

# Ankara Üniversitesi

## Hızlandırıcı Teknolojileri Enstitüsü

AP – AC Marka UVGI Hava Sterilizasyon Cihazlarının Işınım Şiddetlerinin Ölçülmesi ve Uluslararası Standartlara Göre Değerlendirilmesi Raporu

18.11.2020

  
Doç. Dr. Avni AKSOY

  
Dr. Hatice YILMAZ ALAN



Konu	UVC Lamba Işınım Güç Değerleri Ölçümü
Sayfa	1 /20

## İçindekiler

1.Giriş.....	1
2.Kapsam.....	3
3.Ölçüm Ortamı ve Düzenegi.....	3
4.Ölçüm Sonuçları.....	5
5.Sonuç.....	14
6.Referanslar.....	18

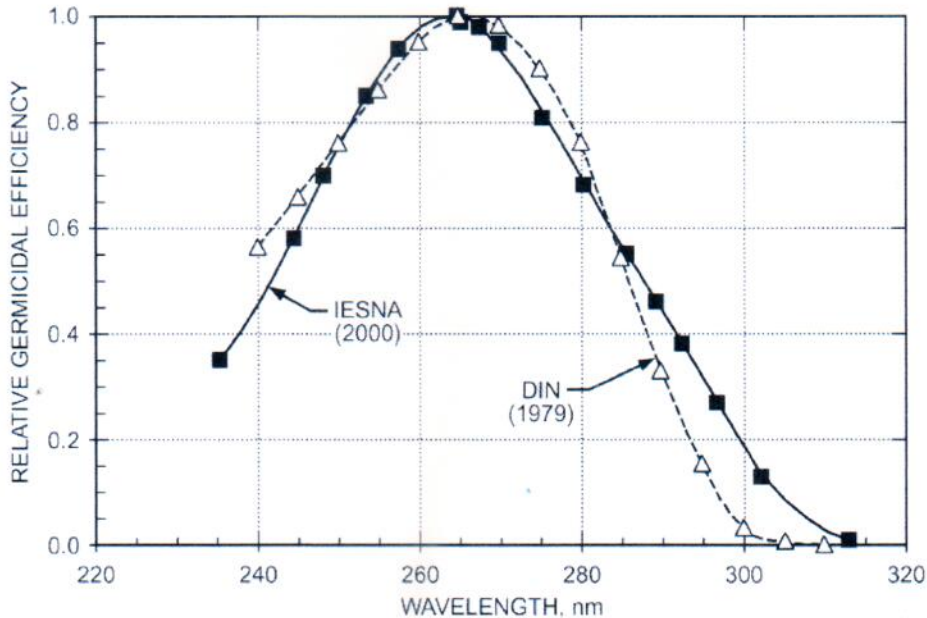
Doç. Dr. Avni AKSOY

Dr. Hatice YILMAZ ALAN

## 1. Giriş

2019 yılının son aylarında ortaya çıkan ve 2020 yılının başlarında tüm dünya ülkelerine yayılarak küresel bir sağlık sorunu haline gelen ve pandemi olarak ilan edilen Covid-19 virüsünün (Koronavirüs) ve diğer canlı mikroorganizmaların etkinliğini yok etmek için farklı yöntemler denenmektedir. Dünyanın önde gelen kuruluşlarında olduğu gibi ülkemizde de virüse karşı direnç geliştirme ve yok etme amaçlı araştırma geliştirme deneyleri ve çalışmaları denenmektedir. Bakteri ve virüs (Covid 19 dahil) vb. mikroorganizmaları hava ortamında yok ederek iç hava kalitesini artırmanın farklı bir yöntemi ise UV-C (100 - 280 nm) özellikle lamba içeren sistemlerin kurulmasıdır. Yaklaşık 254 nm dalga boylu yüksek enerjiye sahip UV-C ışınları mikroorganizmaların hücre zarından içeri süzülerek DNA'yı oluşturan nükleik asitler tarafından absorbe edilir. Bunun sonucunda ise DNA zinciri birçok noktadan tahrip olur. DNA'sı bozulan canlıların ise üreme dahil bütün hücre faaliyetleri durur ve hücre ölümü gerçekleşir. UV-C ışını içeren UV-C lambalar kısa erimli mesafelerde DNA yapısını bozduğundan, ortamdaki bakteri, mikroorganizma, virüs (Covid 19 dahil) vb. insan sağlığını tehdit edecek canlıların etkinliğini yok edebilmektedir. Sars2, Covid 19 gibi dünya sağlığını riske eden mikroorganizmaların öncelikli olarak ortamdan yok edilmesi gerekmektedir. Bunun için UV-C sterilizasyon sistemleri, son yıllarda ise UVC-UVGI sistemleri hava ve yüzey ortamdaki mikroorganizmaları yok etmek için önerilmektedir [ 1- 7].

Çok çeşitli mikroorganizmaların DNA'sını bozarak onları zararsız hale getirebilen UV-C enerjisinin çeşitli dalga boylarında DNA hasarına neden olan etkinliği Şekil 1' de gösterilmektedir [1].



Şekil 1: UV-C ışınlarının mikrop kırıcı verimliliği



Konu	UVC Lamba Işınım Güç Değerleri Ölçümü
Sayfa	3 /20

Bu raporda, MTM Mühendislik firması tarafından tasarlanan "AP – AC marka Upper Room UVGI Hava Sterilizasyon" cihazlarının uluslararası standartlara göre uygunluğunu test etmek amacıyla konumlarına bağlı olarak ışınım şiddeti ( $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ) değerleri ölçümleri yapılmıştır. AP – AC Wall (duvar tipi) Upper Room (Üst Oda) UVGI (Ultraviolet Germicidal Irradiation) ve AP – AC Ceiling (tavan tipi) Upper Room (Üst Oda) UVGI (Ultraviolet Germicidal Irradiation) Hava Sterilizasyon Cihazı olmak üzere iki farklı modelde tasarlanan cihazların içerisinde kullanılan lambalar OSRAM marka olup üretici firma tarafından 254 nm dalga boyunda olduğu beyan edilmiştir.

Bu ölçüm kapsamında; ölçümlerin gerçekleştirileceği odaya monte edilen AP – AC Wall ve AP – AC Ceiling tipi olmak üzere iki ayrı üst oda UVGI (upper room - Ultraviolet Germicidal Irradiation) hava sterilizasyon cihazının kartezyen koordinatları içeren belirli yükseklik ve mesafelerde ışınım güçlerinin radyometre ile konumlarına göre ölçümleri yapılmıştır.

## 2. Kapsam

MTM Mimarlık Müh. İnş. Taah. Ve Tic. Ltd. Şti ( Aşağı Öveçler Mah. 1326. Cad. Figen Apt. No:5/1 Çankaya ANKARA) firmasının üretmekte olduğu "AP- AC marka Upper Room UVGI Hava Sterilizasyon Cihazları"nın ortam havasında bulunan bakteri, virüs vb. mikroorganizmaları sterilize edebileceği ifade edilmektedir. Bu rapor; UV-C lamba içeren duvar tipi ve tavan tipi üst oda UVGI hava sterilizasyon cihazlarının UV-C lamba ışınım şiddeti değerlerinin ölçülmesi, uluslararası standartlara göre uygunluğunun değerlendirilmesi ve UVGI özellikteki cihazların etkin bir ortam sterilizasyonu sağlarken oluşturabileceği UV-C maruziyetlerinin insan sağlığını korumak amacıyla uluslararası yetkin kuruluşlar tarafından belirlenen limit değerlerle kıyaslanmasına yöneliktir.

### 2.1. Tanımlar

- **Ultraviyole (UV):** Dalgaboyu 10 nm ile 400 nm arasında değişen, görünür ışıktan daha kısa dalga boylu ancak X ışınlarından daha uzun dalga boyuna sahip olan bir elektromanyetik radyasyon şeklidir. Bu tip ışınlar Ultraviyole (UV) ışın denir.
- **UV-A :** Dalga boyu 315 – 400 nm aralığındaki UV ışınlarıdır.
- **UV-B :** Dalga boyu 280 – 315 nm aralığındaki UV ışınlarıdır.
- **UV-C :** Dalga boyu 200 – 280 nm aralığındaki UV ışınlarıdır.
- **UVGI:** UVGI (Ultraviolet Germicidal Irradiation – Ultraviyole Mikrop Kırıcı Işınım) 254 nm dalga boyundaki ultraviyole mikrop öldürücü özellikteki UV-C ışınlarıdır.
- **Işınım Şiddeti:** Birim yüzey alanı başına bir yüzeyde meydana gelen ışınım şiddetidir ve genellikle santimetre kare başına mikro watt ( $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ) cinsinden bildirilir.

