



## TÜRKİYE'DE İLK VE TEK, 'VİRÜS-FREE KAMPÜS': DOĞUŞ ÜNİVERSİTESİ ATAŞEHİR DUDULLU YERLEŞKESİ

### FIRST AND ONLY IN TURKIYE, 'VIRUS-FREE CAMPUS': DOĞUŞ UNIVERSITY, ATEŞEHİR DUDULLU CAMPUS

<https://doi.org/10.20854/bujse.1076118>

Tarık Baykara<sup>1,\*</sup>

#### Özet

Halen daha yoğun bir biçimde ve yeni varyantlarıyla Covid-19 salgını sürmektedir. Ne zaman sonuçlanacağına dair kesin bir zamanlama da verilememektedir. Sürekli tekrarlanan korunma ve tedbirler kapsamındaki yöntemlerin (maske, mesafe ve temizlik) yanı sıra UVC ışınlarının virüslere karşı etkin bir dezenfektan olduğu bilinmektedir. UVC sistemlerinden oluşmuş ışımaya donanımlarının Covid-19 virüsüne karşı etkin bir önlem olabileceği değerlendirilmiş ve Doğuş Üniversitesi yeni taşındığı Ataşehir-Dudullu Kampüsünün (HVAC) havalandırma sistemi içerisine ve yeni kampüsün farklı mekanlarına 254 nm'de ışımaya yapan UVC donanımları monte edilmiştir. Böylelikle, Doğuş Üniversitesi ülkemizin ilk ve tek "Virüs-Free Kampüsü" olma özelliğini kazanmıştır. 254 nm'de UVC ışımaya işlevi ile bakteri, virus, mantar, spor ve benzeri mikroorganizmaların etkisiz hale getirilme mekanizması incelenmiş ve bu yöntemin Covid-19 için de etkin bir biçimde kullanılabileceği değerlendirilmiştir. Ardından, yeni kampüsün havalandırma sistemleri incelenmiş, uygun kısımları etüd edilmiş ve buralara etkin dezenfektan ve sterilizasyon işlevselliği olan HVAC TİPİ UVC donanımları monte edilerek tüm öğrenciler ve çalışanlarımız için önemli düzeyde ve güvenlikte bir koruma sağlanmıştır. Uygulamanın ilk 3 aylık verileri ele alınmış ve bu süreçte monte edilen donanımların etkinliği gösterilmiştir. Özellikle çalışanlar ve akademik personel arasındaki vaka/giriş yüzdeleri son derece düşüktür. Haftalık olarak son derece yüksek sayıda bir araya gelen böylesi bir kalabalık ortamda (haftalık 14000-25000 kişi), özellikle öğrenciler arasındaki pozitif vaka sayısının düşük olduğu görülmektedir.

#### Abstract

Covid-19 pandemic is still continuing intensely with new variants. A definite timing for its ending couldn't be predicted. Other than the precautions (mask, distance and disinfection) that are repeatedly pointed, it has been known that UVC emissions against the viruses are effective disinfectants. UVC emission systems against Covid-19 virus are evaluated and 254 nm UVC systems are mounted in various places in the new Dudullu campus of the Doğuş University. In this regard, Doğuş University is the first and only "Virus-Free Campus". Using 254 nm wavelength UVC emissions for disinfecting bacteria, viruses, fungus, spor and other microorganisms were investigated and decided to be used effectively. Thereafter, climatization system of the new campus were examined, appropriate locations were studied. The first three monthly data demonstrated the effectiveness of the mounted system. Specifically, among the academicians and the staff members, data showing the case/input percentage was found to be considerably low. Weekly data among students entering into the campus (14000-25000 per week), Covid-19 positive cases are low.

