Bu yayılma bir yongandan başka bir bölüme sinyali iletimi için yeterlidir. Fakat göreceli olarak büyük dalgalar, işleminin nano boyuttaki iç kısmında diğer sinyallerle çarpışım yapabilir.



YARIK PLAZMON DALGA KILAVUZLARI

Biliminsanları, dielektrik malzemeyi merkezde olacak şekilde bir metal ile çevrelediklerinde daha küçük boyutlu plazmonik devreler yapmışlardır. Yarık plazmon dalga kılavuzu optik sinyali sıkıştırmakta, dalga uzunluğunu 10 ya da daha fazla kez büzöştürebilmektedir. Araştırmacılar, 50 nm'den daha küçük yarık plazmon dalga kılavuzları inşa etmişlerdir. Bu boyut, en küçük elektronik devre ile aynı boyuttadır. Plazmonik yapı, elektronik bir telden çok daha fazla veri taşıyabilmesine rağmen, 100 mikrondan (metrenin milyonda biri) fazla uzaklıktaki bir bölgeye sinyali iletmeyebilir.

DAHA HIZLI YONGA

Yarık dalga kılavuzları, hızlı bir şekilde büyük miktardaki veriyi mantık işlemleri yapan devrelere kanalize ederek, bilgisayar yongalarının hızını önemli bir şekilde artırabilir. Sol taraftaki gösterimde, göreceli büyük dielektrik dalga kılavuzu optik sinyalleri, plazmonik anahtar (plasmon canavarları, olarak tanımlanmıştır) dizisine, bu dizilerde elektronik transistörlere dağıtmaktadır. Plazmon canavarları, en uzak noktaları 100 nm ölçülen ayık dalga kılavuzlarından oluşmuştur ve kesişme yerleri 20 nm boyuta sahiptir. (İç resim)

Araştırmacılar, eğer plazmo-canavar anahtarları-transistör benzer özellik gösteren üç sonlu plazmonik cihazlar-olarak adlandırılan cihazları yapabilirlerse, plazmonik devreler daha hızlı ve daha kullanışlı olabilir. Kaliforniya Teknoloji Enstitüsünden Prof. Atwater son zamanlarda, bu tip anahtarların düşük güç gerektiren biçimlerini geliştirmişlerdir. Eğer biliminsanları, daha iyi performans gösteren plazmo-canavarları üretebilirlerse, bu cihazlar, hesaplama işlemlerini 10 ila 20 yıl ileriye götürebilecek çok hızlı sinyal süreçleme sistemlerinin çekirdeği olabilirler (Resim 2).

Nano Kabuklar ve Görünmezlik Perdeleri

Plazmonik cihazların olası kullanımı, hesaplama işlemlerinden çok daha öteye gitmektedir. Rice Üniversitesi'nden Naomi Halas ve Peter Nordlander,

