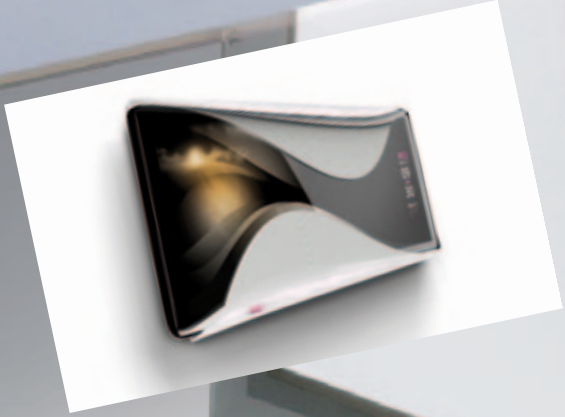


# Organik Işık Yayan Cihazlar

Elektriği ışığa dönüştüren OLED'ler (Organic Light-Emitting Diode- Organik Işık Yayan Diyot) hem ekran teknolojisi olarak LCD'lere hem de aydınlatma teknolojisi olarak floresan ve halojen lambalara alternatif olarak sunuluyor. Halen gelişimini sürdüren bir teknoloji olmasına rağmen OLED içeren cihazlar şimdiden piyasadaki yerlerini almaya başladılar. Önümüzdeki 10 yıl içerisinde elektronikte devrim yaratacak OLED ürünlerinin piyasaya sunulması bekleniyor. Örneğin, şu an birçok şirketin üzerinde çalıştığı esnek OLED'lerin üretiminin, katlanabilen ya da rulo haline getirilebilen ekranları cebimizde ya da kolumuzda taşıyabilmemize olanak vereceği öngörülmüyor.



İki farklı elektrottan gönderilen zıt yüklerin birleşmesi sonucu ışık elde edilmesi durumu olan elektrolüminesans, son yıllarda çok popüler bir araştırma konusu haline geldi. 1987 yılında Kodak araştırmacılarının elektrolüminesans özelliğine sahip küçük organik moleküllerden oluşan yüksek verimli OLED'i geliştirmeleri ve daha sonra, 1990 yılında, polimerlerde elektrolüminesansın keşfedilmesi, OLED teknolojisinin gelişimi açısından dönüm noktası oldu. Son 20 yıldır üniversiteler ve endüstriyel şirketler, aydınlatma ve ekran teknolojilerinde mevcut ürünleri yerinden edecek OLED'leri geliştirmenin peşinde ve bu hayal yavaş yavaş gerçekleşiyor. OLED içeren ürünler artık piyasada mevcut. Ayrıca sürdürülmekte olan bilimsel araştırmalar OLED'lerin yaygınlığının gittikçe artacağına işaret ediyor.

## Uygulama Alanları

Aydınlatma amaçlı kullanılan enerjinin yaklaşık % 30'u ışık elde etmek için kullanılmakta olup enerjinin önemli bir bölümü ısı şeklinde kayboluyor. Bu miktar zaman zaman % 90 seviyelerine kadar çıkabiliyor. Floresan lambalar, akkor lambalardan yaklaşık dört kat daha verimli olmasına rağmen kullanılan enerjinin önemli bir kısmı hâlâ boşa gitmektedir. Halojen lambalar ve yüksek şiddetli şarj edilebilir lambalar ise sınırlı bir kullanım alanına sahip ve floresan lambalar kadar verimli değildir. Son 30-50 yıl içerisinde kullanılan ışık kaynaklarının veriminde herhangi bir gelişme olmaması ve bu kaynakları oluşturan teknolojinin de belli bir olgunluğa ulaşmasından dolayı artık da-

ha az etkili çalışmalar yapılıyor. Bu yüzden yeni ışık teknolojilerinin geliştirilmesi kaçınılmaz oldu. Bu kapsamda, son yirmi yılda ortaya çıkan yeni ışık teknolojilerinden birisi de, var olan ışık kaynaklarından daha fazla enerji verimi elde etme potansiyeline sahip olan, organik ışık yayıcı cihazlardır.

sık duvar kâğıdı uygulamasından daha pahalı olmasına rağmen ışıklandırmayı da içerdiği için maliyeti, ışıklandırma ve duvar kâğıdı toplam maliyetinden daha düşüktür ve öngörülen 5\$'lık birim fiyatın yarısı uygulama için diğer yarısı ise malzeme için kullanılacaktır. Ticari binalarda tavan veya duvar panelleri

Şeffaf OLED'lerin piyasaya sunulması heyecanla bekleniyor.

