

# YAPAY ZEKA, NANOTEKNOLOJİ, METAMATERYAL, METAYÜZEY VE UZAKTAN ELEKTRİK ENERJİSİ AKTARIMININ AYDINLATMADA GÖRSEL ANLAMDA AÇMAK ÜZERE OLDUĞU UFUKLAR

Kazım Hilmi Or

Göz Hastalıkları Uzmanı. Özel Muayenehane. Hamburg/Almanya ve  
İstanbul/Türkiye.

hilmi.or@gmail.com

## Özet

*Aydınlatma, görsel algı içindir. Yapay zeka, nanoteknoloji, metamateryal, metayüze ve uzaktan elektrik enerjisi aktarımının aydınlatmada kullanımı yeni ufuklar açmaktadır. Bilimin hemen her dalında kullanılmaya başlanan yapay zeka algoritmalar aracılığıyla birçok işlemin çok hızlı yapılmasını sağlamaktadır. Nanoteknoloji, daha önce yapılamayan birçok ince işlemlerin rahatça yapılmasını sağlamaktadır. Metamateryal ve metayüzeyler ise doğal olarak mevcut olmayan maddelerin ya da doğada mevcut olmayan özelliklere sahip madde ve yüzeylerin kullanılmasını sağlamaktadır. Daha önce mevcut olmayan bu uzaktan enerji aktarımı da sistemlerin enerji ihtiyacını kablo kullanılmadan yapılmasını sağlamaktadır. Makro ve mikro seviyedeki aydınlatmada da bu yöntemlerin ayrı ayrı ya da beraber kullanımı çok yeni ve farklı kullanım alanları açmakta, insan yaşamını kolaylaştırmaktadır.*

## Anahtar kelimeler

*Yapay zeka, metamateryal, metayüze, uzaktan enerji aktarımı, aydınlatma, görme.*

## Summary

*Lighting is for visual perception. The use of artificial intelligence, nanotechnology, metamaterial, metasurface and remote electrical energy transmission in lighting open new horizons. It enables many operations to be done very quickly by using artificial intelligence, which has started almost every field of science. Nanotechnology secures many subtle constraints that could not be made before. Metamaterials and metasurfaces, on the other hand, provide the benefits of products that do not exist naturally, or materials and surfaces with expansion that do not exist in the nature. The remote energy transmission, which was not available before, also allows the energy consumption of the systems to be obtained without the use of cables. The use of these methods separately or together in lighting in macro and micro scales open up very new and different areas of use and facilitates human life.*

## 1. GİRİŞ

Aydınlatma görme fonksiyonu için gereken bir ön şarttır. Aydınlatma ihtiyacı tarihin belli bir aşamasından sonra önce ateş sonra diğer farklı yöntemlerle giderilmiştir. Bu yöntemlerin hemen tümünde görünen yanında görünmeyen elektromanyetik dalgalar da oluşmuştur. Son on yıllarda sadece görünür ışık yayan LED

sistemlerinin bulunması, kullanılması ve teknolojik anlamda üst seviyeye çıkartılması sayesinde aydınlatma teknolojisinde farklı bir aşamaya geçilmiştir.

Aynı tarihsel dönemde olan farklı bir gelişme ise; insan görmesinin yanında makine görmesi, bilgisayar görmesi ve diğer bazı farklı görmelerin tanımlanıp her biri için gerekli ve yeterli farklı

aydınlatma şekillerinin belirlenmesi ve kullanımının tanımlanması olmuştur.

Tarihin yaşamakta olduğumuz son birkaç on yıllık bölümünde sadece LED ve görme tanımlamaları değil farklı teknolojiler de hızla geliştiler. Analog sistemlerden dijital sistemlere geçiş sonrasında nanoteknoloji, meta materyal, meta yüzeyi gibi yeni teknolojiler ve onlarla üretilen ürünler, insanın iş ve özel yaşamı içinde yerlerini aldılar. Bu teknolojiler gelişmeye ve insan yaşamını değiştirmeye devam ediyorlar.