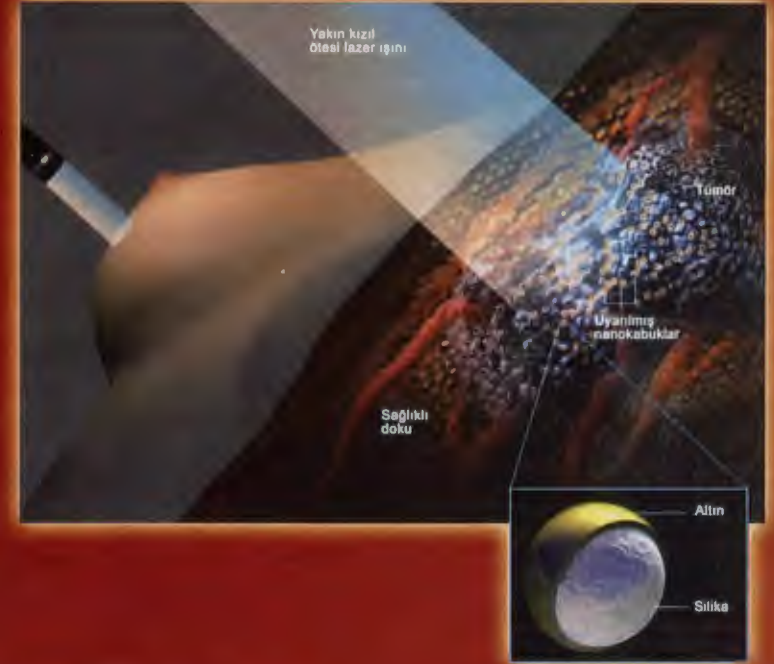
yaklaşık 100 nm çapa sahip silika partikülleri üzerine kaplanan ince bir altın tabakası içeren -yaklaşık 10 nm kalınlığında- nano kabuklar geliştirmişlerdir. Elektromanyetik dalgalara maruz bırakılma, altın kabuğun iç ve dış yüzeylerindeki alanların eşleşmesi sonucu, altın kabukta elektron salımı oluşmasına neden olur. Silika partikülün boyutu ve altın kabuğun kalınlığı, partikülün rezonansa girerek soğurduğu enerjinin dalga boyunu değiştirebilir. Bu yolla araştırmacılar, birkaç yüz nanometre (görünür spektrumun mavi sonu) gibi kısa mı kısa ya da yaklaşık 10 mikron (yakın kızılötesi) gibi uzun mu uzun dalga boylarını seçici olarak soğuran nano kabuklar tasarlayabileceklerdir.

Bu olgu, nano kabukların kanser tedavisi için umut verici bir araç olmalarına neden olmaktadır. 2004 yılında Halas ve West, kanserli tümör içeren fare kan akımına

Resim 3

KANSER İÇİN PLAZMONİK TEDAVİ

Önerilen kanser tedavisi, plazmonik etkiyi kanserli dokuların yok edilmesine uygulayabilir. Doktorlar nano kabukları -100 nm ene sahip, dış tabakası altın ile kaplanmış (iç resim) silika partikülleri- kan akımına enjekte edebilirler. Nano kabuklar, hızla büyüyen tümör içerisine kendilerini yerleştirebilirler. Eğer, yakın bölge kızılötesi ışık bu bölgeye odaklanırsa, ışık deri boyunca ilerleyerek, nano kabuklarda rezonans elektron salımına neden olur. Bu durumda, çevredeki sağlıklı dokuya zarar vermeden, tümör hücreleri nano kabuklar tarafından ısıtılarak öldürülebilir.



enjekte ettiklerinde, partiküllerin toksik olmadıklarını bulmuşlardır. Daha da fazlası, nano kabuklar, sağlıklı hücrelerden çok kan akımının daha hızlı olduğu kanserli dokular içerisine kendilerini gömmeye eğilimi göstermişlerdir (ayrıca, nano kabuklar antikora bağlanarak, kanserli dokuları hedeflemelelerinden emin olunabilir).

Neyse ki, insan ve hayvan dokuları bazı kızılötesi dalga boylarına karşı geçirgendir. Araştırmacılar, yakın kızılötesi lazer ışığını fare derisine ve tümörlü bölgeye yönlendirdiklerinde, gömülmüş nano kabuklarının rezonans soğurma enerjileri, kanserli dokunun sıcaklığını 37°C den 45°C'ye çıkarmıştır.

Fototerma ısıtma, kanserli hücreleri öldürürken, çevredeki sağlıklı hücrelere zarar vermemektedir. Nano kabuklar ile tedavi edilen farelerde, kanserin bütün belirtileri 10 gün içerisinde yok olurken, kontrol grubunda tümör hızlı bir şekilde büyümeye devam etmiştir. Houston'da bulunan "Nanospectra Biosciences" adlı bir firma, Gıda ve İlaç Yönetiminden (A.B.D.) baş ve boy kanserli hastalarda, nanok abuk tedavisinin klinik denemelerini başlatmak üzere izin alma girişiminde bulunmuştur (Resim 3).

