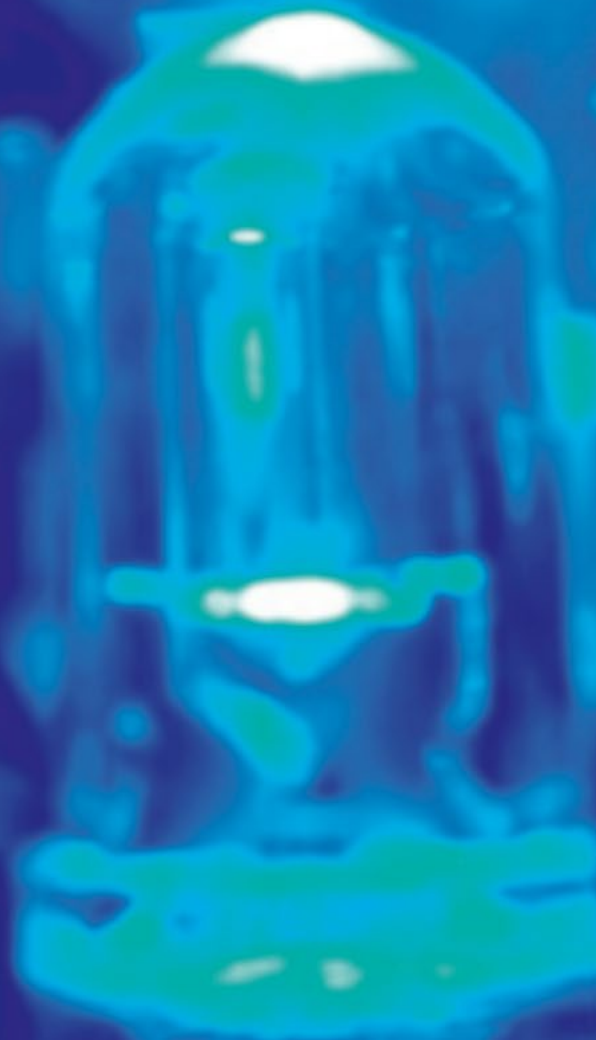




Dünyanın Yeni Işığı
Mavi LED'ler



Bu yılın Nobel Fizik Ödülü, enerji verimliliği yüksek ve çevre dostu yeni bir ışık kaynağı olan mavi LED'i (ışık yayan diyot) icat ettikleri için Isamu Akasaki, Hiroshi Amano ve Shuji Nakamura adlı üç bilim insanına verilecek. Yine Alfred Nobel'in izinde, insanlığa en büyük katkıyı yapan bir icat Nobel'le ödüllendirilmiş oldu:

Mavi LED'ler sayesinde beyaz ışık farklı bir şekilde üretilabiliyor. LED lambaların gelişmesi sayesinde artık eski ışık kaynaklarına göre çok daha uzun ömürlü ve verimli alternatif ışık kaynaklarına sahibiz.

Akasaki, Amano ve Nakamura Aralık ayı başında Nobel Ödül töreni için Stockholm'e geldiklerinde, icatlarının şehrin neredeyse tüm pencerelerinde parladığını gözden kaçırmaları pek mümkün olmayacak. Beyaz LED lambalar enerji etkin, uzun ömürlü ve parlak beyaz ışık yayıyor. Üstelik floresan lambalardan farklı olarak cıva içermiyor.

Kırmızı ve yeşil LED'ler yarım yüzyıla yakındır kullanımdaydı, ancak aydınlatma teknolojisinde gerçek bir devrim için mavi ışık gerekiyordu. Dünyamızı aydınlatan beyaz ışığı ancak kırmızı, yeşil ve mavi ışık üçlüsü oluşturabiliyor. Hem araştırma çevrelerindeki hem de endüstrideki yüksek yatırımlara ve büyük çabalara rağmen mavi ışığı üretmek 30 yıllık bir süre boyunca aşılamayan bir zorluk olarak kaldı.