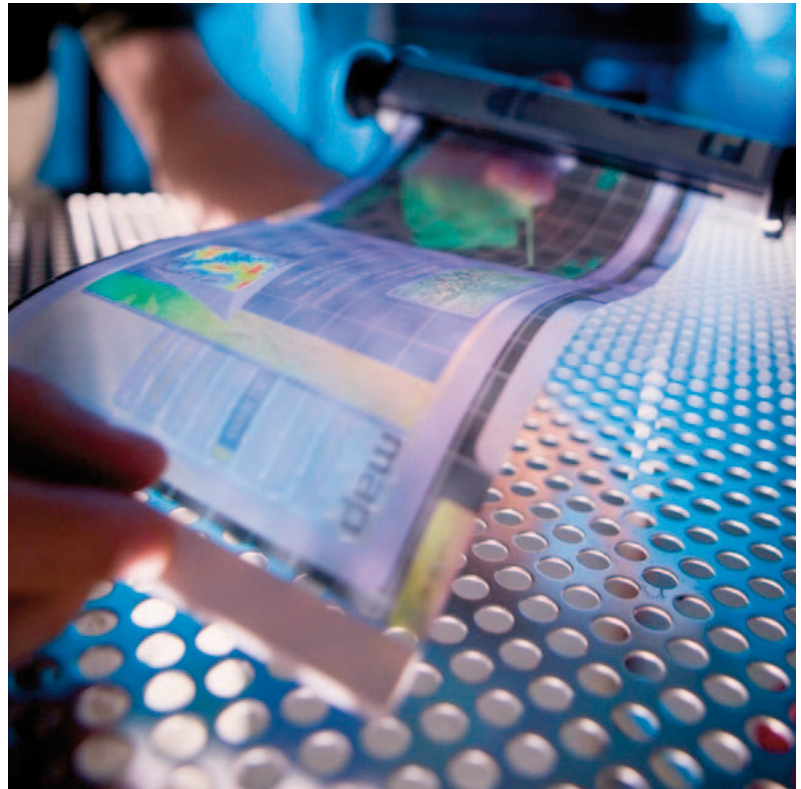


OLED hakkındaki literatür bilgileri ve teknik veriler, geleneksel yöntemlere göre aynı miktardaki ışığın üretilmesi için gerekli enerjinin % 50 oranında azaltılabileceğini gösteriyor. Işıklandırma için kullanılan elektrik enerjisi tüketimi % 50'nin altına düşerse tasarruf edilen miktar yaklaşık her yıl için 25 milyar dolar olacaktır. Son zamanlarda yapılan tahminler 2020 yılına kadar elektrik kullanımının % 50'nin altına düşebileceği yönündedir. Bunun doğal sonucu olarak daha az enerji tüketimi için daha az enerji üretimi yapılacak olup sonuçta daha az su ve hava kirliliği meydana gelecektir. OLED'lerde maliyet konusundaki olumsuzlukların çözümlenmesi durumunda yeni ışık kaynağı olarak bu sistemin pazara girmesinin daha kolay olacağı öngörülmüyor. OLED'lerin 2-20 V gibi düşük gerilimde çalışması, bu sistemin önemli avantajlarından birisidir ve bu avantaj, genel olarak ışıklandırma uygulamalarında ışık kaynağı olarak OLED'lerin öncelikli alan olmasını sağlayacaktır. Bilimsel araştırmalar değerlendirildiğinde OLED'lerin yakın zamanda akkor kaynakları ile rekabet edebilecek yeterliliğe ulaşacağı öngörülebiliyor. Deneysel olarak yapılan çalışmalar, OLED'lerin akkor lambalardan daha verimli olduğunu gösteriyor. Ampullerin parlaklık verimi 13-20 lm/W civarındadır, buna karşın son zamanlarda yapılan çalışmalar yeşil ışık yayan OLED'lerin parlaklık verimini 76 lm/W değerine taşımıştır. Parlaklık verimi 50-100 lm/W miktarında olan floresan lambalarla bile rekabet edebilecek OLED gelişimi mümkün görünüyor.