**Anahtar Kelime:** 254 nm, Covid-19, Dezenfektasyon, Pandemi, UVC Emisyonu

**Keywords:** 254 nm, Covid-19, Disinfection, Pandemic, UVC Emission

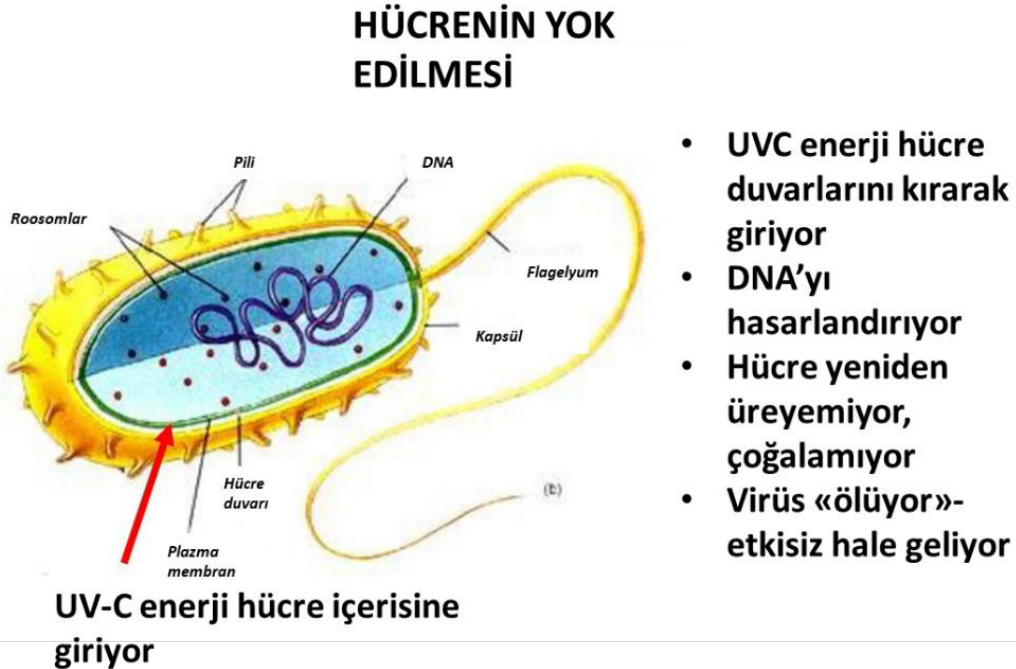
<sup>1,\*</sup> Sorumlu Yazar: Doğuş Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği, 34775 Ümraniye/İSTANBUL, tbaykara@dogus.edu.tr, orcid.org/0000-0002-7480-9537

## 1. GİRİŞ

2019 yılı sonlarına doğru dünya çapında patlak veren Covid-19 pandemisi, daha önceden bilinen ve yaygın olarak kullanılan antimikrobiyal-antiviral UVC ışımalarının dezenfektasyon amaçlı kullanım ve uygulamalarını yeniden gündeme getirmiştir. Pek çok bulaşıcı mikroorganizmanın 253.7 nm dalga boyunda ışımaya ile etkisizleştirildiği gösterilmiştir (FDA, 2021; Kowalski, 2009; Luaidi et al., 2021; Sgnify, 2020). Çok uzun süreden beri, bir dezenfektasyon yöntemi olarak UVC ışımaları, etkin olarak ve saklı ışımaya sağlanmış vaziyette su arıtmada, ısıtma-klima tesisatında ve hastahane, ameliyat odaları ve biyoloji laboratuvarlarında kullanılmaktadır. Pek çok ülkede hava yoluyla tüberküloz yayılımına karşı kullanıldığı bilinmektedir. ABD’de ise bazı sağlık ve medikal kuruluşlarında, otonom mobil üniteler vasıtasıyla her türden ortamda (hasta odaları, ameliyathaneler) kullanımı sürdürülmektedir. UVC ışımalarının son derece sınırlı ve kontrolü kolay bazı mahsurları haricinde, hem hava hem de her türden yüzeyde dezenfektasyon etkinliği ve etkisi kanıtlanmıştır (FDA, 2021; Kowalski, 2009; Luaidi et al., 2021; Signify, 2020).

### 1.1. Antimikrobiyal UVC Işıması

Antimikrobiyal UVC ışımaları, kısa-dalga boyuna sahip UV ışınlarının (ışımaya enerjisi) bakteri ve sporları öldürdüğü, mantar (fungi) ve virüsleri pasif hale getirdiği kanıtlanmıştır. UVC olarak bilinen ve dalgaboyu aralığı 200-280 nanometre olan ışımaların, son derece etkin bir biçimde dezenfektasyon sağladığı ilgili mekanizmaları ile birlikte açıkça gösterilmiştir (Şekil 1).



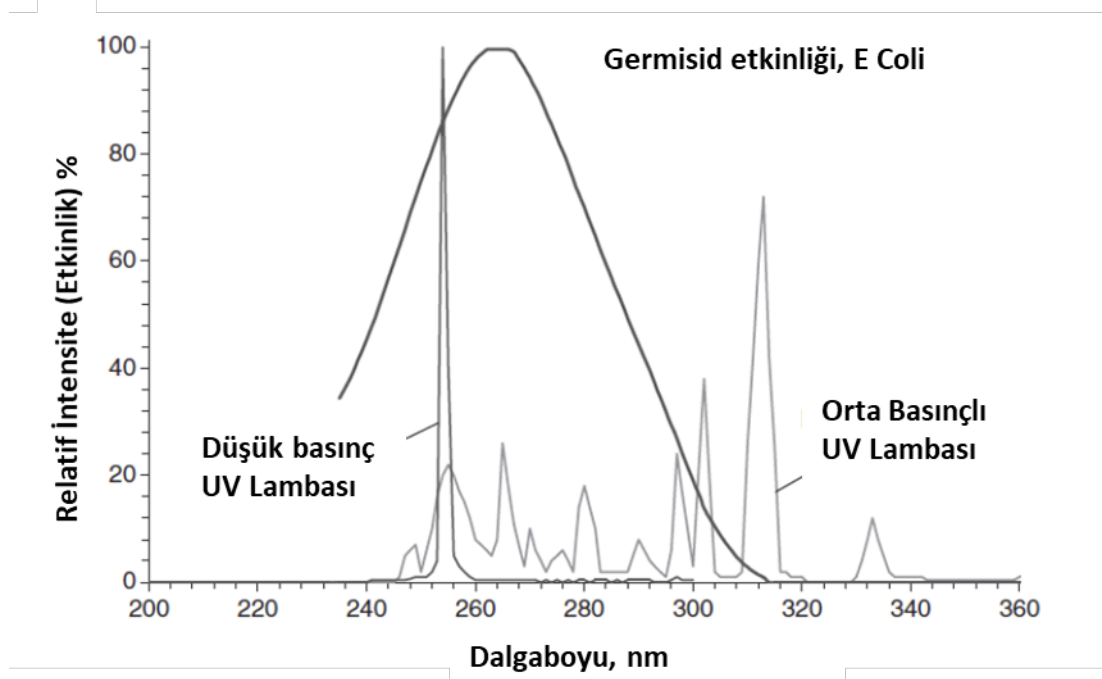
Şekil 1: 254 nm UVC ışımaya ile viral hücrenin etkisizleştirilmesi (Saputa, 2015).