Günümüzün bilimsel çalışmaları sonsuz ya da sonsuza yakın sayıda olgu ile deney yapılamayacağı için, görece az ama yeterli sayıda denek kullanılarak istatistik aracılığı ile bunların olasılığının değerlendirilmesi üzerine kuruludur. Dijitalleşmenin getirdiği başka bir değişiklik ise, analog sistemlerde kaydı tutulamayacak kadar yoğun ve fazla olan enformasyon, data ve bilginin bir araya getirilip, aralarındaki çeşitli ilişkilerin üst seviyede işlenebilmeleri olmuştur. İnsan ömrünün yetmeyeceği kadar uzun sürebilecek hesap işlemleri, bilgisayarlar ve yazılımlar tarafından üstlenilerek hızlı ve etkin bir şekilde bilim adamları ve teknik mesleklerin hizmetine sunulmaktadır. Yapay zeka denilen bu yöntem ile; bilimsel olarak mecburen görece az sayıda denek ile yapılan, yapılması gereken bilimsel çalışmaların -sonsuz sayıda olmasa da- sonsuza yakın ya da günümüzdeki bilimsel çalışmalarda kullanılanların çok üzerinde sayıda olgu verilerinin işlenmesi ile (görece) doğru bir sonuca varılması öngörülmektedir. Yapay zeka bu yönü ile günümüzdeki bilimsel

yaşamı değiştirme yolunda önemli bir adımdır.

Günümüzdeki bilimsel ve endüstriyel yaklaşımı değiştirebilecek başka bir nokta ise elektrik enerjisinin fiziki olarak katı haldeki bir madde (kablolar v.b.) aracılığı olmadan aktarılması üzerine yapılan bilimsel çalışma ve kısmen uygulamaya dönüşmeye başlamış olan teknolojik gelişmelerdir.

Bu çalışmada bu yöntemlerin eş zamanlı ya da ardışık kullanımı ile aydınlatma ve görme kombinasyonlarında oluşan veya oluşabilecek değişimler irdelenecektir. Konu çok geniş olduğu için her bir başlık altında alt başlıklar ile bir örnek incelenmiştir.

## 2. YAPAY ZEKA VE AYDINLATMA

**Enerji Verimliliği:** YZ ile oluşturulan algoritmalar , aydınlatma sistemlerinin aydınlatma düzeylerini ve aydınlatma kaynaklarının yoğunluğunu otomatik olarak optimize edebilir. Böylece daha az enerji harcanır.

**Akıllı Aydınlatma Kontrolü:** Sensörlerin YZ veri analiziyle entegre edilmesi, aydınlatma düzeylerini, renk sıcaklığını ve aydınlatma sürelerini ayarlayabilir.

**Duygu Aydınlatması:** YZ insanların tespit edilen duygusal durumlarına uygun bir aydınlatmayı oluşturabilir. YZ'nın başka bir kullanım alanı olan yüz tanıma sistemleri ile kombine kullanılan bir yöntem ile bireysel psikolojiye destek olabilecek ya da değiştirebilecek aydınlatma parametreleri kullanılabilir.

Güvenlik ve Gözetim: Görüntü analizi ve nesne tanıma gibi yöntemleri optimize eden YZ programları aydınlatma sensörleri aracılığı ile güvenlik prosedürlerinin devreye sokulmasını sağlayabilir.

Veri Analizi ve Optimizasyon: YZ aydınlatma sistemlerinde oluşan tüm aydınlatma parametrelerini ve enerji tüketimini inceleyerek performansı optimize edebilir.

Bu sistemlerin kullanılmasına en güncel örneklerden biri hastanelerde kullanılan, Hastanede çalışanların ve yatan hastaların sirkadiyen ritimlerine uygun olan aydınlatmanın uygulanmasıdır. [1]

### 3. NANOTEKNOLOJİ VE AYDINLATMA

Nanoteknoloji, malzemelerin ve üretilecek yapıların nanometre ölçeğinde tasarlanması, değiştirilmesi ve kontrol edilmesini sağlar.

