

İyonlaştırıcı Radyasyonlar Çeşitleri Olmayan Ultraviyole Işınlarda (UV – Mor Ötesi Işınlarda) ile Yüzey, Hava ve Sulardan COVID19 Virüslerinin Sterilizasyonu

Ahmet Cangüzel Taner

Fizik Yüksek Mühendisi

Fizik Mühendisleri Odası FMO (canguzel.taner@gmail.com)

Ultraviyole **UV** (morötesi) ışınlar, iyonlaştırıcı olmayan radyasyon cinsleri sınıfında sayılmakta ve uzaydan gelen güneş kaynaklı güneş radyasyonları ve güneş ışınları öğeleri olarak değerlendirilmektedir. Morötesi veya ultraviyole (**UV** radyasyonları) ışınları dalga boyları 100 – 400 nm (**nanometre = 10⁻⁹ metre = metre**'nin milyarda biri) arasında bulunmaktadır. İnsan gözü 400 – 700 nm dalga boyları aralığında görebilme yeteneğine sahip olup, belirtilen aralığın dışında kalan ışınlar göz merceği tarafından algılanamamaktadır. Görülebilen en küçük dalga boylu radyasyon mor olarak algılanması nedeni ile morötesi ışın adını almaktadır. Morötesi ışınların ilerisinde çok daha kısa boylu ve yüksek frekanslı radyasyonlar **X – ışınları** şeklinde yer almaktadır. **X – ışınları** ise yüksek frekanslı, yüksek enerjili ve çok kısa dalga boylu iyonlaştırıcı radyasyonlar türleri sınıfına girmektedir. Ayrıca, **UV** ışınları (morötesi radyasyonlar) aynı nitelikler ve özelliklere sahip olmayıp, ışınların biyolojik etkileşim mekanizmaları da farklılıklar göstermektedir. Bu sebeple ultraviyole **UV** ışın cinsleri **UV-A**, **UV-B** ve **UV-C** tarzında üç sınıfta temsil edilmektedir. Dalga boyları 400 nm – 315 nm aralığında olan **UV-A**, %95 oranında temsil edilen en yaygın **UV** ışınları sayılmakta ve ozon tabakasından geçmektedir. **UV-B** (315 nm – 280 nm), %5 oranında olan tehlikeli **UV** ışınları kategorisinde değerlendirilmekte ve ozon tabakası tarafından kısmen tutulmaktadır. **UV-C** (280 nm – 100 nm) , kısa dalga boylu, oldukça yüksek frekanslı ve enerjili aynı zamanda çok riskli **UV** radyasyonları çeşitleri menziline olup, ancak güneşten gelen **UV** ışınları yeryüzüne ulaşmadan önce ozon tabakası tarafından büyük bir bölümü soğurulmakta ve absorblanmaktadır.

Ultraviyole ışınlarının çeşitleri, yukarıda anlatılan kısaltmaları ve **UV** radyasyonları dalga boyları nanometre (nm) olarak aşağıdaki tabloda toplu halde verilmektedir.