UVC ışımaları bakterileri öldürmekte ayrıca yaşayan bir organizma olmadığı bilinen virüsleri “etkisiz” hale getirmektedir (ISO-15714, 2019). Enerjetik UVC fotonları fotokimyasal olarak bir virüsün DNA ve RNA molekülleriyle etkileşime girmekte ve bunları pasifize (inactivation)

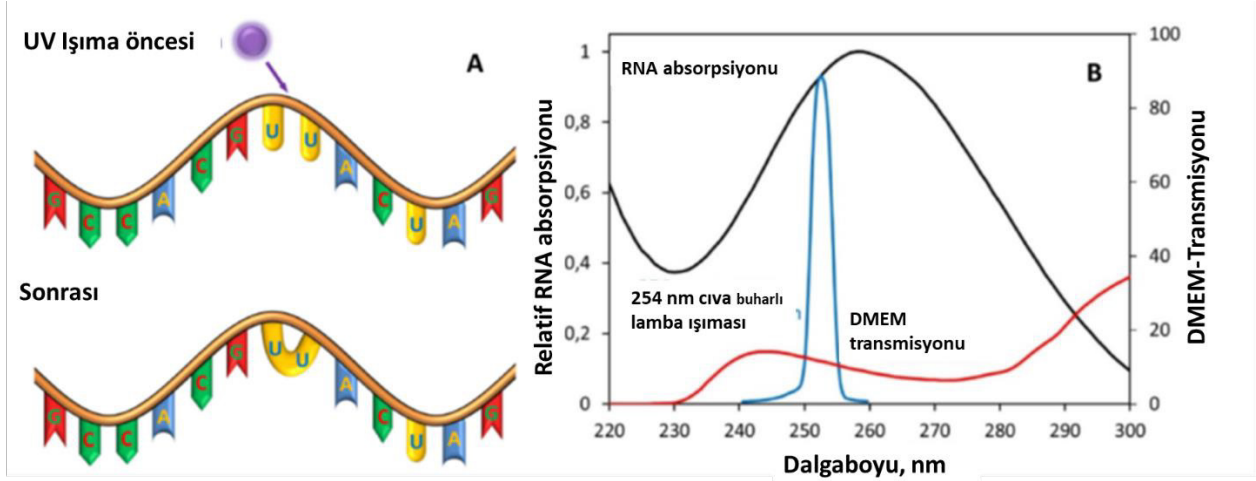
ederek bulaşıcı olmaktan çıkarmaktadır (Şekil 1). 230-285 nm aralığındaki UVC ışık kaynağının, mikroorganizmaların genetik yapısını tekrar üreyemeyecekleri şekilde bozunuma uğrattığı gösterilmiştir. Pik noktası 265 nm civarında olmakla birlikte, konvensiyonel olarak floresan tüplerden ışıyan 254 nm dalga boyundaki radyasyon, çok yüksek oranda (>%80) DNA/RNA tarafında bozunuma sebep olmaktadır.

UVC ışması, doğru dalga boyunda uygulandığında etkin ve etkili bir dezenfektandır. 254 nm dalga boyunda bireylerin gözleri ve derilerine zararlı olduğu için göze ve deriye doğrudan kesinlikle tutulmamalıdır. 254 nm UVC ışması ile el dezenfektasyonu asla yapılamaz. Bu ışma hava ve her türden yüzeyi sterilize ve dezenfekte eder ve en üst düzeyde hijyenik bir ortam oluşmasını sağlar. Bilindiği üzere mikrop/virüsler havada asılı kalarak (hapşırma, öksürme ya da bir yüzeyden bir şekilde üfürülerek havaya karışma şeklinde) 1-5 mikron boyutunda damlacıklar olarak, dakikalarca hatta saatlarca havada kalmaktadır. Maske, temizlik, mesafe, havalandırma ve benzeri tedbirlerin yanı sıra, etkin bir biçimde uygulanan UVC ışma ile özellikle mekanların üst kısımlarında yoğunlaşan havanın en yüksek etkinlikte dezenfektasyon sağladığı gösterilmiş ve kanıtlanmıştır (ISO-15714, 2019).