Bu yaklaşım ile aşağıdaki avantajlar elde edilebilir:

**Verimli Aydınlatma:** Nanomalzemelerin (nanokristaller, karbon nanotüpler, grafen) kullanılmasıyla, daha verimli LED'ler üretilebilir.

**Renk Kontrolü ve Aydınlatma Tasarımı:** Nanokristaller, farklı boyutlarda üretilerek hedeflenen veya arzu edilen dalga boylarında görünür ışık emisyonu sağlayabilir.

**Esnek ve Şeffaf Aydınlatma:** Güncel nanomalzemeler ile (tek kat atom kalınlığına kadar) ince katmanlar oluşturulabilir. Böylece esnek ve

bükülebilir aydınlatma gereçleri üretilebilir. Giyilebilir bazı elektronik sistemlerde bu yöntem kullanılmaktadır.

**Daha İyi Dağılım ve Işık Yönlendirme:** Optik sistemler görünür ışığı yönlendirir. Nano yapılar bu yönlendirmeyi daha hassas olarak yapabilir. Böylece ışığın homojen olarak yoğunlaşmasını ya da sadece istenen hedeflere ışığın gitmesi sağlanabilir.

#### 3.1. Aydınlatmada Kullanılan Nanoteknolojiler

**Nanokristal Bazlı LED'ler:** Nanokristaller, yarı iletken malzemelerin nano boyutlarda parçacıklarıdır. LED'lerin farklı renklerde renkli ışık yayması için kullanılırlar.

**Nanodokulu Kaplamalar:** Nanoteknoloji, yüzeylere nano boyutlarda yapılar ekleyerek belirli optik özelliklerin elde edilmesini sağlar. Örneğin, nano boyutlu doku ve kaplamalar, yüzeylere uygulandığında ışığın yansıma, saçılma veya geçirgenlik özelliklerini kontrol edebilir. Bu, aydınlatma armatürleri veya yansıtıcı yüzeylerde istenen parlaklık, dağılım veya yansıtma özelliklerinin sağlanmasını mümkün kılar.

**Nanoyapılı Fosforlar:** Nanoyapılı fosfor malzemeleri ile daha verimli ve renk doğruluğu daha yüksek beyaz ışık üretimini mümkündür.

**Nano Yapılı Kaplamalar ve Filtreler:** Her iki yöntem ile de aydınlatmada renk kontrolleri yapılabilir.

Esnek ve Şeffaf Aydınlatma Malzemeleri: Nanomalzemeler sayesinde şeffaf ve/veya esnek malzemelere aydınlatma işlemleri eklenebilir.

### 3.2. Aydınlatmada Kullanılan Bazı Nanoteknolojik Materyaller

Karbon Nanotüpler (Carbon Nanotubes - CNTs)

Nano Kuantum Noktaları (Quantum Dots - QDs)

Grafen

Nano Yapılı Fosforlar

## 4. METAMATERYALLER VE AYDINLATMA

Metamateryaller, geleneksel malzemelerin doğal olarak sahip olmadığı optik özelliklere sahip yapay yapılardır. Çeşitli şekillerde aydınlatmada kullanılmaktadırlar.

**Yönlendirilmiş Işık:** Metamateryaller, ışığı istenen yönde yönlendirebilen özelliklere sahip olabilir.

**Yansıma ve Yutma Kontrolü:** Yüksek ışık yansıma veya yutma katsayısına sahip metamateryaller, aydınlatılan yüzeyde istenmeyen yansımaları azaltabilir.

**Renk Kontrolü:** Metamateryaller belirli dalga boylarında ışığı yutabilir veya yansıtabilir. Bu, aydınlatmada istenen hedefe yönelik olarak renk efektleri elde etmek için kullanılabilir.

