

## UVGI (UV-C) İLE YÜZEY STERİLİZASYONU VE UYGULAMADA DİKKAT EDİLECEK KONULAR

Ultraviyole ışık ya da kısaca UV dediğimiz zaman görünür ışık bandının dışında kalan 400 nm ile 10 nm dalga boyu arasında kalan ışığı ( Zaman zaman Ultraviolet Radiation olarak da tanımlarız.) kastediyoruz. Bu radyasyonu da 4 bölgeye ayırıyoruz.

<b>Dalga boyuna göre UV ışığın dağılımı ve temel özellikleri</b>		
<b>UV bandı</b>	<b>Dalga boyu (Nanometre)</b>	<b>Açıklama</b>
UV-A	315-400	Deriyi geçerek dokulara ulaşır. Erken cilt yaşlanması ve kırışıklıklara neden olur (Photoaging) . Katarakt ve kanser oluşumunda da etkili. Gün ışığında UV-B'den 500 kat daha fazla bulunur. Piyasadaki güneş koruyucular daha çok UV-B bandında koruma sağlar. UV-A korumasında genellikle yetersizdir.
UV-B	280-315	Deriyi geçebilir, ancak çok derinlere erişemez. Güneş yanıkları ve cilt kanserinin (malignant melanoma) ana nedenidir.
UV-C	200-280	UV-A yada UV-B'nin aksine cilde gelen ışığın büyük bölümü yansıtılır. %4 ile %7 lik bir bölümü ise epidermin en üst tabakası olan stratum corneum'un ilk 2 µm sinde tutulur. Ençok etkilenen organ gözdür. Aşırı doza maruz kaldıktan 1 ile 12 saat sonra göz içinde kum varmış hissiyle gözden yaş gelmesi ve ağrı başlar. Rahatsız edici ve korkutucu olmakla birlikte risk seviyesi düşüktür genellikle 1-2 gün içinde kalıcı hasar bırakmadan tamamen geçer. Photokeratoconjunctivitis olarak adlandırılır.
UVGI	253.7(254)	UV-C'nin bu dalga boyu germicidal, mikrop öldürücü olarak bilinir. Bu dalga boyundaki ışık DNA/RNA yapılarındaki nucleic asit tarafından absorbe edilir, Pyrimidine moleküllerinin dimerizasyonuna neden olur. Sadece DNA/RNA yapılarında bulunan Thymine moleküllerinin dimerizasyonu önce DNA/RNA ları tahrip eder, etkinin devamında mikroorganizma canlılığını kaybeder. Memeli hücrelerinde ise tahribat oluşsa bile DNA tamir enzimleri hızla tamirata sağlar. Hiç bir antibiyotiğin faydalı olamadığı dirençli bakterilerin neden olduğu yaraların UVGI ile tedavisinde araştırmalar sürmekte olup çok başarılı sonuçlar alınmaktadır.
Vakum UV	10-200	Vakum UV'nin en önemli özelliği havada fazla ilerleyememesi ve çarptığı Oksijen moleküllerini Ozona dönüştürmesidir. Kullanıldığı yerlerde ozon miktarının kontrol altında tutulması gereklidir.

**Uygulamalarda iki ana konuya odaklanıyoruz.**

1-Güvenlik

2-Etkinlik

### **1-Güvenlik**

**UV gözle görülmez. Gördüğümüz mavi ışık UV değil ışık tayfının uç noktalarındaki saçılmaldır.**

Öncelikle ELVs (Exposure limitvalues) değerlerinin aşılmaması gerekir. Bu değerler korumasız çıplak göz ve cilt içindir. Farklı ülkelerde farklı değerler bulunmakla birlikte biz Avrupa için geçerli olan

- Optical Radiation 2006/25/EC Directive
- The Control of Artificial Optical Radiation at Work Regulations 2010

Değerlerini esas alıyoruz.

- 8 saatlik gün için 180 nm-400 nm aralığında max. 30 J/m<sup>2</sup> eff
- 8 saatlik gün için 315nm-400 nm aralığında 10,000 J/m<sup>2</sup>

Bu değerler ışık kaynağı için değil insan içindir.

- Sürekli olarak aynı maruziyete sahip personelin etkilerine göre belirlenmiştir.
- Açık renkli ve hassas bir insana göre belirlenmiştir. Ancak bazı kişiler daha da duyarlı olabilir.
- Zaman sınırlaması ve akut etkilerin azaltılması riski azaltır.
- Bu değerler büyük bir emniyet marjıyla belirlenmiştir. Öyle ki İngiltere'de bu limitler yazın 6 dakikada, kışın 21.6 dakikada dolmaktadır.
- Özellikle UV-A için çok Amerikan standartlarından çok daha sıkıdır.
- Doğal UV kaynaklarıyla bile kısa sürede aşılabılır.
- Sadece UV\_C'ye yönelik değerler Avrupada'da Amerika'da da tanımlanmamıştır.
- UV kullanılan bölgeler işaretlenmeli, gerekirse personelin UV gözlük kullanımı sağlanmalıdır.
- Mümkün olan yerlerde ışık yuzakları kullanılmalıdır.
- UV-C quartz camdan geçer, normal camdan geçemez.