Akasaki, Amano'yla birlikte Nagoya Üniversitesi'nde çalışırken Nakamura da Shikoku Adası'ndaki Tokushima'da yer alan küçük bir şirket olan Nichia Chemicals'da çalışıyordu. Üzerinde çalıştıkları yarı iletkenlerden parlak mavi ışık ışınları elde ettiklerinde aydınlatma teknolojisinde temel bir dönüşüm başladı. 20. yüzyılı akkor ampuller aydınlatmıştı, 21. yüzyıla LED lambalarla aydınlanacak.



Hiroshi Amano. Japon vatandaşı. 1960 Japonya, Hamamatsu doğumlu. Doktorasını 1989'da Japonya'daki Nagoya Üniversitesi'nden aldı. Nagoya Üniversitesi'nde profesör.



Isamu Akasaki. Japon vatandaşı, 1929 Japonya, Chiran doğumlu. Doktorasını 1964'te Japonya'daki Nagoya Üniversitesi'nden aldı. Şu anda Meijo Üniversitesi'nde profesör, Nagoya Üniversitesi'nde de "seçkin profesör".

Enerji ve Kaynak Tasarrufu

Işık yayan diyot (LED) bir dizi yarı iletken malzeme tabakasından oluşuyor. LED'de elektrik doğrudan ışık parçacıklarına, fotonlara çevriliyor. Bu da elektriğin büyük kısmının ısıya, sadece küçük bir kısmının ışığa çevrildiği diğer ışık kaynaklarıyla kıyaslandığında verimlilik açısından kazanç sağlıyor. Hem akkor hem de halojen lambalarda elektrik akımı bir telin ısınarak ışması için kullanılıyor. Floresan lambalardaysa (önceleri düşük enerjili olarak niteleniyorlardı ancak LED lambaların gelişmesiyle bu tanım anlamını yitirdi) bir gaz boşalımı sonucu ısı ve ışık üretiliyor.

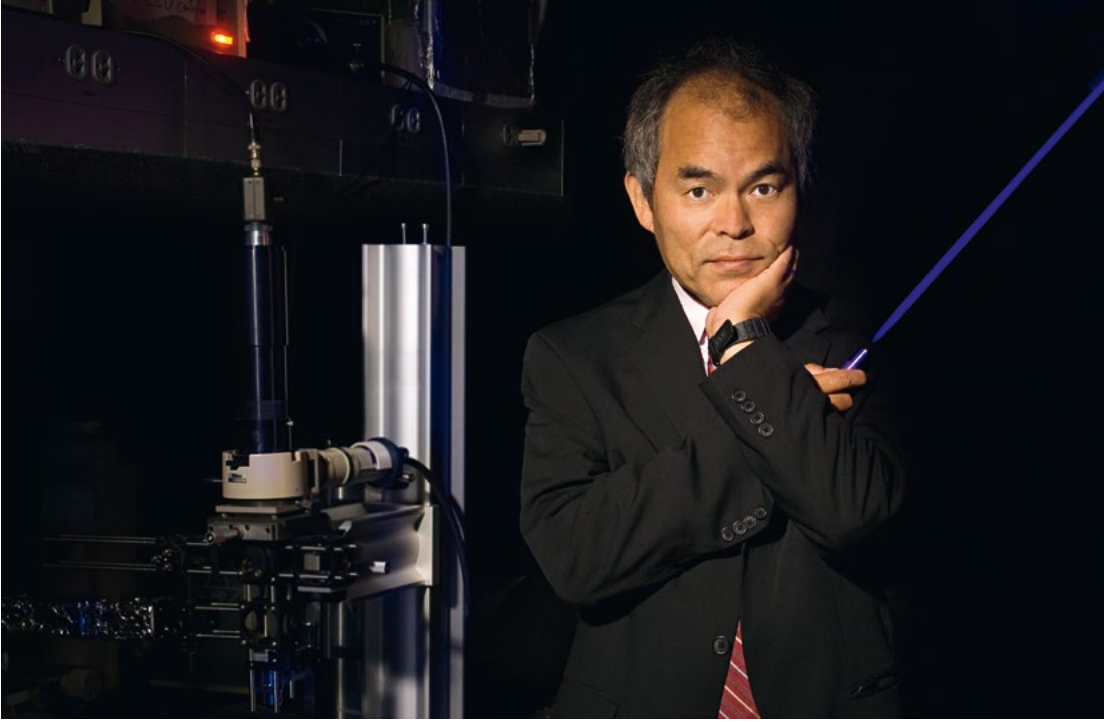
Sonuç olarak yeni LED'ler ışık yaymak için eski ışık kaynaklarına göre daha az enerji gerektiriyor. Üstelik LED'ler sürekli geliştiriliyor ve kullanılan birim elektrik gücü başına (vatla ölçülüyor) daha yüksek ışık akısı (lümenle ölçülüyor) sağlayacak biçimde daha verimli hale getiriliyor. En son rekor 300 lümen/vatın üzerinde. Akkor lambalar için bu 16 lümen/vatt iken floresan lambalar için 70 lümen/vat civarında. Dünyadaki elektrik tüketiminin dörtte biri aydınlatma amaçlı olduğuna göre yüksek enerji verimliliği olan LED'ler dünyadaki kaynaklar açısından önemli ölçüde tasarruf sağlıyor demektir.