## 3. Ölçüm Ortamı ve Düzenegi

UV-C lamba ışınım şiddeti ölçümleri Ankara Üniversitesi Hızlandırıcı Teknolojileri Enstitüsü C Blok- C002 numaralı odada gerçekleştirilmiştir.

Odanın fiziksel parametreleri:

Yükseklik : 3.90 m

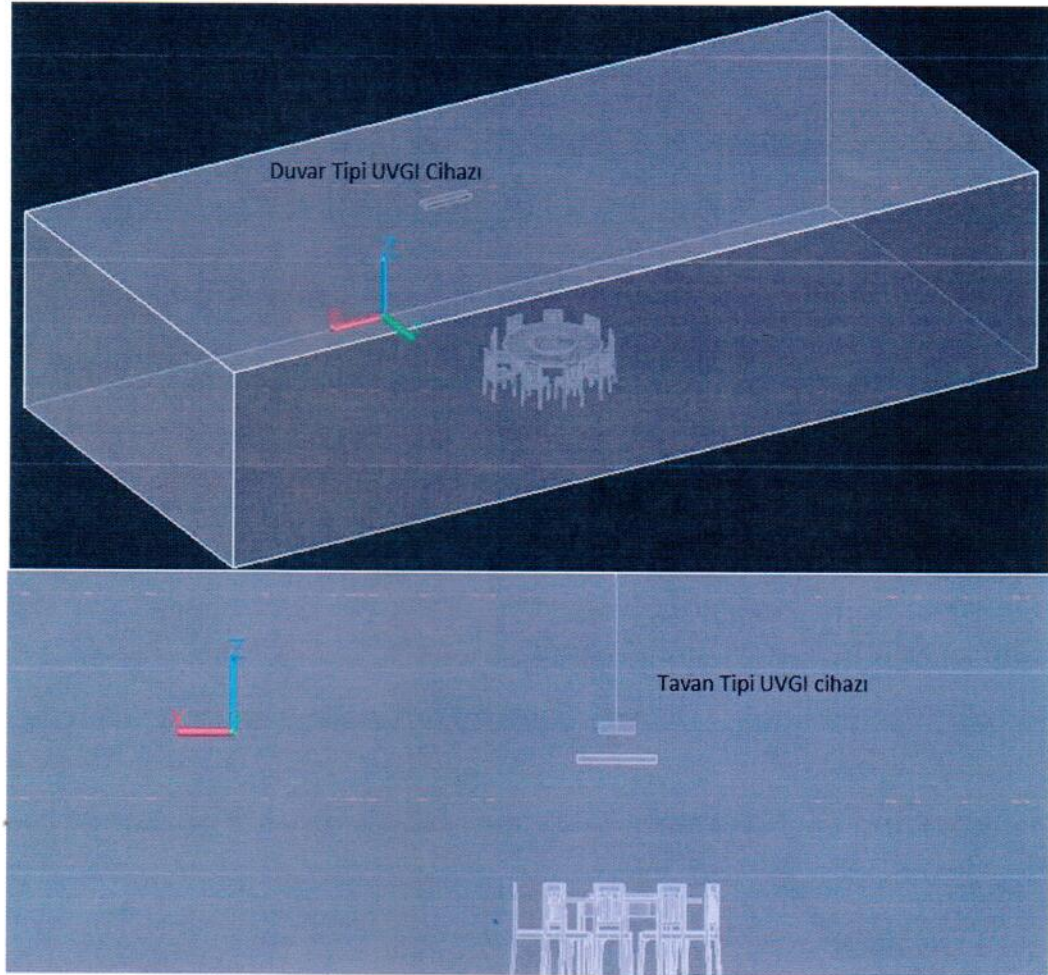
Genişlik : 7.98 m

Uzunluk : 17.66 m  
Alanı : 140.93 m<sup>2</sup>

Ölçüm koşulları:

UVC Lamba : 254 nm dalgaboylu  
Oda sıcaklığı : 22 - 25 °C  
Oda nemi : 28% - 33%  
Oda background UVC Değeri : ~0  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$

Şekil 2 ölçümlerin yapıldığı ortamın görüntüsünü vermektedir.



Şekil 2: Ölçüm odası

### 3.1. Ölçümlerde Kullanılan Cihazlar

**3.1.1 Radyometre:** UV-C ışınlarının ışınım şiddetlerini ölçmek için UVC metre (radyometre) cihazları kullanılır. AP – AC Wall ve AP – AC Ceiling olmak üzere iki ayrı tipteki UV-C hava strelizasyon cihazlarının x, y ve z kartezyen koordinatlarındaki belirli mesafelerdeki ışınım şiddeti değerlerinin belirlenmesi için "DeltaOHM marka, HD2102.2 model ölçüm cihazı ve LP471 PHOT ölçüm probu" kullanılmıştır (Şekil 3).



Şekil 3: Ölçümlerde kullanılan UVC metre - ışık ölçer cihaz

**3.1.2 UVC Lambalar:** AP – AC Wall ve AP – AC Ceiling tipi hava sterilizasyon cihazlarında kullanılan UV-C lambalar OSRAM marka olup bu lambaların dalga boylarının 254 nm olduğu bilinmektedir [8]. AP – AC Wall tipi cihaz için 1 adet 30 W güce sahip Germicidal PURITEC HNS 30 W G13 G30T8/OF model UV-C lamba, AP – AC Ceiling model için 2 adet özdeş 18 W güce sahip PURITEC HNS L 18 W GFT18DL/2G11/SE/OF model lambalar (Şekil 4) MTM firması tarafından sterilizasyon cihazlarına monte edilmiştir.



Şekil 4: UVGI cihazlarında kullanılan UVC Lambalar

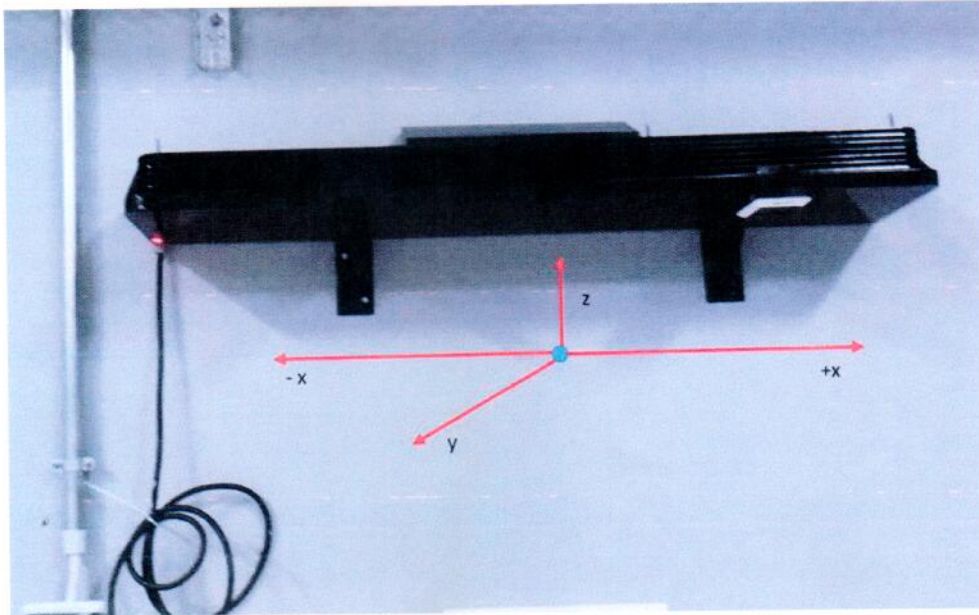
#### 4. Ölçüm Sonuçları

MTM Mimarlık Müh. İnş. Taah. Ve Tic. Ltd. Şti firması tarafından tasarlanan UV-C özellikle lamba içeren “ AP – AC Wall Upper Room UVGI Hava Sterilizasyon Cihazı” ve “ AP – AC Ceiling Upper Room UVGI Hava Sterilizasyon Cihaz” ları için elde edilen ölçüm sonuçları aşağıda paylaşılmıştır.