Genelde antiviral/antimikrobiyal UVC Lambaları 254 nm UV ışma enerjisi yayarlar. Bu ışma enerjisi, virüsün RNA ve DNA'sını hasarlandırarak mutasyonlarını durdurur, pasifize eder ve çoğalmalarını dolayısı ile yayılmalarını ve bulaşıcılıklarını ortadan kaldırır (Heßling et al., 2020; Kowalski, 2009) (Şekil 2 ve Şekil 3).



Şekil 2: UV dalga boylarına göre 254 nm'de mikrobiyal etkinlik (*E. coli*'ye karşı) (Kowalski, 2009).



**Şekil 3:** (A) UV-RNA hasarlandırma mekanizmasının dimer formasyonu ile gerçekleşmesi; (B) RNA absorpsiyon spektrasi (Heßling et al., 2020).

Şekil 3’de gösterilen pasifizasyon/inaktivasyon mekanizmasında, UV ışımalarının RNA ve DNA molekülleri tarafından absorplanmasıyla birlikte, pirimidin dimerlerinin oluşması ile dezenfektasyonun 254 nm UVC ışınmasıyla başladığı görülmektedir (Heßling et al., 2020). Bu dalga boyundaki ışımaların en etkin, en yüksek enerjetik fotonlarla birlikte fotokimyasal olarak aktif hale geldiği bilinmektedir (FDA, 2021; Heßling et al., 2020; ISO-15714, 2019; Kowalski, 2009; Luaidi et al., 2021; Signify, 2020). UVC ışınmasıyla birlikte hasarlanan ve bozulan RNA ve DNA molekülleri yeniden üreme yeteneklerini kaybetmekte ve zararsız hale gelmektedir. Bu süreçteki en etkin oluşumun pirimidin dimerlerin formasyonu olduğu belirtilmiştir. Burada, yan yana timin veya sitosin bazlı bağlar oluşarak çift sarmal yapı bozulmaktadır. Pirimidin dimerli DNA molekülleri artık işlevsizleşmekte ve çoğalamamaktadır. Bir nevi molekülün ölümüne sebep olmaktadır (ISO-15714, 2019). Farklı amaçlara uygun olarak ayarlanabilen ışınma süreleriyle, başarılı bir inaktivasyon sürecinin çok yüksek oranda gerçekleşeceği gösterilmiştir (Chiappa et al., 2021; CR-2-20, 2019; Heßling et al., 2020; ISO-15714, 2019; Kennedy, 2019).

**Tablo 1:** Yayınlanmış bazı kaynaklarda 254 nm UVC ışınması ve fotoinaktivasyon durumu çalışmalarından örnekler (Heßling et al., 2020).

Virüs	Işıma dalgaboyu (nm)	Log-düşme dozu (mJ/cm <sup>2</sup> )	Örnek koşulları	Değerlendirme
MERS-Koronavirüs	254	Başarılı inaktivasyon	damlacık	Doz bilgisi yok
Bulaşıcı Broşit Koronavirüsü	254	13,84	yüzeyde	-
SARS-Covid	254	Başarılı inaktivasyon	Sıvı halde (tuz solüsyonu)	-
Canine Koronavirüs (CCoV I-71)	254	10,55	Sıvı (ince hücre kültürü ortamında fetal bovin serumuyla)	Işıma dozu lamba verisi ve ışınma süresiyle hesaplanmış
İnsan Koronavirüs HCoV-229E	254	Başarılı inaktivasyon	Sıvı (serum içerisinde hücre kültürü)	Yüksek ölçüde absorplanma ihtimali

SARS-CoV Hanoi	254	22.67	Sıvı (ince hücre kültürü ortamında fetal bovin serumuyla)	Yüksek ölçüde absorplanma ihtimali
SARS-CoV P9	254	40.5	Sıvı (ince hücre kültürü ortamında fetal bovin serumuyla)	Yüksek ölçüde absorplanma ihtimali

Halen daha yoğun bir biçimde önlemler kapsamında süren Covid-19 salgını ile mücadelede UVC ışınlarının etkili olduğu gösterilmiştir. Tablo 1’de verilen örneklerde farklı virus türleriyle korona virüsü üzerinde 254 nm UVC ışınmasıyla yapılan çalışmalardan bazı örnekler verilmiştir.

Mikrobiyal/viral etkinlik ışımının dozuyla/miktarıyla doğru orantılıdır. Işıma zamanı milijul/santimetrekare ( $\text{mJ}/\text{cm}^2$ ), ışım miktarı ve ışım süresinin hesaplanmasıyla bulunur. Işıma miktar ve süresinin artmasıyla dezenfektasyon etkinliği ve verimi %99’a kadar çıkabilmektedir. Bu doz/miktar yarı yarıya indirildiğinde verimlilik ve etkinlik %90’a düşer. Belirlenen bir doz ile dezenfektasyon süreci “tek-log öldürücü” olarak verilir. Pratik olarak bu 3 veya 4 “log öldürücü” süreç olarak uygulanırsa etkinlik %99.99’a kadar çıkar. Hesaplanmış doz üst limiti  $10.6 \text{ mJ}/\text{cm}^2$  ancak daha hassas bir hesaplamayla bu dozun  $3.7 \text{ mJ}/\text{cm}^2$  olduğu gösterilmiştir (Heßling et al., 2020; ISO-15714, 2019; Kennedy, 2019).