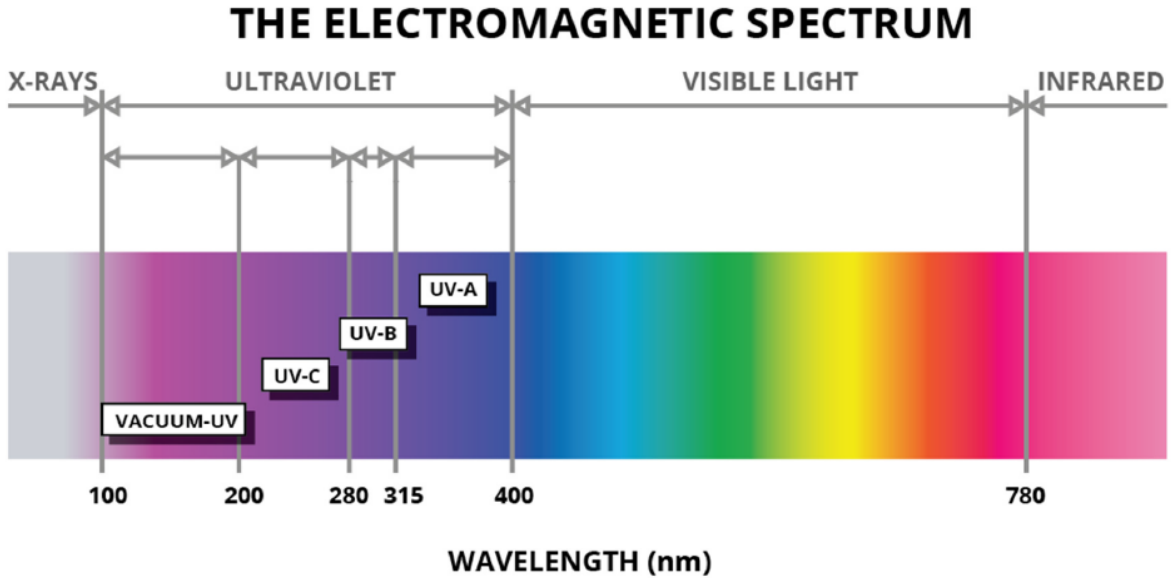
UV Işınlarda Türleri	UV Kısaltmaları	UV Dalga Uzunlukları
Ultraviyole A	UV-A	400 – 315 nm
Ultraviyole B	UV-B	315 – 280 nm
Ultraviyole C	UV-C	280 – 100 nm

Kaynak: Marktech-Optoelectronics

Çin Hubei Eyaleti Wuhan kentinde ortaya çıkan ve tüm dünyaya yayılan **koronavirüs (Covid-19 SARS-COV-2)**, bir başka deyimle, şiddetli akut solunum yolu sendromu **koronavirüsü 2** kaynaklı pandemi küresel salgın hastalığı, global boyutta şimdiye kadar, ne yazık ki; yüzbinlerce insanın hayatını kaybetmesine neden olmuştur. **Covid 19 (SARS-COV2)** virüsleri yoluyla kontamine olmuş, kirlenmiş yüzeyler ile hava, su ve diğer enfekte ortamlar, geliştirilmiş ultraviyole **UV LED (Ultraviolet Light Emitting Diodes - UV LEDs)** teknolojileri vasıtasıyla temizlenmektedir. Özellikle, yüksek enerjili ve frekanslı **UV-C** ışınları sayesinde dezenfeksiyon, dekontaminasyon ve sterilizasyon işlemleri yürütülmektedir. Kısa dalga boylu **UV-C** radyasyonları sayesinde ağız yoluyla kolayca yayılan öldürücü koronavirüsler, bulaşıcı mikroplar, bakteriler ve diğer patojenlerin yok edilmesi

sağlanmaktadır. **UV-C** radyasyon teknolojileri temel uygulamaları kapsamında **covid 19** virüsleri bulaşmış hastane yoğun bakım üniteleri, kişisel koruyucu donanımlar ve ekipmanlar ile duvarlar ve zeminler gibi sağlık merkezi yapıları aynı zamanda ısıtma, soğutma ve havalandırma (**Heating, Ventilating and Air Conditioning - HVAC**) sistemleri yer almaktadır. Hijyen, hıfzıssıhha ve tıbbi arıtma konularında araştırmalar yapan malzeme bilimcisi Fizik Mühendisi **Christian Zollner**, geniş içerikli ileri, derin ultraviyole **UV** teknolojileri üzerinde çalışmaktadır. Söz konusu araştırmalar **University of California (UC) Santa Barbara Solid States Lighting & Energy Electronics Center (SSLEEC)** Merkezi bünyesinde sürmektedir. **UV-C** ışınları dezenfekte, sterilite ve temizleme yönetimi özellikle tıbbi malzemeler kapsamında kullanılmaktadır. Günümüzde tüm dikkatler hızla yaygınlaşan ve global salgın pandemi haline dönüşen yeni **koronavirüs** hastalığı üzerine odaklanmaktadır. **Koronavirüs (Covid-19 SARS-COV-2)** salgını önlenmesi konusunda henüz etkin bir yöntem bulunmamıştır. **Covid 19** hastalığı yayılımının limitlenmesi ve engellenmesi hususunda eskiden beri devrede olan **UV** radyasyonları (**UV** ışınları) ise çok yönlü umut vermektedir. **SSLEEC** üyesi olan **Seoul Semiconductor** Firması tarafından **UV LED** ışınlama cihazları ile %99.9 oranında koronavirüslerin sterilizasyonu, dezenfeksiyonu ve temizlenmesi gerçekleştirildiği Nisan 2020 tarihinde resmen duyurulmuştur. Güney Kore konumlu **Seoul Semiconductor** Şirketi'nce **UV LED** lambaları sterilizasyon yönetimi kullanımı halen otomotiv endüstrisi inovasyona dayalı yeni nesil taşıt araçları üretimi sırasında insansız ortamlarda sürdürülmektedir.