##### 4.1. AP-AC Wall (Duvar Tipi) Upper Room UVGI Hava Sterilizasyon Cihazı

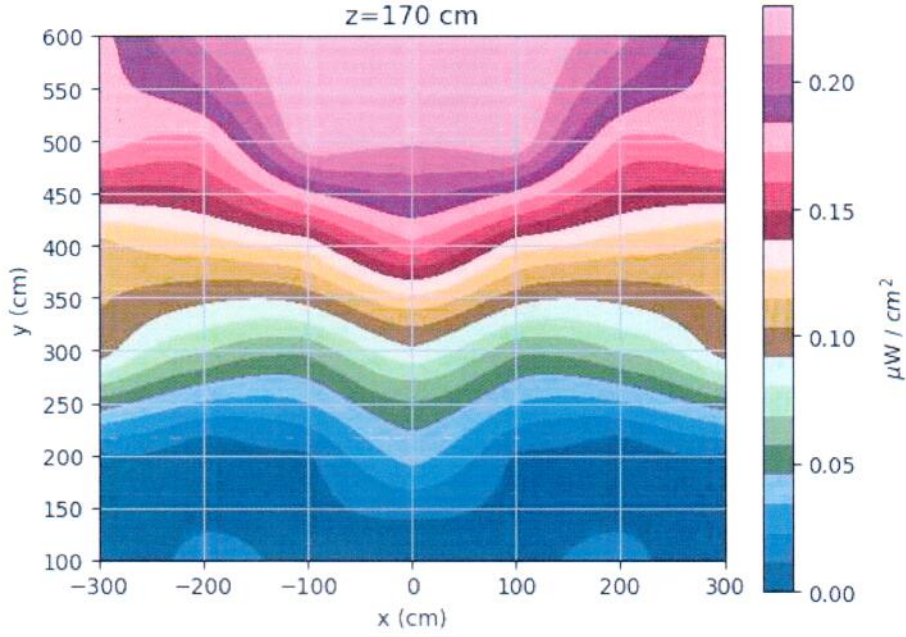
Zeminden 210 cm yükseklikte duvara monte monte edilen hava strelizasyon cihazı 98 cm uzunluğunda 21 cm genişliğinde olup 7.5 cm yüksekliğe sahiptir (Şekil 5). Cihazın içinde bir adet 30 Watt UV-C lamba bulunmaktadır. Ölçümler %32 nem ve 24.2°C sıcaklıkta alınmıştır. AP – AC Wall UVGI cihazına ait elde edilen ölçüm sonuçları aşağıda grafiklendirilmiştir.

Ölçümler alınırken kullanılan koordinat sisteminde (cihazın ışığı yaydığı yön dikkate alınarak) x-ekseni, cihazın uzun kenarına paralel olan eksen; y-ekseni cihazın uzun kenarına dik olan eksen ve z-ekseni ise yerden yüksekliği ifade etmektedir (Şekil 5). x-ekseninin orijini cihazın uzun kenarının tam ortası, y-ekseninin orijini cihazın duvara değdiği nokta ve z-ekseninin orijini ise oda tabanı kabul edilmiştir.



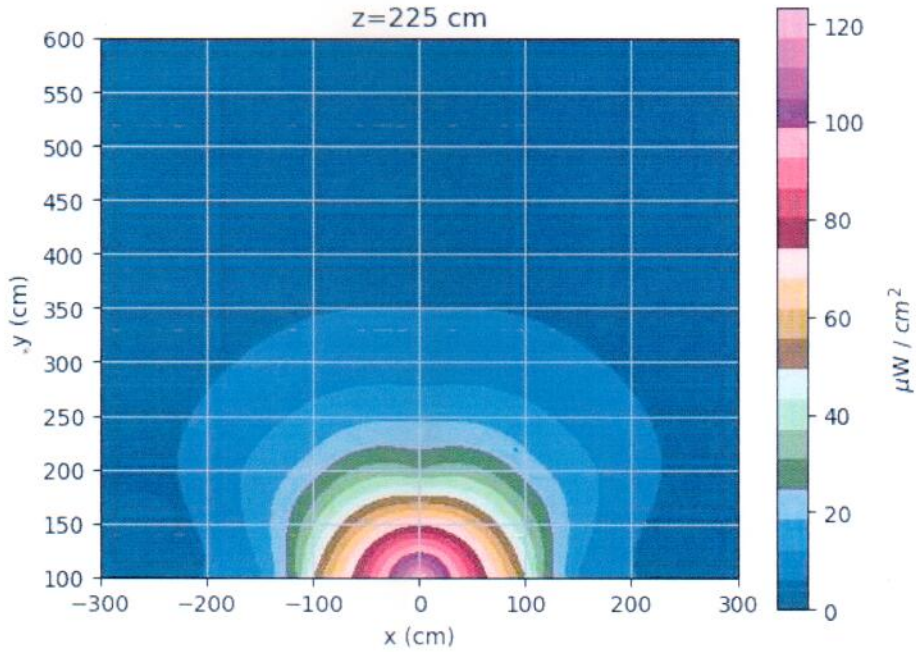
Şekil 5: AP – AC Wall Upper room UVGI Cihazı

UV-C lamba içeren UVGI sistemleri için göz sağlığını korumak amacıyla göz seviyesi hizasında lambalardan çıkan ışınım şiddeti değerlerinin ( $< 0.4 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ ) kontrol altında tutulması gerekmektedir [9]. Duvar tipi sterilizasyon cihazı için  $z=170$  cm yükseklikte elde edilen şiddet değerleri göz sağlığını korumak için yetkin kuruluşlar tarafından belirlenen maruz kalma limit değerinin altındadır. Şekil 6’te gösterilen grafik ile  $z=170$  cm’de alınan ölçümler verilmektedir.



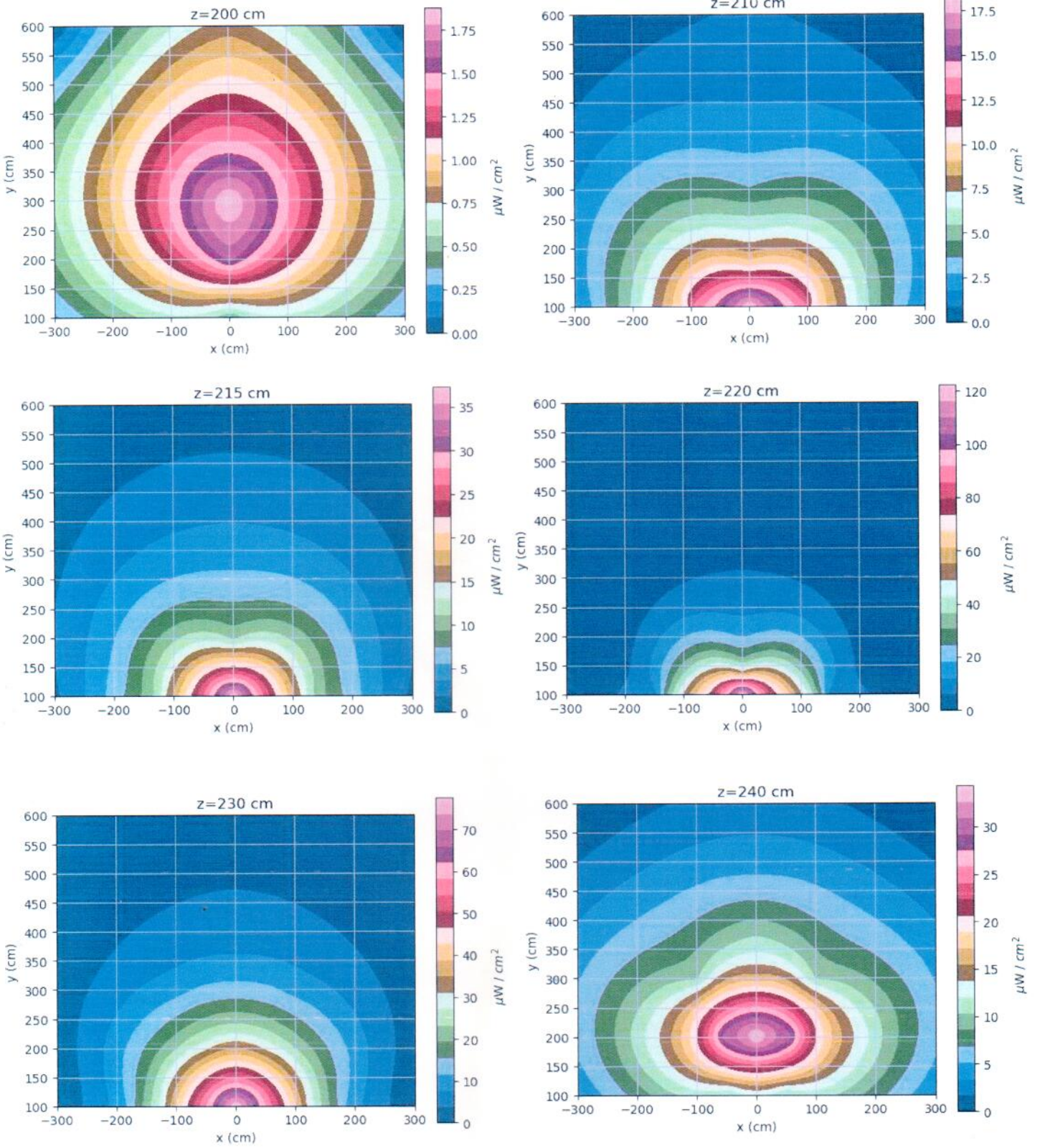
Şekil 6:  $z=170$  cm de ışınım şiddeti değerleri