OLED'lerin 7-10 yıl içerisinde diğer ışıklandırma sistemleri ile rekabeti kaçınılmaz olarak öngörülmekte olup bu konuda yüksek performans göstermeleri bekleniyor. Örneğin, klasik ışıklandırma yöntemleri ile 1000 \$'lık harcama ile yapılabilecek işlem OLED uygulamasının duvar kâğıdı şeklinde yapılması durumunda yaklaşık 20 metrekarelik bir alan hem kaplanıp hem de aydınlatılabilecektir. Bu uygulama kla-

ri OLED malzemeleriyle ışıklandırılabilir. Arzu edilen aydınlatma uygulamaya bağlı olarak değişiklik gösterebilir. Örneğin, floresan lamba ile yapılan bir aydınlatmanın ışık değeri 2500 cd/m<sup>2</sup> iken aynı büyüklükteki OLED uygulaması ile tüm tavan kaplama yapıldığında bu değer 800-850 cd/m<sup>2</sup> düzeyine düşecektir.

Aydınlatma amaçlı kullanım dışında, OLED'lerin piyasada önemli bir yer teşkil edebileceği bir diğer alan ise elektronik gösterge ve ekran uygulamalarıdır. Cep telefonu, dijital fotoğraf makinesi gibi küçük yüzeyli ürünler OLED'lerin elektronik cihaz marketine giriş noktası oldu. Şimdilerde ise Sony ve Samsung gibi devler, makul fiyatlı OLED TV üretmenin peşin-





Sony OLED TV.  
Daha büyük ekranlı prototipler de mevcut fakat maliyetleri düşürülmeden yaygınlaşmaları zor.



Philips'in OLED'li tıraş makinesi



de. OLED'lerin piyasaya hakim olan LCD ekranlara göre önemli avantajları var. LCD'lerle kıyaslandığında OLED'ler daha geniş görüntü açısına sahiptir, daha az enerji tüketir, daha hafiftir ve daha canlı renkler sunar. LCD'ler bir ışık kaynağı olmadan çalışmaz. Akkor lambalar, neon lambalar, LED'ler ve hatta OLED'ler LCD ekranlarda ışık kaynağı olarak kullanılabilir. OLED'ler ise kendi ışıklarını üretebildikleri için bir dış kaynağa ihtiyaç duymazlar. Son zamanlarda reklamlarda sıkça gördüğümüz dev ekran televizyonlar LCD veya LED TV'lerdir. LED ve OLED arasındaki ana fark içerdikleri malzemelerin cinsidir. LED'ler indiyum galyum nitrit (mavi ışık), alüminyum galyum fosfat (yeşil ışık), alüminyum galyum arsenit (kırmızı ışık) gibi inorganik yarı iletkenler içerir. OLED'lerin yapı taşları ise organik moleküllerdir. Bunlar küçük organik maddeler, organometalik bileşikler ve polimerler olabilir.

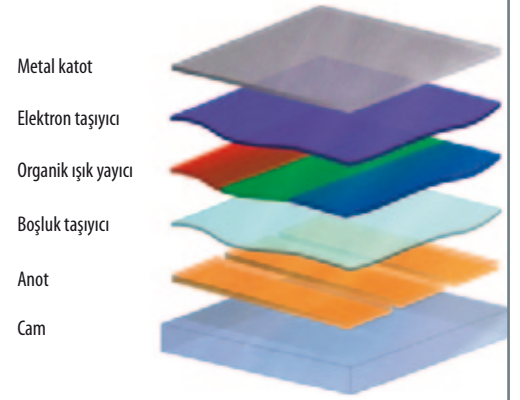
Işığın oluşum mekanizması göz önüne alındığında OLED'ler iki kategoriye bölünebilir: Floresan OLED'ler ve fosforesan OLED'ler. Piyasada hâlihazırda bulunan ürünler floresandır. Fosforesan cihazları ticari hale getirebilmek için hem üniversiteler hem de endüstri yoğun bir faaliyet içerisine girmiştir. Fosforesan cihazlar floresanlara göre yüksek verimle çalışır fakat içerdikleri moleküllerin sentezi masraflı olduğu için cihaz üretim maliyeti daha yüksektir. Bugüne kadar kaydedilmiş en yüksek verimli cihazlar iridyum bazlı olduğundan iridyum bileşikler fosforesan OLED araştırmalarının odak noktasında bulunuyor. Bir başka önemli araştırma alanı ise polimerlerin OLED uygulamaları. İster floresan ister fosforesan olsun, küçük moleküller ve polimerler arasında fiziksel özellikleri bakımından derin farklar vardır. Kolay işlenebilirlik ve esneklik gibi özellikleri polimerleri yeni nesil OLED'lerin vazgeçilmez bir parçası haline getirecek gibi görünüyor.