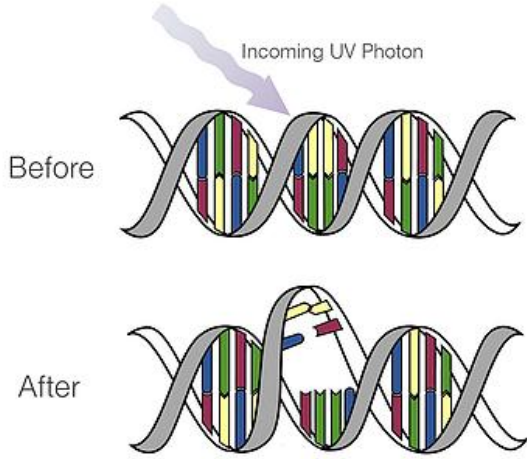
İyonlaştırıcı radyasyonlar; **X – ışınları**, iyonlaştırıcı olmayan ışınlar; ultraviyole **UV** (morötesi) ışınlar, **görünür ışık** ve **infrared** (kızılötesi) elektromanyetik spektrumları dalga boyları **nanometre (nm)** olarak aşağıdaki şekilde işaret edilmektedir.



Kaynak: Marktech-Optoelectronics

Yukarıdaki tabloda işaret edildiği gibi **UV** ışınları dalga boyları farklılık göstermektedir. Dünyaya ulaşan güneş menşeli **UV-A** ve **UV-B** tipleri çok önemli faydalar sağlamaktadır. Yeryüzüne nadiren gelen **UV-C** ultraviyole ışınları sayesinde ise mikroplar etkisizleştirilerek hava ve suların temizlenmesi temin edilmektedir. Dünyada **UV-C** tipi ultraviyole radyasyonları sadece insan yapımı cihazlar yoluyla üretilmektedir. Halihazırda dezenfeksiyon ve sterilizasyon teknolojileri kapsamına giren 260 - 285 nm aralığında olan **UV-C** radyasyonları ve **UV-B** ışınlarının küçük bir

kısının insan cildine zarar vermesi nedeniyle sterilizasyon, dezenfeksiyon, mikroplardan arıtma ve temizleme süreci boyunca çevrede hiçbir kişinin bulunmaması gerekmektedir. Dünya Sağlık Örgütü - **DSÖ** (World Health Organization - **WHO**), **UV** ışınları sterilizasyonu esnasında ellerin ve cildin korunması konusunda çalışan kişileri uyarmaktadır. Kısa süreli **UV-C** radyasyonuna maruz kalınması halinde bile insan vücudunda cilt yanıkları oluşmakta ve gözler zarar görmektedir. Gerçekte, ultraviyole **UV-C** fotonları hücrenin yapısına girerek nükleik aside zarar vermektedir. Böylece, hücrelerin mikrobiyolojik aktiviteleri ve üreyip çoğalmaları durdurulmaktadır. **UV LED** teknikleri kanalıyla virüsler, bakteriler ve diğer patojenlere doğru yönlendirilen yüksek enerjili **UV-C** radyasyonları sayesinde hava, su ve diğer ortamlar ile yüzeylerde bulunan mikroplar saniyeler mertebesinde zararsız hale getirilmektedir. Böylece, küresel bulaşıcı mikropların mikrobiyal yüklerinin azaltılması yoluyla günümüz **koronavirüs 2** pandemisi enfeksiyonlarının önlenmesi, kontrol ve denetim altına alınması olası görülmektedir. Gelen ultraviyole **UV** fotonu, ışını veya radyasyonunun hedeflenen hücrenin yapısını bozması, **DNA** ve **RNA** kaynaklı nükleik asitleri genetik bilgilerinin hasara uğraması temsili olarak aşağıda resmedilmektedir.