Farklı yüksekliklerden alınan ( $z=200, 210, 215, 220, 225, 230, 235$  ve  $240$  cm) x-y düzleminin ölçüm sonuçları aşağıdaki şekillerde sunulmaktadır. (Şekil 7 ve Şekil 8). Şekil 7, x-y düzlemindeki en yüksek ışınım şiddeti değerinin alındığı z yüksekliğinin ( $z=225$  cm); Şekil 8 ise farklı z yüksekliklerindeki x-y düzleminde alınan ölçüm sonuçlarını göstermektedir.



Şekil 7:  $z=225$  cm de ışınım şiddeti değerleri



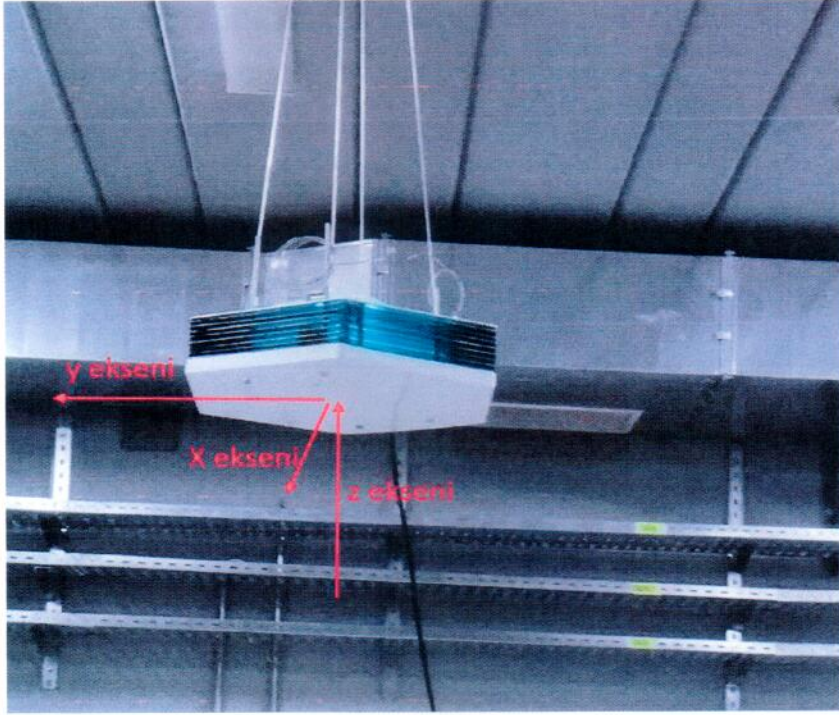


Şekil 8: Farklı z yüksekliklerinde ışınım gücü değerleri

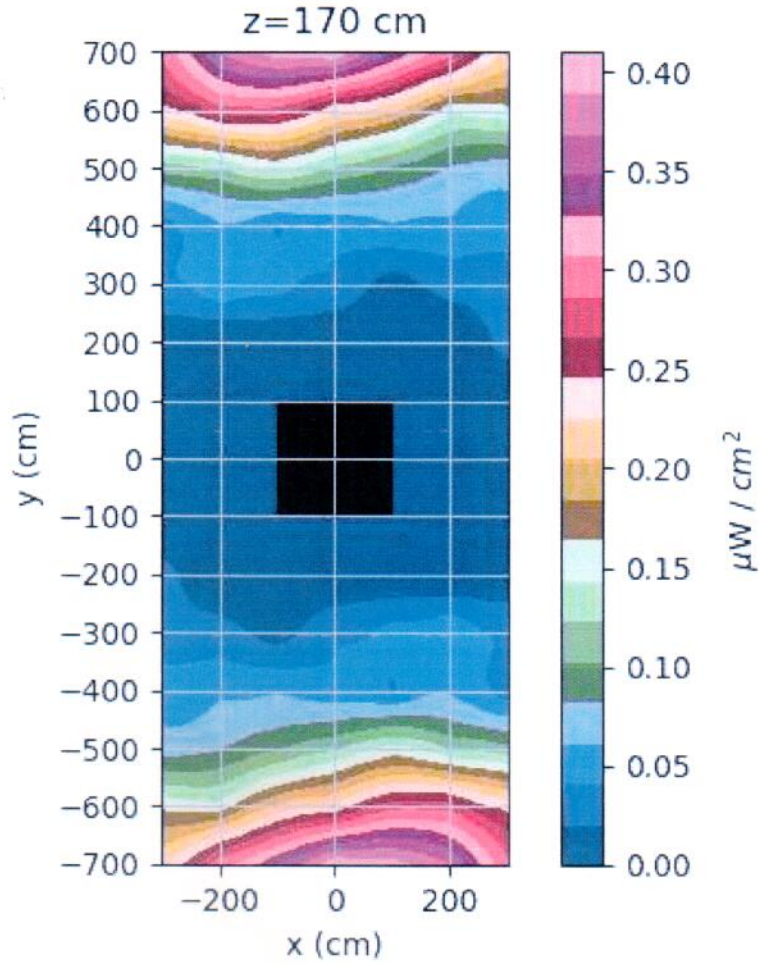
#### 4.2. AP -AC Ceiling (Tavan Tipi) Upper Room UVGI Hava Sterilizasyon Cihazı

Zeminden 240 cm yükseklikte tavana asılan AP – AC Ceiling UVGI hava sterilizasyon cihazı düzgün altıgen yapıda olup her bir kenarı 25 cm'dir (Şekil 9). İki köşesi arasındaki uzunluk 50 cm' dir. Cihazın içinde iki adet 18 Watt UV-C lamba bulunmaktadır. Ölçümler %28 nem ve 22.2°C sıcaklıkta alınmıştır. Tavan tipi cihaza ait ölçümler aşağıda grafiklendirilmiştir. Şekil 10, z = 240 cm yüksekliğe asılan cihaz için z=170 cm'deki ışınım şiddeti değerlerine ait verileri göstermektedir.

Ölçümler alınırken kullanılan koordinat sisteminde (cihazın ışığı yaydığı yön dikkate alınarak) x-ekseni, cihazın merkezine paralel yöndeki eksen, y-ekseni cihazın merkezine dik olan eksen ve z-ekseni ise yerden yüksekliği ifade etmektedir (Şekil 9). x ve y eksenlerinin orijini cihazın tam ortasını, z-ekseninin orijini ise oda tabanı kabul edilmiştir.