**Esnek Aydınlatma Tasarımı:** Esnek malzemelere uygulanana

metamateryaller bükülebilir aydınlatma panelleri oluşturabilir.

### 4.1. Aydınlatmada Kullanılan Metamateryaller

**Plazmonik Metamateryaller:** Plazmonik metamateryaller, metal nano yapıları ile plazmonik rezonansları kullanırlar. Elektromanyetik dalgaların etkileşimini kontrol eden yapay yapılardır. Aydınlatmada yüzey plazmon polaritonları ile ışığın dalga boyu belirlenebilir ve ışık soğurulabilir.

**Fotoniğe Dayalı Metamateryaller:** Işığı yansıtabilir veya kırabilirler. Aydınlatmada ışığı belirli bir yöne yönlendirmek, renkleri değiştirmek ve aydınlatma tasarımı için kullanılırlar.

**Nanoanteni Metamateryaller:** Yüksek çözünürlüklü görüntüleme ve mikroskopik aydınlatma sistemlerinde kullanılırlar.

**Akustik Metamateryaller:** Ses dalgalarının davranışını kontrol etmek için tasarlanmış yapay yapılardır.

**Fotoakustik, dokudaki optik soğurucuların akustik detektörler (ışık girişi - ses çıkışı) tarafından görüntülenmesini sağlayan, gelişmekte olan bir biyomedikal görüntüleme yöntemidir. Böyle bir teknik, yüksek çözünürlük, yeterli görüntüleme derinliği, çeşitli endojen ve eksojen kontrast sağladığı ve iyonlaştırıcı radyasyon içermediği için klinik kullanım için yüksek bir potansiyele sahiptir. Beyin fonksiyonel görüntüleme, meme kanseri taraması, sedef hastalığı ve cilt lezyonlarının teşhisi, biyopsi ve cerrahi rehberliği,**

üreme ve ürolojik sistemlerde tümör tedavilerinin rehberliği ve tümör görüntüleme gibi uygulamalarda kullanılmaktadır. [2]

Düşük akıcılığa sahip aydınlatma kaynakları, sağlam, taşınabilir, uygun maliyetli ve güvenli oldukları için fotoakustik görüntülemenin klinik geçişini kolaylaştırabilir. Ancak bu kaynaklar, düşük akıcılıkları nedeniyle görüntü kalitesini de düşürür. Bu çalışmada, düşük akıcılık aydınlatma kaynağı görüntülerini karşılık gelen yüksek akıcılık uyarma haritasına eşlemek için çok seviyeli bir dalgacık evrişimli sinir ağı kullanan bir görüntü giderme yöntemi önerilmektedir. [3]

#### **4.2. Metayüzeyler ve Aydınlatma**

Metayüzeyler, ışığın bir malzeme yüzeyiyle etkileşimini değiştirmek için tasarlanmış yapay yapılar içeren optik etkili yüzeylerdir.

**Yansıma Kontrolü:** Metayüzeyler, ışığın yansımalarını kontrol etmek için kullanılabilir. Geleneksel yüzeylere kıyasla, metayüzeyler, ışığı daha düzgün ve belirli bir yöne yönlendirebilir. Yansımaların azaltılması veya istenen yönde yoğunlaşması sağlanabilir.

**Işık Kırılması ve Dağılımı:** İstenilen bir optik etki (ışığın dağılımı, homojenitesi v.b.) için ışığın dalga boyuna ve açısına bağlı olarak metayüzeyin yapısı tasarlanır.

**Renk Kontrolü:** Metayüzeylerdeki atom seviyesindeki metalik yapı, ışığın belirli dalga boylarını yansıtabilir veya absorbe edebilir. Böylece eşzamanlı olarak belli bir renkteki ışık

yansıtılırken diğer renklerin absorbe edilebilir.