## Polimerlerin OLED Uygulamaları

Küçük organik moleküllerden oluşan OLED'lerin üretiminde vakumda buhar biriktirme yöntemleri uygulanır. Bu yöntemlerde moleküller buharlaştırılır ve elektrot yüzeyinde yoğunlaştırılarak ince film oluşturulur. Yüksek sıcaklıklara çıkılması, vakum kullanılması gibi sebeplerden ötürü küçük moleküllü OLED cihazlarının üretim maliyetleri yüksektir. Maliyetin düşürülmesi bakımından küçük moleküller yerine polimerlerin kullanılması daha caziptir. Polimerlerin film haline getirilmesi daha kolaydır. Örneğin, dönerek buharlaştırma yöntemi ile polimerlerden ince film üretilebilir. Bu yöntemde polimer çö-

## OLED Nasıl Çalışır?

En basit OLED sistemi tek katmanlıdır. Bu sistemde ışık yayan organik katman, katot ve anot arasına sandviç şeklinde yerleştirilir. Çoğu cihazda, cihaz içerisinde üretilen ışığın dışarı çıkmasına olanak vermesinden dolayı şeffaf anot kullanılır. Katot olarak ise gümüş, alüminyum, magnezyum veya kalsiyum gibi metaller kullanılır. Cihaza voltaj uygulandığında eksi yükler (elektronlar) katottan, pozitif yükler (boşluklar) ise anottan enjekte edilir. Bu yüklerin cihaz içerisindeki iletimlerini optimize etmek için ilave katmanlar kullanılabilir. Örneğin elektron taşıyıcı (ETL-electron transport layer) ve boşluk taşıyıcı (HTL-hole transport layer) katmanlar yaygın olarak kullanılmaktadır. Işık oluşumu yüklerin ışık yayan katmanda (EL-emissive layer) hapsedilmesine bağlıdır. Bu hapsedilme sonucunda zıt yükler arasındaki elektostatik kuvvetler nedeniyle elektron-boşluk bağlanması meydana gelir. Bu elektron-boşluk çiftinin birleşmesi sonucu ortaya çıkan enerji ışık oluşumuna neden olur. OLED'lerde EL olarak kullanılan malzemeler küçük organik moleküller, polimerler ve organometalik bileşiklerdir. Bu malzemeler seçilirken, ışık yerine ısı oluşması cihazın verimini düşürdüğünden elektron-boşluk çiftinin birleşmesi sonucu ortaya çıkan enerjinin ne kadarının ışığa dönüştüğüne dikkat edilmesi gerekir.



zeltisi dönen bir yüzeye damlatılır ve düşük kaynama noktasına sahip çözücünün buharlaşmasıyla dönen yüzey üzerinde polimerik film oluşur. Çözeltiden film elde etme yöntemleri buhar biriktirme yöntemlerine göre hem daha kolaydır hem daha ucuzdur. Böylece dev ekran televizyonlar veya büyük ışıklı panolar daha ucuza mal edilebilir. Düşük maliyete ek olarak polimerlerin işlenebilirliklerindeki kolaylık, çok büyük yüzeyli cihazların üretimini mümkün

ılmaktadır. Ayrıca polimerlerin esneklik özelliği, bükülebilir cihazların yapımına olanak verir. Polimerlerin bir başka avantajı ise çok fonksiyonlu olmalarıdır. Polimerler birden fazla aktif grup içerebilir, böylece malzeme değişik katmanların özelliklerini bünyesinde barındıran tek bir katman olarak kullanılabilir ve cihaz yapısı sadeleştirilebilir.