Kaynak: AQUIsense

Güneş radyasyonları ve güneş ışınları demetleri, bir başka deyişle, güneş kökenli ultraviyole **UV** radyasyonları çevrede belli başlı bir tür doğal bulaşıcı virüs öldürücü ilaç rolü oynamaktadır. Örneğin, **UV** ışınları virüslerin genetik yapılarını oluşturan **DNA** ve **RNA** molekülleri üzerinde kimyasal etkiler yaparak bulaşıcı mikropların bertarafı ve yok edilmesi işlevini gerçekleştirmektedir. **DNA** ve **RNA** genetik materyallerinin etkisizleştirilmesi yönünde en etkin dalga boyu ise 260 nm olup, **UVC** radyasyonları (280 - 100 nm) aralığı içine girmektedir. Dünyaya ulaşan **UVC** radyasyonları çok az olması nedeni ile sadece **UVB** (315 - 280 nm) ve **UVA** (400 - 315 nm) ışınları kanalıyla virüslerin öldürülmesi temin edilebilmektedir. Ancak, güneşten atmosfere gelen **UVB** ve **UVA** ışınları ise virüs menşeli **RNA** ve **DNA** kökenli nükleik asitleri zararsız hale getirmesi, yerküreyi çevreleyen ozon tabakası ile çoğunluğu tutulan **UVC** radyasyonlarına kıyasla daha düşük düzeyde kalmaktadır.

Öte yandan, **Covid-19** pandemisi küresel hız kazanmadan önce de **SSLEEC** Merkezi bünyesindeki malzeme bilimi dalı araştırmacıları tarafından ileri **UV-C LED** teknolojisi üzerinde çalışmalar zaten yürütülmekteydi. Elektromanyetik spektrum kapsamına giren bahse konu alanda katı hal aydınlatma (solid state lighting - **SSL**), diğer bir