### **2-Etkinlik**

Kullanılacak sistemin tasarımında hangi mikroorganizmaları hangi oranda dezenfekte etmek istediğimiz önemlidir. %90 etkinliğe göre hesapladığımız dozu iki katına çıkardığımızda %99, üç katına çıkardığımızda %99.9, dört katına çıkardığımızda %99.99 etkinliğe ulaşırız. Hedeflenen mikroorganizma ve etkinlik oranlarına göre gerekli dozlar aşağıda verilmiştir.

## Bacteria

<b>Micro-organism (microbe)</b>	<b>UV light exposure (dose) in J/m<sup>2</sup> required to achieve 90% – 99.99% reduction of the specified micro-organism types</b>			
	<b>90% (1 log)</b>	<b>99% (2 log)</b>	<b>99.9% (3 log)</b>	<b>99.99% (4 log)</b>
<i>Bacillus anthracis – Anthrax</i>	45.2	90.40	135.60	180.80
<i>Bacillus anthracis spores – Anthrax spores</i>	243.2	486.40	729.60	972.80
<i>Bacillus magaterium sp. (spores)</i>	27.3	54.60	81.90	109.20
<i>Bacillus magaterium sp. (veg.)</i>	13.0	26.0	39.0	52.0
<i>Bacillus paratyphusus</i>	32.0	64.0	96.0	128.0
<i>Bacillus subtilis spores</i>	116.0	232.0	348.0	464.0
<i>Bacillus subtilis</i>	58.0	116.0	174.0	232.0
<i>Clostridium difficile (C. difficile or C. diff)</i>	60.0	120.0	180.0	240.0
<i>Clostridium tetani</i>	130.0	260.0	390.0	520.0
<i>Corynebacterium diphtheriae</i>	33.7	67.4	101.1	134.80
<i>Ebertelia typhosa</i>	21.4	42.80	64.2	85.60
<i>Escherichia coli</i>	30.0	60.0	90.0	120.0
<i>Leptospira canicola – infectious Jaundice</i>	31.5	63.0	94.5	126.0
<i>Micrococcus candidus</i>	60.5	121.0	181.5	242.0
<i>Micrococcus sphaeroides</i>	10.0	20.0	30.0	40.0

<i>MRSA</i>	32.0	64.0	96.0	128.0
<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	62.0	124.0	186.0	248.0
<i>Neisseria catarrhalis</i>	44.0	88.0	132.0	176.0
<i>Phytomonas tumefaciens</i>	44.0	88.0	132.0	176.0
<i>Proteus vulgaris</i>	30.0	60.0	90.0	120.0
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	55.0	110.0	165.0	220.0
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	35.0	70.0	105.0	140.0
<i>Salmonella enteritidis</i>	40.0	80.0	120.0	160.0
<i>Salmonella paratyphi – Enteric fever</i>	32.0	64.0	96.0	128.0
<i>Salmonella typhosa – Typhoid fever</i>	21.5	43.0	64.5	86.0
<i>Salmonella typhimurium</i>	80.0	160.0	240.0	320.0
<i>Sarcina lutea</i>	197.0	394.0	591.0	788.0
<i>Serratia marcescens</i>	24.2	48.4	72.6	96.8
<i>Shigella dysenteriae – Dysentery</i>	22.0	44.0	66.0	88.0
<i>Shigella flexneri – Dysentery</i>	17.0	34.0	51.0	68.0
<i>Shigella paradysenteriae</i>	16.8	33.6	50.4	67.2
<i>Spirillum rubrum</i>	44.0	88.0	132.0	176.0
<i>Staphylococcus albus</i>	18.4	36.8	55.2	73.6
<i>Staphylococcus aureus</i>	26.0	52.0	78.0	104.0

<i>Staphylococcus hemolyticus</i>	21.6	43.2	64.8	86.4
<i>Staphylococcus lactis</i>	61.5	123.0	184.5	246.0
<i>Streptococcus viridans</i>	20.0	40.0	60.0	80.0
<i>Vibrio comma – Cholera</i>	33.75	67.5	101.25	135.0