Boston Üniversitesi’nin Signify (bilinen adıyla Philips) ile birlikte yaptığı ve Covid-19 virüsü üzerine UVC etkilerini araştırdığı çalışmanın 16 Haziran 2020 tarihinde yayımlanan sonuçlarına göre,  $5 \text{ mJ}/\text{cm}^2$  dozu Covid-19 virüsünü %99 oranından daha fazla yok edebilmektedir (Signify, 2020).

2021 yılında taşındığı Ataşehir-Dudullu Kampüsünün (HVAC) havalandırma sistemi içerisine monte edilen ve farklı tasarıma sahip yatay, dikey ve diğer UVC sistemleriyle birlikte Doğu Üniversitesi ülkemizin ilk “VİRÜS-FREE KAMPÜSÜ” olma özelliğini kazanmıştır. Bu çalışmada (Baykara, 2019), yeni kampüsün havalandırma sistemi incelenmiş uygun kısımları etüd edilmiş ve buralara etkin dezenfektan ve sterilizasyon işlevselliği olan HVAC TİPİ UVC donanımları monte edilerek yeni kampüsümüzde tüm öğrenciler ve çalışanlarımız için belirgin olarak koruma sağlanmıştır.

Bunun yanı sıra, genel zemin dezenfektasyon üniteleri ve diğer yatay/dikey dezenfektasyon cihazları ile de çalışma yapılarak adet ve kapasiteleri ile birlikte tespit edilmiş ve montaj aşamasına geçilmiştir. Çalışmanın ilk aşamasında HVAC sistemine monte edilen UVC lambaları ve kampüsün özellikle yoğun bir biçimde kullanılan geniş mekanlarına (kütüphane, yemekhane, spor salonu, kampüs giriş mekanları ve diğer) duvara ve/veya tavana monte UVC sistemlerinin montesi ve zemin dezenfektasyon teçhizatı ile birlikte dezenfektasyon kabinleri etkin “virüs-free” ortamların sağlanmasına yönelik olarak çalışılmış ve doğrudan mekana uygulanmıştır. Uygulama ardından günlük HES verileri üzerinden Doğu Üniversitesi, Dudullu Kampüsüne giriş yapan tüm öğrenciler, akademisyenler ve çalışanların durumları haftalık olarak izlenmiş ve değerlendirilmeye alınmıştır.

## 2. UYGULAMA ÇALIŞMALARI

Çalışma kapsamında kullanılan UVC lambalarının temel özellikleri ve nitelikleri Tablo 2’de verilmektedir.

**Tablo 2:** Kullanılan UVC germisid lambalarının temel özellikleri ve nitelikleri (LTC, 2022).

PHILIPS TUV T5 36T5 HO 4P SE UNP/32	
Yararlı kullanım ömrü:	9000 saat; (9000 saat sonrasında %5 azalma bulunmaktadır)
Sistem tanımı:	Yüksek çıktı
Renk kodu:	TUV
Güç:	75 W/ampül
Lamba akım:	0,8 A
Voltaj:	97 V
UVC ışımaya 100 saat:	25 W
EAN- European Article Number/UPC- Universal Product Code:	8711500869708

Burada, ayrıca yatay tasarımı UVCpectra Tube-Hava Dezenfeksiyonu; dikey tasarımı UVCpectra Tower-Ortam Dezenfeksiyonu; sabit konumlu UVCpectra kabin kıyafet dezenfeksiyonu; ve UVCpectra Explorer Zemin Dezenfeksiyonu sistemleri etkililik hesaplamalarıyla birlikte değerlendirilmiş ve en uygun sayı ve düzeyde sistemlerle ilgili etüdüleri tamamlanmış ve gerekli iş akış adımlarına geçilmiştir. Şekil 4’te bu sistemlerin görselleri yer almaktadır:



**Şekil 4:** Uygulama kapsamında kullanılan dikey ve yatay UVC ışımaya sistemleri ve zemin dezenfektasyon ünitesi.

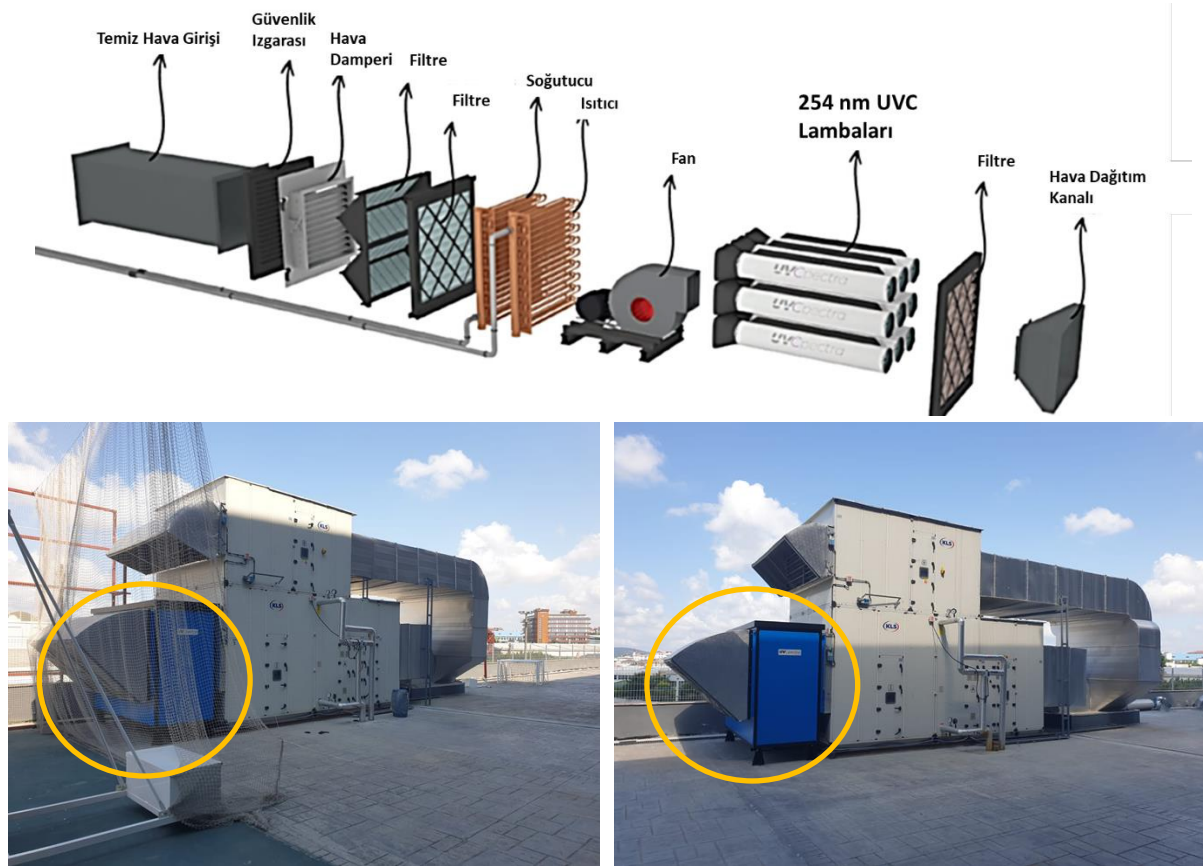
Şekil 4’te gösterilen her bir üniteye 3 adet UVC lamba kullanımıyla 75 W gücünde ve 0.425 lamba akımıyla voltaj 176 V olarak verilmektedir. 100 saatte UV-C ışımaya: 25/31 W olarak hesaplanmıştır. Sabit UV çıktısı, azami dezenfektasyon güvencesi ve yüksek verimde çalışma lamba üreticisi Philips markasıyla taahhüt edilmektedir (LTC, 2022; Philips-Lighting, 2022).

PHILIPS TUV T5 36T5 HO 4P SE UNP/32 germisid lambalar içme suyu dezenfektasyonu, atık sularda, yüzme havuzlarında, gıda işleme ve paketlemede kullanılır. Ana kullanım alanlarından en önemlisi, her türden mekânsal hava ve klima ile hava ve ortamın dezenfektasyonunda kullanılabilmesindedir (Philips-Lighting, 2022).

Bu çalışma kapsamında üretici kuruluş LTC firmasıyla birlikte geliştirilen UVCpectra Explorer Zemin Dezenfeksiyonu içerisinde zemine yönelik maksimum 60 mm mesafeden uygulanan 2 adet 36 Watt Philips TUV PL-L 36W/4P 1CT/25 marka ve modeli UVC lamba bulunmaktadır. Dakikada 60 metre yol alması koşuluyla %99 oranında virüs elimine edebilen bu ürün

(5mj/cm<sup>2</sup>), dakikada 30 metreye ayarlandığında %99,99 oranında (10mj/cm<sup>2</sup>) virüs elimine etmesi beklenmektedir. Bu sistemle ilgili patent başvurusu yapılmış olup ilgili süreç devam etmektedir.

HVAC Sistemi, DOÜ Dudullu Yerleşkesinde gerekli yerlere getirilerek montesi yapılmış ve “virüs-free” çalışmalar için hazır hale getirilmiştir. Aşağıda gösterilen Şekil 5’ten de görüleceği üzere gereken montajların yapıldığı HVAC sistemleri kurulmuş ve çalışmaya hazır hale getirilmiştir.



Şekil 5: (üst) HVAC sistem şeması; (alt) Doğuş Üniversitesi Dudullu Yerleşkesine kurulan HVAC Sistemleri.