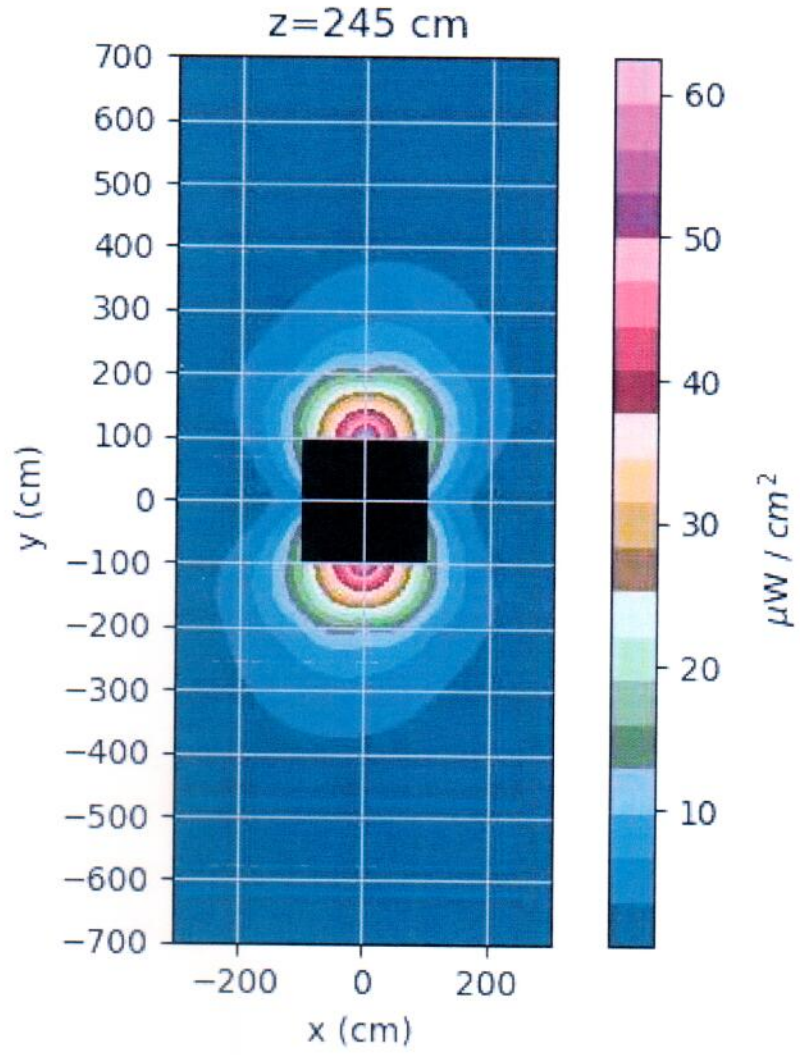
Şekil 9: AP – AC Ceiling Upper Room UVGI cihazı



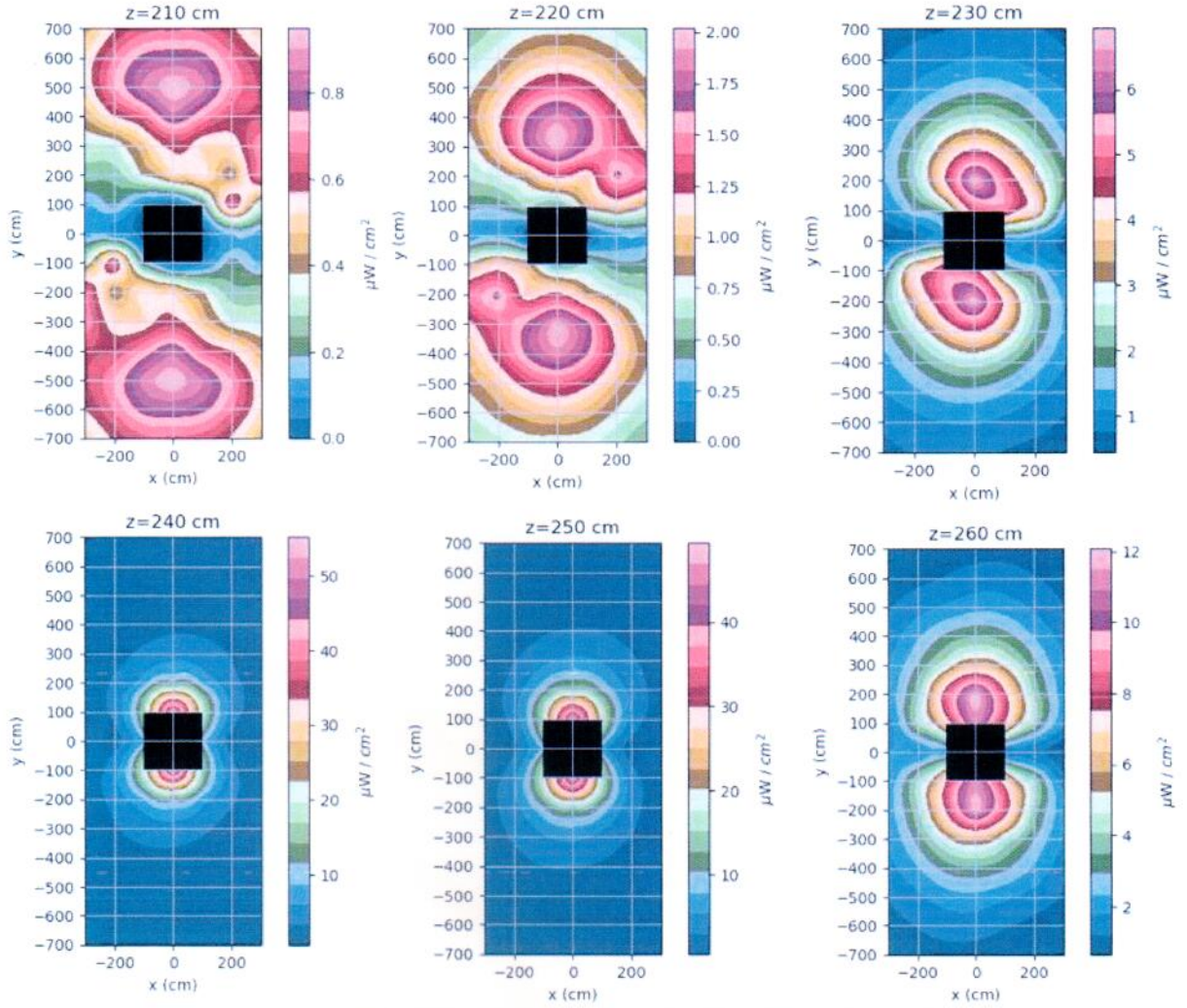
Şekil 10:  $z=170$  cm 'de ışınım şiddeti değerleri

Şekil 11, x-y düzlemindeki en yüksek ışınım şiddeti değerinin alındığı z yüksekliğinin ( $z=245$  cm), Şekil 12 ise farklı yüksekliklerden alınan ( $z=240, 250, 260, 270$  cm) x-y düzleminin ölçüm sonuçlarını göstermektedir.

AP – AC Ceiling tavan tipi cihaza ait şekillerdeki grafiklerde bulunan siyah kare alanlar, cihazın asılı olduğu kısımdan itibaren yatay düzlemdeki bir metrelik alanları ifade etmektedir. Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde cihaz konumundan itibaren bir metrelik mesafelerden sonra ölçüm alınması gerektiği vurgulanmaktadır.



Şekil 11:  $z = 245 \text{ cm}$ 'de ışınım şiddeti değerleri



Şekil 12: Farklı z yüksekliklerinde ışınım şiddeti değerleri



Konu	UVC Lamba Işınım Güç Değerleri Ölçümü
Sayfa	13 /20

## 5. Sonuç

MTM Mimarlık Müh. İnş. Taah. Ve Tic. Ltd. Şti tarafından AP - AC markasıyla üretilen AP – AC Wall ve AP – AC Ceiling olmak üzere iki ayrı model Upper Room UVGI Hava Sterilizasyon Cihazlarının içerisinde kullanılan UV-C özellikteki lambaların ışınım şiddetleri farklı mesafelerde ölçülerek bu raporda detaylandırılmıştır.

AP - AC Wall (Duvar Tipi) Upper Room UVGI Hava Sterilizasyon Cihazı ve AP - AC Ceiling (Tavan Tipi) Upper Room UVGI Hava Sterilizasyon Cihazı olarak adlandırılan bu cihazlara ait UV-C lamba ışınım gücü verileri uluslararası standartlara göre değerlendirilmiştir.

Cihazların içerisinde kullanılan UV-C lambaların tedarik edildiği firma olan OSRAM tarafından verilen bilgilere istinaden dalga boyunun 254 nm olduğu bilinmektedir. AP - AC Wall cihazında bir adet 30 Watt ve AP - AC Ceiling cihazında iki adet 18 Watt lamba kullanılmıştır.

UV-C lambalardan açığa çıkan UV-C lamba ışınım şiddetleri  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$  ya da  $\text{J}/\text{m}^2$  birimleri cinsinden ifade edilmektedir. Bu rapor kapsamında ışınım şiddeti değerleri birimi  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$  cinsinden kaydedilmiştir. AP-AC cihazları için belirli konumlardaki sonuçlar 4. başlıkta grafiklendirilmiştir.