deyişle, ışık yayan **LED**'ler nispeten öncü rolü üstlenmiştir. **UV-C** ışını genellikle civa buharlı lambalar yoluyla oluşturulmaktadır. Fiz. Müh. **Zollner**, verimlilik, maliyet, güvenilirlik ve ömür kriterleri açısından **UV LED**'ler için çok sayıda teknolojik ilerlemeler gerektiğini vurgulamaktadır. **ACS Photonics** dergisinde yayınlanan bilimsel bir makalede araştırmacılar, yüksek kaliteli derin ultraviyole **UVC LED** seri üretimleri için çok daha iyi bir metod bulduklarını açıklamaktadır. Söz konusu yöntem alt katman olarak yaygın biçimde kullanılan safir (gökyakut) yerine silikon karbür (**SiC**) alt katmanı üzerine yarı iletken alaşımlı alüminyum galyum nitrür (**AlGaIn**)'ün bir ince fim halinde yapılandırılması çalışmalarını kapsamaktadır. Safire kıyasla alt katman bazında silikon karbür seçimi, yüksek kaliteli **UV-C** yarı iletken malzemesi eldesi yönünden daha verimli ve uygun maliyetli kabul edilmektedir. Bu durum materyallerin atomik yapılarının birbirine yakın olarak eşleşmesinin önemini göstermektedir. Genellikle, alt katman ve ince filmin (atomik kristal bünyesi bakımından) çok daha fazla yapısal benzerliği olması da yüksek kaliteli malzeme elde edilmesi işlemini kolaylaştırmaktadır. Böylece, kaliteli malzeme yapımı sayesinde daha verimli ve performansı yüksek **LED**'ler de üretilmektedir. Safirin yapısal farklılığı ise üretilen malzemede çatlaklar ve düzensizlikler oluşturmakta aynı zamanda çok defa ilave karmaşık işlemler yapılmasını zorunlu kılmaktadır. Silikon karbür de uygun bir eşleşme sayılmamakta ancak, maliyetli ve ilave yöntemlere başvurmadan yüksek kaliteli malzeme üretimi sağlanabilmektedir. Öte yandan, silikon karbür, ideal sayılan alüminyum nitrüre nazaran çok daha ucuz olduğundan seri üretim yönünden uygun sayılmaktadır. Taşınabilir hızlı tepkili suların dezenfeksiyonu ve sterilizasyonu çalışmaları, **UV-C LED** teknolojileri ve teknikleri geliştirilmesi araştırma projelerine öncülük eden bilim insanlarının temel hedefini oluşturmaktadır. Diyotların dayanıklılığı, güvenilirliği ve küçük form faktörü ise kötü hızıssihha koşulları devam eden temiz su yokluğu çeken dünyanın fakir ülkeleri kapsamında beklenmedik değişimlere neden olacağı öngörülmektedir. Küresel **COVID-19** salgın hastalığının birdenbire ortaya çıkması ise söz konusu bilimsel araştırmalara bir başka boyut kazandırmaktadır. Diğer taraftan, dünya ülkeleri **koronavirüs** pandemisi aşılarda bulunması yanında **COVID-19** salgını bilimsel tedavi ve iyileştirme yöntemleri üzerine odaklanmış iken insanların ellerinde salgına karşı kendilerini savunmak ve korumak için dezenfeksiyon, dekontaminasyon, sterilizasyon, izolasyon, karantina ve sosyal teması kesme gibi az sayıda **COVID-19** önlemleri kalmaktadır. Bu bağlamda mevzu bahis **koronavirüs 2** global salgın hastalığı sınırlandırılması tedbirleri arasında önemli yer tutan küresel **UV-C LED** teknikleri yaygınlaşması da beklenmektedir. Suların sterilizasyonu, dezenfeksiyonu ve temizlenmesi için **koronavirüs 2** hastalığı mücadelesi esnasında ultraviyole **UV-C LED** sistemleri uygulanan sahalarda insanların bulunmamasına özellikle dikkat edilmesi gerekmektedir. Sonuçta, alışveriş ürünleri, tıbbi donanımlar ve sahaların mikroplardan temizlenmesi açısından **UV-C LED** teknolojisi uygulamaları; ekonomik, düşük maliyetli ve kimyasal kirliliği içinde barındırmayan alternatif bir yöntem olarak pandemi-küresel salgın korona virüslerinin öldürülmesi çerçevesinde insanlığın hizmetine ve gündemine yeniden gelmektedir.

Kaynaklar:

- Predicted Inactivation Viruses of Relevance to Biodefense by Solar Radiation, C.David Lytle and Jose-Luis Sagripanti, American Society for Microbiology Journal of Virology, 2005.
- İyonlaştırıcı Radyasyonların Biyolojik Etkileşme Mekanizmaları, Ahmet Cangüzel Taner, Fizik Mühendisleri Odası **FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2006.

- Atom, Radyoaktivite, Radyoizotoplar ve Radyasyon Türleri, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2008.
- Evren, İnsan ve İyonlaştırıcı Radyasyonlar, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2010.
- Yeni Kuşak Radyasyon Teknolojileri Uygulamaları ve **Kobalt-60 (Co-60)** Gama Işınlama Tesisleri, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2010.
- Fransa 2015 Paris Olası Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Anlaşması Bağlamında Kanada 1987 **BM** Montreal Ozon Tabakası Protokolü Örneği, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2014.
- Temel Enerji Kaynağı Karbonsuz Yeni Nesil **Nükleer Güç Santralleri NGS** Üstünlükleri ve İyonlaştırıcı Radyasyon Teknolojileri Avantajları, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2020.
- AlGaN** Deep-Ultraviolet Light-Emitting Diodes Grown on **SiC** Substrate, Burhan K. SaifAddin, Abdullah S. Almogbel, Christian J. Zollner, Feng Wu, Bastien Bonafant, Shuji Nakamura, Steven P. DenBaars, James S. Speck, **ACS** Photonics, 2020.