### 3. TESTLER VE DEĞERLENDİRMELERİ

Aktif mikroorganizmaların test edilmesiyle ilgili pek çok farklı yaklaşım bulunmaktadır. Özellikle pandemi döneminde doğrudan Covid-19 virüsüne yönelik sertifikaya edilmiş bir test laboratuvarının bulunmaması nedeniyle, literatürden hareketle değerlendirmeler yapılmıştır. Bununla beraber doğrudan bakterisidal etkinlik testi ve ozon testi ile kullanılan sistemlerle ilgili sonuçlar belirlenmiştir (Foarde et al., 2006). DOÜ Virüs Free Kampüs çalışmaları kapsamında uygulanan UV-C lambaların değerlendirilmesinde aşağıdaki testler göz önüne alınmıştır. Bunlar:

1. Aktif madde içermeyen UV-C lambanın “Bakterisidal Etkinlik” testi
2. Ozon testi

### 3.1. Aktif Madde İçermeyen UV-C Lambanın “Bakterisidal Etkinlik” Testi

Testlerde deneysel olarak, mevcut imkanlardan dolayı UV-C lambaların *Staphylococcus* mikroorganizmalarına karşı etkinliği incelenmiş ve ölçümler yapılmıştır. Tablo 3’te test koşulları ve Tablo 4’te sonuçlar gösterilmektedir.

**Tablo 3:** Aktif madde içermeyen UVC lambanın bakterisidal etkinlik testi koşulları.

İstenilen test ve çalışılan mikroorganizma	Aktif madde içermeyen UVC lambanın bakterisidal etkinlik testi; <i>Staphylococcus albus</i> 8032
Bakteri Akış Hızı	28,3 L/dak
Toplam Deneysel Akış Süresi	16 dak
Test Alanı	30 m <sup>3</sup>
Test Koşulları	(25±2,5) °C ve (50±10) % bağıl nem
Test Mikroorganizması	<i>Staphylococcus albus</i> 8032
<i>Staphylococcus albus</i> 8032 (kob/mL) konsantrasyonu	2,0x10 <sup>5</sup> kob/mL
Kullanılan Bakteri Süspansiyon Hacmi	6 mL
Kontaminasyon Süresi (dak)	Test kabini 10 dak süreyle nebulizör spreyleme yöntemi ile kontamine edilmiştir
İnkübasyon süresi/sıcaklık	24 saat/35 °C±2 °C

**Tablo 4:** Aktif madde içermeyen UVC lambanın bakterisidal etkinlik testi sonuçları.

Üreyen Bakteri Sayısı			
16 dak			
<i>Staphylococcus albus</i> 8032	Kontrol Grubu (A)	Hava Sterilizasyon Cihazı (B)	Ortalama
Bakteri Sayısı (kob/100 L)	9,00x10 <sup>7</sup>	7,95	% 94,56
Logaritma	4,90x10 <sup>6</sup>	6,69	
Değerlendirme	Hava sterilizasyon cihazı <i>Staphylococcus albus</i> 8032 bakterisine karşı 16 dak sonunda log <sub>1,26</sub> cihaz etki göstermiştir.		

### 3.2. Ozon Testi

ASTM D4490-96 (ASTM-D4490-96, 2016) standardına uygun olarak zehirli gaz ve buharların tespitine yönelik test uygulanmıştır. Laboratuvar ortam koşullarında, gündüz saatlerinde belirlenen bir noktada, ortamda zehirli gaz ve buhar konsantrasyonları ölçümleri yapılmıştır. Ölçüm yapılan parametreye ait ölçüm sonuçları aşağıdaki Tablo 5’te belirtilmiştir.

**Tablo 5:** Ortamda ozon gazı ve buhar konsantrasyonları ölçümleri.

No	Ölçüm yapılan bölüm	Tapılan işin tanımı	Ölçüm yapılan parametre	Ölçüm saati	Ölçüm süresi, Ölçüm sayısı	Çevre koşullar, sıcaklık, nem	Ölçüm sonucu (ppm)	Sınır Değer (ppm)
Z-1	Laboratuvar Alanı	UVC Lamba	Ozon O <sub>3</sub>	15:30	1 dak 10 tekrar	Sıcaklık 21,7 °C	0,0038	0,05



Seri no:  
CpTU3002103  
04-JPM08/09

Nem %36

Tablo 5'ten de görüleceği üzere UVC sistemlerinde yapılan ozon ölçümlerinde, ölçüm sonucu 0,0038 ppm olarak bulunmuş ve tespit edilmiştir. Sınır değerin 0,05 ppm olduğu ilgi standartta verilmiş olup, tespit edilen ölçüm sonucu bu sınır değerin çok altındadır.

#### 4. SİSTEM TANIMLAMA

##### 4.1. HVAC Sistemi için UVC Lambalarının Montajı ve Uygulama

Şekil 6'da gösterilen fotolarda, HVAC sistemine UVC lambaların montaj çalışmaları gösterilmektedir. Burada, 254 nm ışıklı PHILIPS TUV T5 36T5 HO 4P SE UNP/32 lambalar kullanılmış olup bu lambaların Philips taahhüdü ve sertifikasıyla nitelikleri şu şekilde verilmektedir: 16 mm çaplı küçük boyutlu bu lambalar sabit UV çıktı, azami dezenfektasyon güvencesi ve yüksek verimde çalışma sağlamaktadır (Tablo 2).