UVGI sistemlerinde; mikrobiyal inaktivasyonu sağlamak için yeterli bir UVGI seviyesi sağladığının doğrulanması ve odanın alt (dolu) bölümünde çalışanlar kişilerin UVGI maruziyeti değerlerinin ölçülmesi gerekmektedir. UV özellikteki lambaların sterilizasyon amacıyla kullanılabilir olması için belirlenen üç farklı temel kriter bulunmaktadır. Uluslararası yetkin kuruluşlarca açıklanan raporlara göre UVGI cihazlarının mikroorganizmaları yok edebilmeleri aşağıdaki kriterleri sağlamaları gerekmektedir.

1- Upper Room UVGI ultraviyole sterilizasyon mikrop kırıcı ışınlama sistemleri için etkili sterilizasyon sağlanabilmesi amacıyla ideal UV-C ışınım şiddetinin minimum değerinin  $>10 \mu\text{W}/\text{cm}^2$  olması gerekmektedir [9].

AP – AC marka UVGI hava sterilizasyon cihazlarının ışınım şiddeti değerleri ve bu değerlerin  $10 \mu\text{W}/\text{cm}^2$  değerinden fazla olduğu alanlar bölüm 4' teki şekillerden görülmektedir.

2- CDC/NIOSH ve ACGIH kuruluşları tarafından göz ve cilt sağlığını UV-C ışınımının zararından korumak amacıyla için önerilen mücadele edilebilir maksimum ışınım şiddeti değeri 254 nm dalga boyunda 8 saatlik bir periyot için  $6 \text{ mJ}/\text{cm}^2$  dir [10,11,12]

UVGI özellikteki cihazların UV-C ışınlarına maruz kalma değeri 8 saatlik bir iş günü için  $0.2 \mu\text{W}/\text{cm}^2$  olarak belirlenmiştir[10]. Bu süre,  $0,2 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ 'de 8 saat sürekli maruziyet veya  $0,4 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ 'de 4 saat veya  $0,8 \mu\text{W}/\text{cm}^2$  de 2 saat maruz kalma ile sınırlandırılabilir [10,11]. Bu konuda yapılan çalışmalar ile yetkin kuruluşlar ve literatür verileri dikakte alındığında UV ışınlarının göz ve ciltteki etkileri için belirlenen maruz kalma limit değerleri göz seviyesi için kabul edilebilir maksimum ışınım şiddeti değeri  $0.4 \mu\text{W}/\text{cm}^2$  olarak kabul edilmektedir [9,13].

AP – AC Wall ve AP – AC Ceiling model Upper Room UVGI Hava Sterilizasyon cihazları için göz ve cilt UVGI maruziyetlerini belirlemek için ölçümler alınırken  $z=170$  cm yüksekliği dikkate alınmıştır. AP – AC Wall Upper Room UVGI Hava Sterilizasyon cihazı  $210$  cm yüksekliğe monte edildiğinde  $y=600$  cm'ye kadar  $z=170$  cm yüksekliğindeki UV-C ışınım şiddeti değerleri  $0 - 0.23 \mu W/cm^2$  aralığında değişmektedir. AP – AC Ceiling Upper Room UVGI Hava Sterilizasyon cihazı  $240$  cm yüksekliğe asıldığında  $y=600$  cm'ye kadar  $z=170$  cm'deki UV-C ışınım şiddeti değerleri  $0 - 0.28 \mu W/cm^2$  aralığında değişmektedir.

AP – AC Wall ve AP – AC Ceiling cihazları için göz ve cilt maruziyetini belirlemek amacıyla yapılan ışınım şiddeti ölçüm sonuçları, uluslararası yetkin kuruluşlar tarafından göz ve cilt sağlığını korumak amacıyla belirlenen müsaade edilebilir limit değerlerinin ( $0.4 \mu W/cm^2$ ) altındadır. AP – AC Wall ve AP- AC Ceiling model cihazlar için göz ve cilt sağlığı korumak amacıyla belirlenen limit değerler kriterine uygundur.

3- CDC/NIOSH kuruluşu tarafından yayınlanan raporlarda belirtilen  $254$  nm dalga boyunda UVGI cihazlarının etkili sterilizasyon sağlayabilmesi için UV-C lambalarından yayılan ortalama ışınım şiddeti değerlerinin  $30 \mu W/cm^2$  ile  $50 \mu W/cm^2$  değerleri arasında olması gerektiği belirtilmektedir [12].

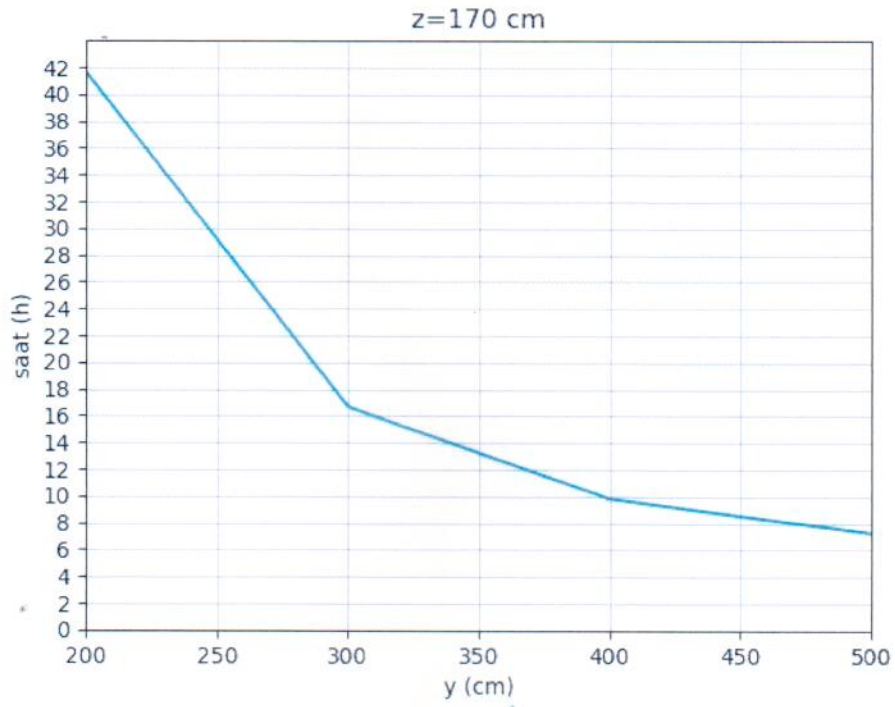
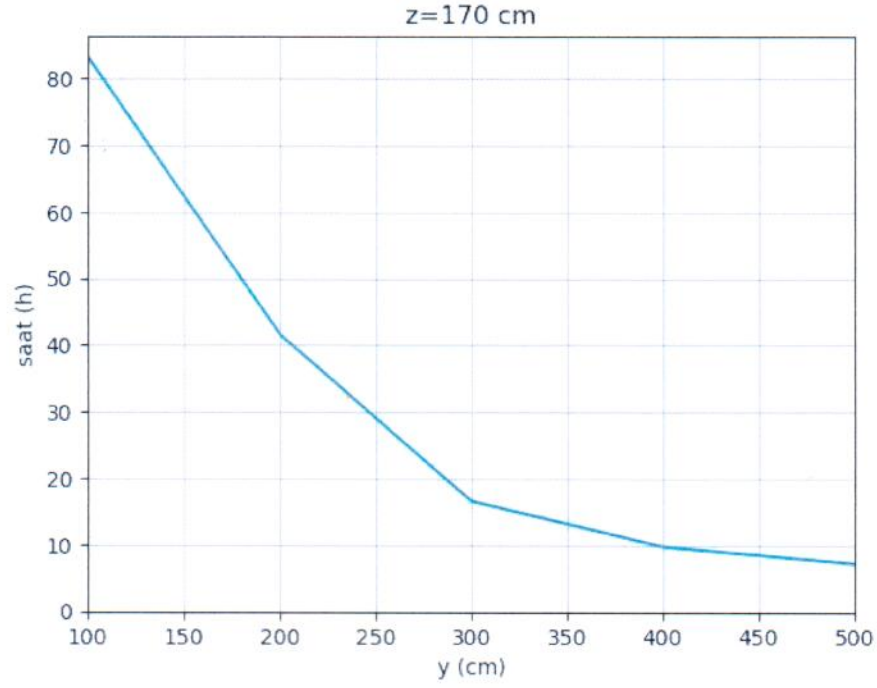
AP – AC Wall Upper Room UVGI Hava Sterilizasyon Cihazı için  $210$  cm yüksekliğe monte edildiğinde x-y düzlemindeki en yüksek ışınım şiddeti değerinin alındığı z yüksekliği  $z=225$  cm dir. AP – AC Wall Upper Room UVGI Hava Sterilizasyon Cihazının ortalama ışınım şiddeti  $x=0$  ve y yönünde  $100$  ile  $500$  cm arasındaki mesafelerde  $37.50 \mu W/cm^2$  dir.