Plazmonik malzemeler, elektrik lambalarının parlaklığı ile yarışabilecek yeterlilikte, ışık saçan diyotlar ("Light Emitting Diode" LED) yaparlar, ışık endüstrisinde bir devrim yaratabilir. 1980'li yılların başında, araştırmacılar metal dielektrik sınırında, elektrik alanın plazmonik çoğaltımının, metal yüzeyinin yakınına yerleştirilen lüminesans boyların emisyon hızını artırdığını fark etmişlerdir. Son günlerde, bu tip alan çoğaltılmasının kuantum noktacıkları ve kuantum kuyucuklarının -ışık soğuran ve yayan küçük yarı iletken yapılar- emisyon hızlarını arttırdıkları kanıtlanmıştır. Bu durum, katı hal-LED'lerin etkinliğinin ve parlaklığının gelişmesine neden olmuştur. Kaliforniya Teknoloji Enstitüsünden Alez Scherer ve Japon Nichia firmasından çalışma arkadaşları, galyum nitrit LED'in yüzeyini yoğun plazmonik partikül(gümüş, altın ya da alüminyumdan yapılmış) dizileri ile kaplanması sonucunda, yayılan ışığın şiddetinin 14 kat artabileceğini göster-

mişlerdir.

Bunun yanında, plazmonik nano partiküller araştırmacıları, silisyumdan yapılmış LED'lerin geliştirilmesine olanak sağlayabilir. Bu tip cihazlar, galyum nitrit ya da galyum arsenikten oluşan geleneksel LED'lerden daha ucuz olabilir ve düşük ışık emisyon hızı sorununu çözebilir. Kaliforniya Teknoloji Enstitüsünden Prof. Atwater ve Hollanda'lı moleküler fizikçi Albert Polman, altın ya da gümüş plazmonik yapıların silisyum kuantum noktacıkları dizisi ile eşleşmesi sonucunda, silisyum kuantum noktacıklarının emisyon hızınının 10 kat arttığını göstermişlerdir. Ayrıca, partikül boyutlarının ayarlanması ile artan emisyonun frekansı düzenlenebilmektedir. Prof. Atwater ve Prof. Polman'ın elde ettiği sonuçlar, eğer plazmonik rezonans frekansı ve metal partiküller arasındaki uzaklık kesin bir şekilde ayarlanabilirse, yarı iletken malzemelerin ışınım hızları 100 kattan fazla artırılabilir. Bu da, silisyum LED'lerin, geleneksel cihazlar gibi parlamasını sağlayabilir.

Biliminsanları lazerin plazmonik eşleştiği üzerinde de çalışmaya başlamışlardır. Georgia Eyalet Üniversitesi'nden Mark Stockman ve Tel Aviv Üniversitesi'nden David Bergman, bu tip bir cihazın fiziğini tanımlamış ve adını "SPACER" Uyarılmış Yüzey Plazmon Yayılmasıyla Işın Kuvvetlendirilmesi koymuşlardır. SPACER halen bir teori olarak gözükse de, yarı iletken kuantum noktacıkları ve metal partiküllerini kullanarak, yapımı için bazı yöntemler önerilmiştir.

Kuantum noktacıklarından yayılan ışınım enerjisi, daha sonra plazmonik rezonatörlerde büyüyen plazmonlara dönüştürülebilir. SPACER tarafından oluşturulan plazmonlar, geleneksel lazer demetinden daha küçük bir bölgede sıkıştırılabildiğinden, cihazlar daha düşük güçle çalışabilecek ve çok küçük nesnelere seçici olarak uyarılabilecektir. Sonuç olarak, SPACER spektroskopik yöntemleri daha hassas yapabilir ve zararlı madde algılayıcılarının çok az miktardaki kimyasal malzemeleri ve virüsleri tayin edilebilmesine olanak tanıyabilir.

Kaynakça

Scientific American, Ocak 2008