LED'ler ayrıca diğer lambalardan daha uzun ömürlü. Akkor ampullerin ömrü 1000 saat civarındadır çünkü ısı telin tahrip olmasına neden olur. Floresan lambalar da genellikle 10.000 saat kadar dayanır. LED'lerse 100.000 saate kadar dayanabiliyor, böylece malzeme tüketimini büyük ölçüde azaltıyor.

Bir Yarı İletkende Işık Oluşturmak

LED teknolojisi, kuantum olgularına dayalı olarak bize cep telefonlarını, bilgisayarları ve tüm modern elektronik teçhizatı sağlayan mühendislik alanlarıyla aynı kökene dayanıyor. Işık yayan diyot birkaç tabakadan oluşuyor: Fazladan negatif elektronları olan bir n-tipi tabaka ve yetersiz miktarda elektronu olan bir p-tipi tabaka (pozitif deliklerle dolu bir tabaka olarak da niteleniyor).

Bu ikisi arasında da yarı iletken elektrik gerilimi uygulandığında negatif elektronların ve pozitif deliklerin üzerine sürüklendiği etkin tabaka bulunuyor. Elektronlar ve delikler birleştiğinde ışık oluşuyor. Işığın dalga boyu tamamen kullanılan yarı iletken bağli, mavi ışık gökkuşağının kısa dalga ucunda yer alıyor ve sadece bazı malzemelerde üretilabiliyor.



Shuji Nakamura. ABD vatandaşı. 1954 Japonya, Ikata doğumlu. Doktorasını 1994'te Japonya'daki Tokushima Üniversitesi'nden aldı. Şu anda ABD'deki Kaliforniya Üniversitesi, Santa Barbara'da profesör.

Yerleşik Kabulleri Sorgulamak

Bir yarı iletken den ışık yayılımına ilişkin 1907 tarihli ilk çalışma Henry J. Round ile 1909 yılında Nobel Ödülü alan Guglielmo Marconi'ye ait. 1920'lerde ve 1930'larda Sovyetler Birliği'nde Oleg V. Losev adlı araştırmacı ışık yayılımını daha yakından inceledi. Ancak hem Round hem de Losev bu olguyu gerçekten anlamalarını sağlayacak bilgilerden yoksundu. Elektro-ışın da denen bu olgunun kuramsal açıklaması için gerekli ön bilgiler yıllar sonra ortaya çıkarılacaktı.

Kırmızı ışık yayan diyot 1950'lerin sonunda bulunmuştu. Bunlar, örneğin dijital saatlerde ve hesap makinelerinde ya da çeşitli cihazların açık-kapalı konumlarını göstermekte kullanılıyordu. Beyaz ışığı oluşturabilmek için kısa dalga boyunda, dolayısıyla yüksek enerjili fotonlardan oluşan bir ışık yayan mavi diyota ihtiyaç duyulduğu erken bir aşamada anlaşılmıştı. Çok sayıda laboratuvar mavi diyot geliştirmeyi denemiş ancak başaramamıştı.

Bu yılın Nobel Fizik Ödülü sahipleri yerleşik gerçekleri sorguladılar, çok çalıştılar ve büyük riskler aldılar. Teçhizatlarını kendileri oluşturup teknolojiyi öğrendiler ve binlerce deney yaptılar. Çoğu kez başarısız oldular ancak umutsuzluğa kapılmadılar, yaptıkları şey en üst düzeyde laboratuvar sanatçılığıydı.