AP – AC Ceiling Upper Room UVGI Hava Sterilizasyon Cihazı için  $240$  cm yüksekliğe monte edildiğinde x-y düzlemindeki en yüksek ışınım şiddeti değerinin alındığı z yüksekliği  $z=245$  cm dir. AP – AC Ceiling Upper Room UVGI Hava Sterilizasyon Cihazının ortalama ışınım şiddeti  $x=0$  ve y yönünde  $100$  ile  $250$  cm arasındaki mesafelerde  $31.83 \mu W/cm^2$  dir.

UV özellikteki ışınım için  $254$  nm dalga boyunda müsaade edilebilir ışınım gücü limit değeri  $6 mJ/cm^2$  ( $6000 \mu J/cm^2$ ) dir. UV özellikteki ışınım için müsaade edilebilir maruz kalma süresi aşağıdaki denklemle ifade edilir [1,11].

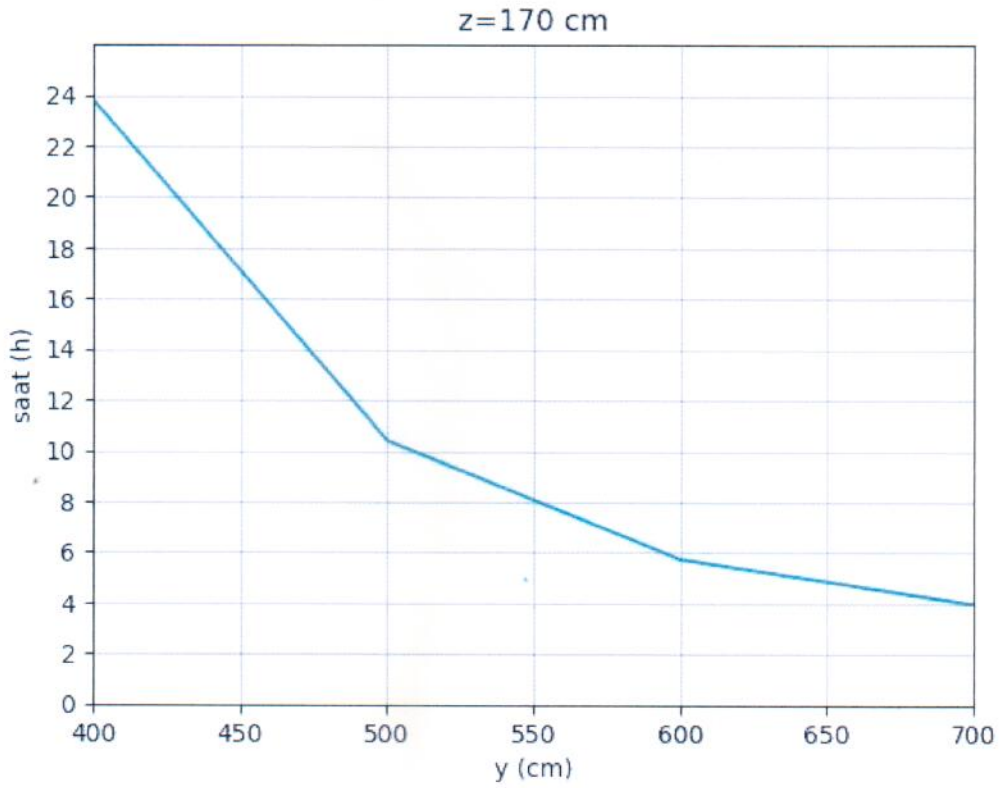
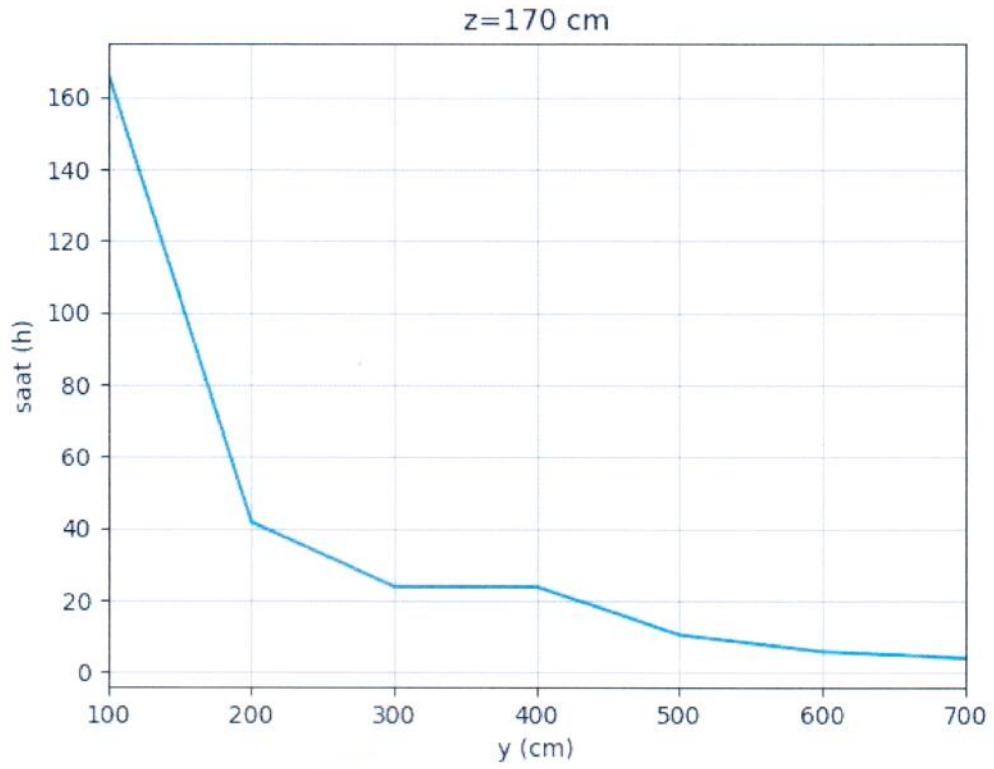
$$\text{Maruz Kalma Süresi} = \frac{6 [mJ/cm^2]}{\text{Işınımın Güç Değeri} [\mu W/cm^2]}$$

Uluslararası yetkin kuruluşlar tarafından tanımlanan müsaade edilebilir ışınım gücü limit değeri ve bu değerle ilişkili olarak maruz kalma süresi ile ilgili yapılan hesaplamalar AP-AC Wall cihaz için Şekil 13 ve AP-AC Ceiling cihaz için Şekil 14'te gösterilmektedir.



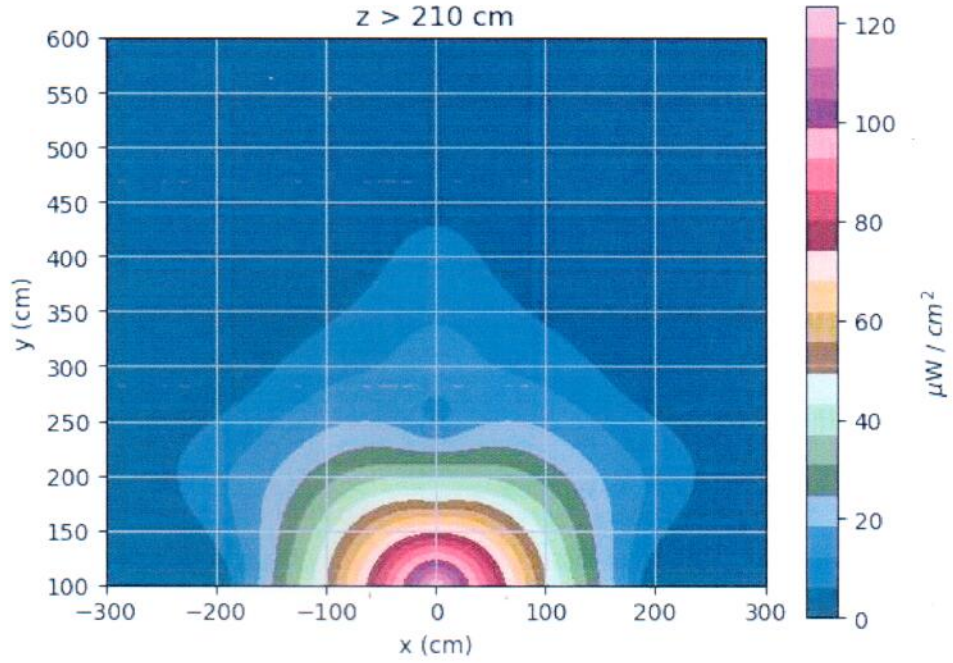
Şekil 13: AP – AC Wall (210 cm'de asılı)UVGI cihazı için çalışma süreleri