Polimerlerin OLED'lerde en önemli uygulama alanlarından biri ışık üreten malzeme olarak kullanımlarıdır. Philips'in OLED göstergeli tıraş makinesi bir polimerin ışık yayan malzeme olarak kullanıldığı ilk ticari ürünlerdendir. Cihazda turuncu ışık veren bir polimer kullanılmış. Ne yazık ki cihazın çalışma verimi yüksek olmadığından tıraş makinesi pek başarılı bir ürüne dönüşemedi. Yine de bu, polimerlerin OLED'lerde kullanılabileceğini göstermesi bakımından önemli bir örnek oldu. Halen çok sayıda polimer OLED'lerde ışık yayan katman olarak denenmektedir ve yakın gelecekte piyasada daha çok yer edinecek gibi görünüyorlar. Polimerler, OLED'leri meydana getiren diğer katmanlarda da kullanılabilir. Bunun için, istenilen özellikte molekülleri polimer zincirine bağlamak yeterlidir. Örneğin, ışık yayan bir molekül kullanılırsa polimer ışık yayan katman olarak kullanılır; elektron taşıyıcı özelliğe sahip bir molekül kullanılırsa polimer elektron taşıyıcı katman olarak kullanılır.

OLED'ler genellikle bir cam yüzey üzerinde imal edilir. Su ve oksijen geçirmezlik özelliği camı OLED'ler için ideal bir koruyucu kaplama malzemesi haline getirir. Öte yandan esneklik göz önüne alındığında polimerler öne çıkar. Cam yerine kullanılabilecek koruyucu polimerler arasında PET şişelerden bildiğimiz polietilen tereftalat ve binalarda, araçlarda ve gözlüklerde kırılmayan cam olarak kullanılan polikarbonat sayılabilir. Tabii bunlara ek olarak daha birçok polimer türü OLED kaplama malzemesi olarak denenmektedir. Polimerlerin su ve oksijen geçirgenliğinin camdan kat be kat fazla olduğu düşünülürse uygun malzemenin geliştirilebilmesi daha vakit alabilir. Kıvrılabilir-katlanabilir OLED'lerin üretimi hem aydınlatma hem de ekran teknolojisinde çığır açacak bir yenilik olacak. Bükülebilir OLED'lerin üretimi şu anki teknolojiyle mümkün, fakat rulo yapılabilecek esneklikte ve dayanıklılıkta cihazların piyasaya sürülmesi için biraz daha beklememiz gerekecek.

Organik ışık yayan cihazlar büyük bir sektör olma yolunda ilerliyor. Önümüzdeki 5 yıl içerisinde OLED aydınlatma marketinin 4 milyar avroluk bir hacme ulaşması bekleniyor. OLED TV marketinin ise 5 yıl içinde 1,5 milyar avronun, 10 yıl içindey-



se 7,5 milyar avronun üstüne çıkması muhtemel. Bu hedeflere ulaşma yolunda, yüksek parlaklıkta yüksek verimle çalışan, uzun ömürlü ve düşük maliyetli cihazların üretimi için çalışmalar tüm hızıyla devam ediyor. Hükümetler, OLED teknolojisinin gelişimi için hem özel sektöre hem üniversitelere kaynak aktarıyor. Avrupa Birliği, 7. Çerçeve kapsamında, bu konuda faaliyet gösteren şirketlerin ve üniversitelerin işbirliği için her yıl milyonlarca avroluk projelere destek veriyor. Türkiye'de ise özel sektörün desteğinden yoksun üniversite odaklı çalışmalar gözleniyor. Ayrıca, TÜBİTAK bünyesinde, Kimya Enstitüsü ve Ulusal Metroloji Enstitüsü işbirliğinde, Devlet Planlama Teşkilatı'nın kaynak yarattığı bir proje de hâlihazırda devam ediyor.

GE patentli OLED yılbaşı ağacı.



Bükülebilir OLED'ler üretilmekte ancak kaleminizin içinden çekip çıkarabileceğiniz ekranlar için henüz erken.



#### Kaynaklar

Li, Z., Meng, H., *Organic Light-Emitting Materials and Devices*, Taylor & Francis, 2007.  
<http://www.universaldisplay.com>  
 "Business and Market Strategies for Organic and Printable Electronics", *Plastic Electronics*, Cilt 2, Sayı 4, 2009.

"Organic Light-Emitting Diodes (OLEDs) for General Illumination", *Optoelectronics Industry Development Association, OIDA Technology Roadmap*, 2002.