Galyum nitrür hem Akasaki ve Amano'nun hem de Nakamura'nın tercih ettiği malzemeydi. Sonunda çabalarında başarılı oldular. Başlangıçta bu malzemenin mavi ışık üretmek için uygun olduğu düşünüldü ancak uygulamada büyük zorluklar baş gösterdi. Hiç kimse yeterince yüksek kalitede galyum nitrür kristalleri oluşturamıyordu çünkü üzerinde galyum nitrür kristallerinin büyütülebileceği uyumlu bir yüzey üretmeye çalışmak umutsuz bir çaba olarak görülüyordu. Üstelik bu malzeme içinde p-tipi tabakalar oluşturmak neredeyse imkânsızdı.

Yine de önceki deneyimler Akasaki'yi malzeme seçiminin doğru olduğu konusunda ikna etmişti ve Nagoya Üniversitesi'nde doktora öğrencisi olan Amano'yla çalışmaya devam etti. Nichia'da çalışan Nakamura da başkalarının daha ümit vaat eden bir malzeme olarak gördüğü çinko selenür yerine galyum nitrürü tercih etmişti.



Yeni Işığın Yolunda

Akasaki ve Amano 1986 yılında safir bir alt katman üzerine bir alüminyum nitrür tabakası yerleştirip bunun da üzerinde galyum nitrür büyüterek yüksek kalitede galyum nitrür kristalleri oluşturmayı başaran ilk kişiler oldu. Birkaç yıl sonra, 1980'lerin sonunda da p-tipi bir tabaka oluşturma konusunda çığır açıcı bir buluş yaptılar. Akasaki ve Amano rastlantı eseri, taramalı elektron mikroskopunda incelendiğinde ellerindeki malzemenin daha yoğun biçimde parladığını keşfetti. Bu da mikroskoptan gelen elektron ışınının p-tipi tabakayı daha verimli hale getirdiğini düşündürüyordu. 1992 yılında parlak mavi ışık yayan ilk diyotlarını yapmayı başardılar.

Nakamura mavi LED geliştirme çalışmalarına 1988 yılında başlamıştı. İki yıl sonra o da yüksek kalitede galyum nitrür kristalleri oluşturmayı başardı. Nakamura önce düşük sıcaklıkta ince bir galyum nitrür tabakası büyütüp diğer tabakaları daha yüksek bir sıcaklıkta büyüterek kristali oluşturma'nın kendine özgü zekice bir yolunu buldu.

Nakamura ayrıca Akasaki ve Amano'nun p-tipi tabakayı oluşturmada başarılarına da açıklama getirdi: Elektron ışını p-tipi tabakanın oluşmasını önleyen hidrojeni uzaklaştırıyordu. Bu kısım ilgi-

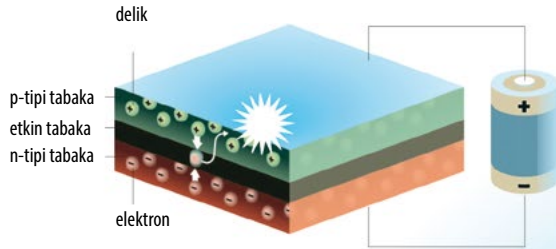
li olarak Nakamura elektron ışını yerine daha basit ve ucuz bir yöntem kullandı. 1992 yılında malzeme-yi ısıtarak işlevsel bir p-tipi tabaka oluşturmayı başardı. Dolayısıyla Nakamura'nın çözümleri Akasaki ve Amano'nunkinden farklıydı.

1990'lı yıllarda her iki araştırma grubu da mavi LED'lerini daha da geliştirerek daha verimli hale getirmeyi başardı. Alüminyum ve indiyum kullanarak farklı galyum nitrür alaşımlar oluşturdular. LED'in yapısı gitgide daha karmaşık hale geldi.