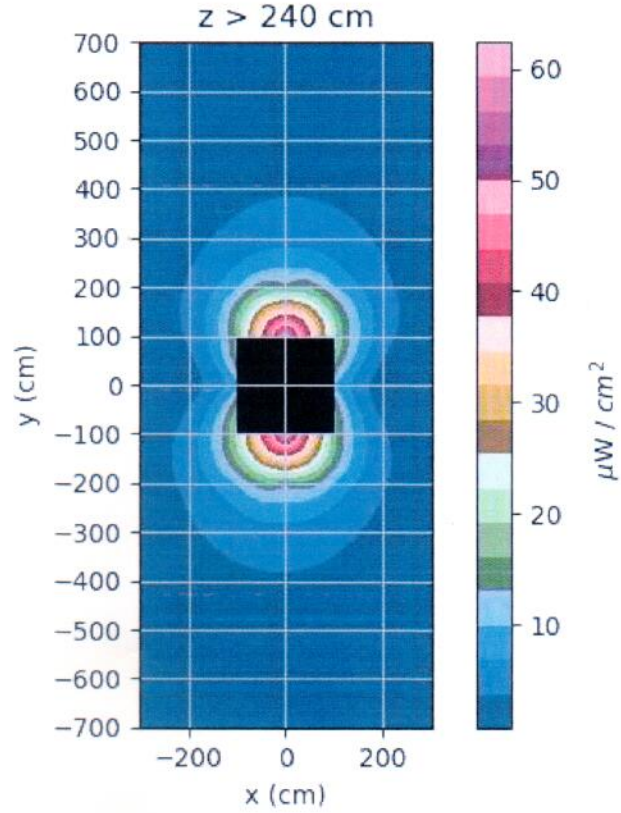


Şekil 14: AP – AC Ceiling 240 cm'de asılı UVGI cihazı için çalışma süreleri

MTM firması tarafından hava ortamında sterilizasyonu sağlamak amacıyla tasarlanan AP – AC Wall ve AP – AC Ceiling UVGI hava sterilizasyon cihazlarına ait cihazların asılı bulunduğu konumlardan üst noktalarda (duvar tipi için 210-240 cm aralığında, tavan tipi için 240-260 cm aralığında) alınan ölçümlerin maksimum değerlerinin verildiği grafikler sırasıyla Şekil 15 ve Şekil 16'de sunulmuştur.



Şekil 15: 210 cm'de asılı duvar tipi UVGI cihazı için ışınım şiddeti değerleri



Şekil 16: 240 cm' de asılı tavan tipi UVGI cihazı için ışınım şiddeti değerleri

Şekil 15, 210 cm'de asılı AP – AC Wall UVGI cihazı için 210 cm'den 240 cm konumuna kadar olan maksimum ışınım şiddeti değerleri ve bu değerlerin dağılımını göstermektedir. Şekil 16, 240 cm'de asılı AP – AC Ceiling UVGI cihazı için 240 cm'den 260 cm konumuna kadar olan maksimum ışınım şiddeti değerleri ve bu değerlerin dağılımını göstermektedir.

Ayrıca, UVGI cihazlarında optimum verimliliğin sağlanabilmesi için American Institute of Architects (AIA) ve the American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE) kuruluşlarının verilerine dayanarak CDC/NIOSH tarafından cihazların kurulacağı alanların bağıl nem seviyesinin 60% değerinin altında olması önerilmektedir. Aynı şekilde ASHRAE ve AIA tarafından geliştirilen öneriler kapsamında sıcaklığın ise 20-24 °C arasında bir değerde olması önerilmektedir [12].



Konu	UVC Lamba Işınım Güç Değerleri Ölçümü
Sayfa	19 /20

Çalışma kapsamında, duvar ve tavan tipi olmak üzere her iki ayrı model için ışınım gücü değerlerinin etkili sterilizasyon için  $>10 \mu\text{W}/\text{cm}^2$  olduğu alanlar, göz sağlığını korumak için  $< 0.4 \mu\text{W}/\text{cm}^2$  olduğu alanlar ve genel ışınım gücü değerleri raporda aktarılmıştır. Söz konusu lambaların literatür verilerine dayanarak hava oratımı temizliği sağlayabileceği görülmektedir ancak ortamdaki mikroorganizmaları ne kadarlık bir süre içinde ne kadar oranda yok ettiğinin belirlenmesi için analiz laboratuvarlarında mikroorganizmalar üzerinden analiz yapılması önerilmektedir.

## 6. Referanslar

1. 2016 ASHRAE Handbook—HVAC Systems and Equipment, Chapter 17,Ultraviolet Lamp systems.
2. Sonya Milonova, et al, 2016, Occupant UV Exposure Measurements for Upper-Room Ultraviolet Germicidal Irradiation, J Photochem Photobiol B., 159: 88–92. doi:10.1016/j.jphotobiol.2016.03.009.
3. Clive. B.Beggs, Upper-room ultraviolet air disinfection might help to reduce COVID-19 transmission in buildings, <https://doi.org/10.1101/2020.06.12.20129254>
4. Lidia Morawska, et all, 2020, How can airborne transmission of COVID-19 indoors be minimised? Environment International 142-105842. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.105832>
5. Adel Haji Malayeri, et al, Fluence (UV Dose) Required to Achieve Incremental Log Inactivation of Bacteria, Protozoa, Viruses and Algae
6. C.L. Wu, et al, 2011, A new mathematical model for irradiance field prediction of upper-room ultraviolet germicidal systems, Journal of Hazardous Materials.
7. Manuela Buonanno, et al, Far-UVC light (222 nm) efficiently and safely inactivates airborne human coronaviruses, Doi: . [10.21203/rs.3.rs-25728/v1](https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-25728/v1)
8. [https://www.osram.com/ecat/PURITEC%20HNS%20UV-C-UV-C%20lamps%20for%20purification-Ultraviolet%20lamps-Industry-Specialty%20Lighting/com/en/GPS01\\_1028570/PP\\_EUROPE\\_Europe\\_eCat/](https://www.osram.com/ecat/PURITEC%20HNS%20UV-C-UV-C%20lamps%20for%20purification-Ultraviolet%20lamps-Industry-Specialty%20Lighting/com/en/GPS01_1028570/PP_EUROPE_Europe_eCat/)
9. Coker, A., E. Nardell, P. Fourie, W. Brickner, S. Parsons, N. Bhagwandin, and P. Onyebujoh. 2001. *Guidelines for the utilisation of ultraviolet germicidal irradiation (UVGI) technology in controlling the transmission of tuberculosis in health care facilities in South Africa*. South African Centre for Essential Community Services and National Tuberculosis Research Programme, Medical Research Council, Pretoria.
10. NIOSH. Criteria for a recommended standard occupational exposure to ultraviolet radiation. US Department of Health, Education and Welfare, Public Health Services, 1972; Publication no. (HSM) 73-110009.
11. TLVs and BEIs 2000. ACGIH Worldwilde Table 1, p. 165, ACGIH 1330 Kemper Meadow Drive, Cincinnati, OH 45240-1634.
12. Environmental Control for Tuberculosis: Basic Upper - Room Ultraviolet Germicidal Irradiation Guidelines for Healthcare Settings- DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES Centers for Disease Control and Prevention National Institute for Occupational Safety and Health-DHHS (NIOSH) Publication No. 2009-105 March 2009.
13. ASHRAE, Chapter 62, Ultraviolet Air and surface Treatment.



Konu	UVC Lamba Işınım Güç Değerleri Ölçümü
Sayfa	20 /20

**Düzenleyenler**

**18.11.2020**

**Doç. Dr. Avni AKSOY**

**Ankara Üniversitesi**

**Hızlandırıcı Teknolojileri Enstitüsü Müdürü**

**Dr. Hatice YILMAZ ALAN**

**Öğretim Görevlisi**