**Parlaklık Kontrolü:** Metayüzeyler, aydınlatmanın parlaklık seviyesini kontrol etmek için kullanılabilir.

### **5. GIYİLEBİLİR GÜNEŞ ENERJİSİ PANEL SİSTEMLERİ**

Özellikle sağlık alanında kullanılan çeşitli giyilebilir ya da taşınabilir mikro sistemlerin enerjiye ihtiyacı vardır: Genelde taşınabilir ya da şarj edilebilir piller kullanılır. Uzun süreli şarj edilmeden yapılabilecek uygulamalar için taşınabilir boyutta görünür ışığa duyarlı enerji panelleri bugün kullanıma sokulmuş yöntemlerden biridir [4].

### **6. AYDINLATMA İÇİN ELEKTRİK ENERJİSİNİN KABLOSUZ AKTARIM YÖNTEMLERİ**

Aydınlatma için elektrik enerjisinin kablosuz aktarımı, çeşitli yöntemler kullanılarak gerçekleştirilebilir.

**Manyetik Rezonans:** Bir verici bobin (manyetik rezonans bobini) ve bir alıcı bobin (manyetik rezonans alıcı bobini) kullanılır. Verici bobindeki elektrik akımı manyetik bir alan oluşturur ve alıcı bobindeki bobin, manyetik alana maruz kalarak enerjiyi kablosuz olarak alır.

**Radyo Frekansı (RF) İletişimi:** Verici bir anten RF sinyallerini yayarak enerjiyi taşır. Alıcı anten bu sinyalleri yakalayıp enerjiyi kablosuz olarak

alır. Düşük güç gerektiren aydınlatma cihazları için olası bir yöntemdir.

Mikrodalga İletişimi: Verici bir anten mikrodalga sinyallerini gönderir. Alıcı anten bu sinyalleri yakalarken enerjiyi kablosuz olarak alır. Orta ve uzun mesafelerde enerji aktarımı için kullanılabilir.

Elektromanyetik indüksiyon: Bilinen en güncel örnek kablosuz cep telefonu şarj cihazlarıdır. Yakın mesafelerde enerji transferi için kullanılır.

Görmeyen insan gözlerinde yapay görme oluşturmak üzere kullanılan implantlara aydınlatma ve ışık yoluyla veri ve enerji aktarımı yapılabilmesi tüm bu tekniklerin en üst seviye kombine kullanımlarından biri olabilecektir.

## 7. SONUÇ

Yapay zeka, nanoteknoloji, metamateriyal, metayüzey ve uzaktan elektrik enerjisi aktarımının aydınlatmada kullanımını makro ve mikro düzeyde görsel önemli bilimsel ve uygulanabilir teknolojik değişikliklere neden olmuştur. Tekniklerin hızla değişmesi ve gelişmesi çok daha geniş kullanım alanlarının devreye girmesini sağlamaktadır.

## KAYNAKLAR

1. Pulak LM, Jensen L. Sleep in the Intensive Care Unit: A Review. *J Intensive Care Med.* 2016 Jan;31(1):14-23. doi:

10.1177/0885066614538749. Epub 2014 Jun 10. PMID: 24916753.

2. Steinberg I, Huland DM, Vermesh O, Frostig HE, Tummers WS, Gambhir SS. Photoacoustic clinical imaging. *Photoacoustics.* 2019 Jun 8;14:77-98. doi: 10.1016/j.pacs.2019.05.001. PMID: 31293884; PMCID: PMC6595011.

3. Hariri A, Alipour K, Mantri Y, Schulze JP, Jokerst JV. Deep learning improves contrast in low-fluence photoacoustic imaging. *Biomed Opt Express.* 2020 May 29;11(6):3360-3373. doi: 10.1364/BOE.395683. PMID: 32637260; PMCID: PMC7316023.

4. Páez-Montoro A, García-Valderas M, Olías-Ruiz E, López-Ongil C. Solar Energy Harvesting to Improve Capabilities of Wearable Devices. *Sensors (Basel).* 2022 May 23;22(10):3950. doi: 10.3390/s22103950.