#### **Moulds**

<b>Micro-organism (microbe)</b>	<b>UV light exposure (dose) in J/m<sup>2</sup> required to achieve 90% – 99.99% reduction of the specified micro-organism types</b>			
	<b>90% 1 log</b>	<b>99% 2 log</b>	<b>99.9% 3 log</b>	<b>99.99% 4 log</b>
<i>Aspergillus flavus</i>	600.0	1,200.0	1,800.0	2,400.0
<i>Aspergillus glaucus</i>	440.0	880.0	1,320.0	1,760.0
<i>Aspergillus niger</i>	1,320.0	2,640.0	3,960.0	5,280.0
<i>Mucor racemosus A</i>	170.0	340.0	510.0	680.0
<i>Mucor racemosus B</i>	170.0	340.0	510.0	680.0
<i>Oospora lactis</i>	50.0	100.0	150.0	200.0
<i>Penicillium expansum</i>	130.0	260.0	390.0	520.0
<i>Penicillium roqueforti</i>	130.0	260.0	390.0	520.0
<i>Penicillium digitatum</i>	440.0	880.0	1,320.0	1,760.0
<i>Rhizopus nigricans</i>	1,110.0	2,220.0	3,330.0	4,440.0

#### **Protozoa**

<b>Micro-organism (microbe)</b>	<b>UV light exposure (dose) in J/m<sup>2</sup> required to achieve 90% – 99.99% reduction of the specified micro-organism types</b>			
	<i>90% 1 log</i>	<i>99% 2 log</i>	<i>99.9% 3 log</i>	<i>99.99% 4 log</i>
<i>Chlorella Vulgaris</i>	130.0	260.0	390.0	520.0
<i>Nematode Eggs</i>	450.0	900.0	1,350.0	1,800.0
<i>Paramecium</i>	110.0	220.0	330.0	440.0

#### **Virus**

<b>Micro-organism (microbe)</b>	<b>UV light exposure (dose) in J/m<sup>2</sup> required to achieve 90% – 99.99% reduction of the specified micro-organism types</b>			
	<i>90% 1 log</i>	<i>99% 2 log</i>	<i>99.9% 3 log</i>	<i>99.99% 4 log</i>
<i>Bacteriophage – E. Coli</i>	26.0	52.0	78.0	104.0
<i>Infectious Hepatitis</i>	58.0	116.0	174.0	232.0
<i>Influenza</i>	34.0	68.0	102.0	136.0
<i>Poliovirus – Poliomyelitis</i>	31.5	63.0	94.5	126.0
<i>Tobacco mosaic</i>	2,400.0	4,800.0	7,200.0	9,600.0

#### **Yeast**

<b>Micro-organism (microbe)</b>	<b>UV light exposure (dose) in J/m<sup>2</sup> required to achieve 90% – 99.99% reduction of the specified micro-organism types</b>			
	<i>90% 1 log</i>	<i>99% 2 log</i>	<i>99.9% 3 log</i>	<i>99.99% 4 log</i>
<i>Brewers yeast</i>	33.0	66.0	99.0	132.0
<i>Common yeast cake</i>	60.0	120.0	180.0	240.0

<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	60.0	120.0	180.0	240.0
<i>Saccharomyces ellipsoideus</i>	60.0	120.0	180.0	240.0
<i>Saccharomyces spores</i>	80.0	160.0	240.0	320.0

- *Hedefin ışık kaynağına uzaklığı önemlidir. Etki uzaklığın karesiyle orantılı olarak azalır. Örneğin hedef-ışık arası mesafeyi 10 cm'den 100 cm'ye çıkarmak etkiyi yüzde birine düşürür.*
- *Işığın direkt olarak göze gelmemesi sağlanmalıdır.*
- *UVGI lambalarının üretiminde az miktarda civa kullanılmaktadır. Kırılmaya karşı tedbir alınmalıdır. Koruyucu kılıf UV geçişine izin veren .şeffaf PTFE, vb. olabilir.*
- *UV çalışma saati izlenmelidir. Verim %90 noktasına geldiğinde değişim sağlanmalıdır. Bu nokta ana üreticiler için 9000 saat civarındadır. Bu 7 gün 24 saat çalışmada yaklaşık 1 yıl anlamına gelir. Ancak pass-box uygulamalarında olduğu gibi (Yaklaşık 20 saniye) çok kısa süreli ve sık çalışmalarda ömür daha kısa olacaktır.*
- *Dizaynda bakım / lamba değişimi amaçlı erişim kolay olmalı, bakım öncesi cihaz yakınında bir kapatma düğmesi mevcut olmalıdır.*
- *Hava kanalı uygulamalarında hava hızı 5-6 m/s değerlerini aşmamalı, aşıyorsa ışınım miktarı aşılan hızla orantılı olarak artırılmalıdır.*