Akasaki, Amano ve Nakamura ayrıca bir kum tanesi büyüklüğündeki mavi LED'in hayati bir bileşenini oluşturduğu mavi lazeri de icat etti. LED'in dağınık ışığının aksine mavi lazer dağılmayan bir ışın demeti yayar. Dalga boyu çok düşük olduğundan mavi ışık çok daha sıkı bir şekilde paketlenir; mavi ışık kullanılarak aynı büyüklükteki alanda kızılötesi ışığa göre dört kat fazla bilgi saklanabilir. Saklama kapasitesindeki bu artış daha uzun çalma süresi sağlayan Blu-ray disklerin yanı sıra daha iyi lazer yazıcıların hızla geliştirilmesinin yolunu açtı.

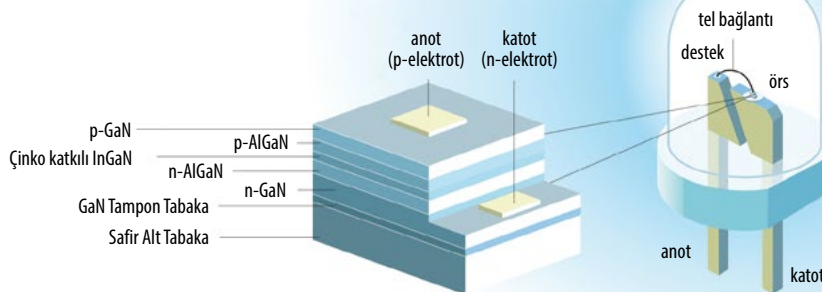
Pek çok ev aletinde de LED'ler kullanılıyor. LED'ler televizyonlardaki, bilgisayarlardaki ve cep telefonlarındaki LCD ekranlarda, ayrıca cep telefonlarına entegre edilen fenerlerde ve flaşlarda parlamaya devam ediyor.

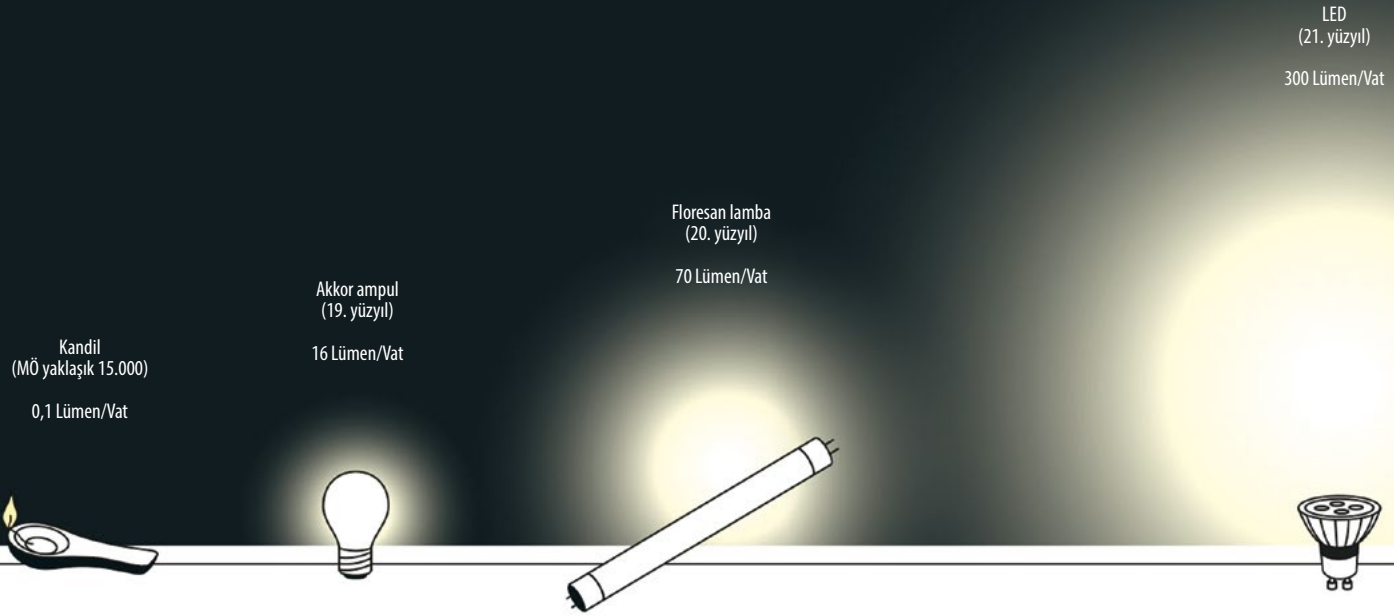
Işık yayan diyotun çalışma ilkesi - LED (üst sol) ve mavi bir LED lamba örneği



LED'in kalbi. Işık yayan diyot birkaç yarı iletken malzeme tabakasından oluşur. Elektriksel gerilim n-tipi tabakadaki elektronlarla p-tipi tabakadaki delikleri aktif tabakaya sürükler, bu ikisi burada birleşir ve ışık yayılır. Işığın dalga boyu, tamamen kullanılan yarı iletken malzemeye bağlıdır. LED bir kum tanesinden daha büyük değildir.

Mavi LED lamba. Bu lambadaki ışık yayan diyot farklı birkaç galyum nitrür (GaN) tabakasından oluşur. Nobelli araştırmacılar indiyum (In) ve alüminyum (Al) karıştırarak lambanın verimliliğini artırmayı başardı.





Parlak Devrim

Nobelli araştırmacıların buluşları aydınlatma teknolojisi alanında bir devrim yarattı. Sürekli yeni, daha verimli, daha ucuz ve daha akıllı lambalar geliştiriliyor. Beyaz LED lambalar iki şekilde oluşturulabiliyor. Birinde fosfor mavi ışıqla uyarılarak kırmızı ve yeşil ışımaya sağlanıyor. Tüm renkler bir araya gelince de beyaz ışık üretilmiş oluyor. Diğer yöntemdeyse lamba üç farklı renkte, kırmızı, yeşil ve mavi LED'ler bir araya getirilerek oluşturuluyor; üç rengi birleştirerek beyaz rengi oluşturma işini gözümüz yapıyor.

Sonuç olarak LED lambalar, aydınlatma alanında pek çok uygulaması olan esnek ışık kaynakları. LED'lerle milyonlarca farklı renk oluşturulabiliyor, renkler ve ışık yoğunluğu ihtiyaca göre ayarlanabiliyor. Birkaç yüz metrekaare genişlikteki renkli ışık panelleri yanıp sönüyor, renk ve desen değiştiriyor. Tüm bunlar bilgisayarlarla kontrol edilebiliyor. Işığın rengini kontrol etme olanağı ayrıca LED lambalarla doğal ışığın farklı biçimlerinin biyolojik saatimizi takip edecek şekilde oluşturulabileceği anlamına da geliyor. Yapay ışıkla sera tarımı ise çoktan gerçekleştirilmiş bir uygulama.

LED lambalar ayrıca elektrik şebekesi olmayan bölgelerde yaşayan 1,5 milyardan fazla insanın yaşam kalitesini artırma olanağı açısından da büyük ümit vaat ediyor. Çünkü LED'lerin düşük güç gereksinimi, LED lambaların ucuz güneş enerjisiyle çalıştırılabileceği anlamına geliyor. Üstelik mavi LED'lerin ardından geliştirilen morötesi LED'ler kullanılarak kirli sular sterilize edilebilir.

Mavi LED, icadının üzerinden yalnızca 20 yıl geçmiş olsa da şimdiden beyaz ışığın tamamen yeni bir yolla üretilmesine katkıda bulunarak hepimize önemli faydalar sağlamış durumda.

Kaynak

- "The Nobel Prize in Physics 2014 - Popular Information". Nobelprize.org. Nobel Media AB 2014. Web. 24 Oct 2014. <http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/2014/popular.html>

LED lambalar ışık yaymak için eski ışık kaynaklarına göre daha az güç gerektiriyor. Verimlilik, kullanılan birim güç (vatla ölçülüyor) başına elde edilen ışık akısı (lumenle ölçülüyor) biçiminde ifade ediliyor. Dünyadaki elektrik tüketiminin dörtte birini aydınlatma amaçlı tüketim oluşturuyor, dolayısıyla enerji verimliliği hayli yüksek olan LED lambalar dünya kaynaklarının korunmasına katkı sağlıyor.