Şekil 6: HVAC Sistemine monte edilen UVC lambalar.

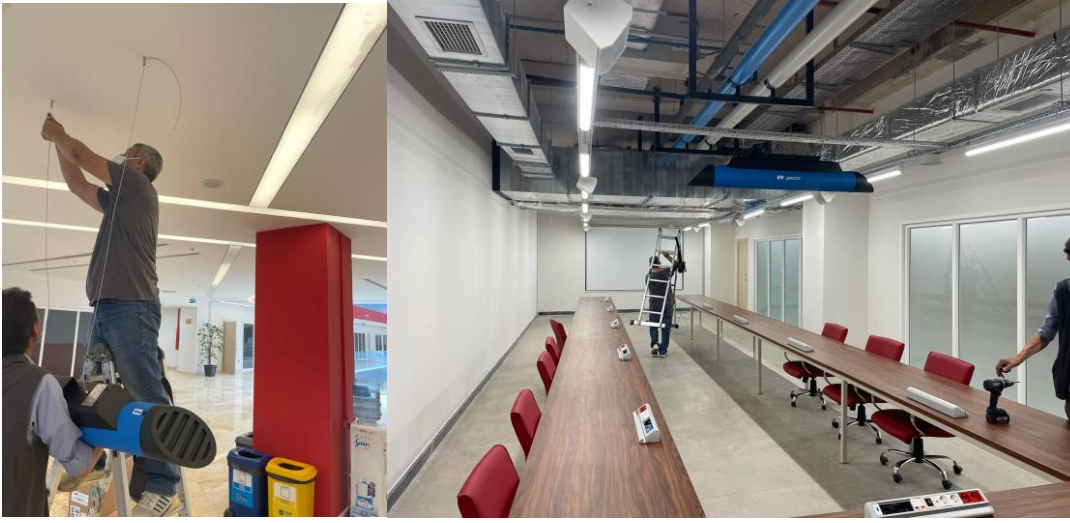
Aşağıdaki Şekil 7'de verilen fotolarda UVC lambaların HVAC sistemine montajı ve montaj sonrası görüntüler verilmektedir.



Şekil 7: UVC lambalarının monte edildiği HVAC sisteminin önden görünüşü.

### 1.1. Ortam Dezenfektasyonu için Yatay ve Dikey Sistemler

Yatay ve dikey olarak kullanılan UVCpectra Tube Hava Dezenfeksiyon Cihazlarının, yaklaşık her 230 m<sup>3</sup> kapalı alan için 1 adet kullanılmasını, ve ortamda bulunan yaklaşık her 10 kişi için 1 adet kullanılmasını, hacim veya kişi başı hesaplamalara bağlı olarak, bunlardan hangisi daha çok gerektiriyorsa, o kadar sayıda kullanılması gereklidir. Bu çalışmada, yerleşke mekanlarındaki verilere uygun olarak sayılar tespit edilmiş ve özellikle öğrencilerin yoğun olarak bulunabileceği alanlar, başta koridorlar, kütüphane, yemekhane, toplantı salonları, anfiler, spor salonu gibi yerlere montesine karar verilmiştir. Bunun yanı sıra dikey ve mobil sistemlerin pratik olarak, yoğunluk olabilecek toplantı salonlarına mobil olarak kurulması planlanmış ve buna uygun olarak uygulama başlatılmıştır (Şekil 8).



Şekil 8: Yatay sistemlerin Yerleşke’deki farklı alanlara monte edilmesi.

### 1.2. Zemin Dezenfektasyonu için Sistemler

Zemin Yüze Sterilizasyon Cihazı; halı, parke, kağıt, sentetik malzeme, epoksi kaplama, ahşap kaplama, ahşap, seramik vitrifiye malzemeleri gibi mimari zemin kaplama malzemeleri üzerinde oluşabilecek spor, mantar, mikrop, bakteri ve virüs formundaki bulaş mikroorganizmalarının DNA yapısını, içerisindeki yönlendirilmiş UV-C frekansı sterilizasyon ışık kaynağı ile bozarak sterilizasyonu, ilave sentetik kimyasal malzeme veya doğal sabun türevlerine ihtiyaç duymadan sterilize edebilmektedir. İçerisinde en az üç tekerlek, bir yönlendirme sistemi, güç kaynağı ve bağlantıları ile sadece yere doğru yönlendirilmiş, diğer yönlerde doğru ışık sızdırmazlığı sağlanmış UV-C ışık sistemi özellikli ana gövdeyi oluşturur.



**Şekil 9:** Zemin için geliştirilen (patent süreci devam etmektedir) UVC Zemin dezenfektasyon ünitesi.

Bu sistemin en önde gelen niteliği, tasarım ve yenilikçi fikir olarak Doğuş Üniversitesinden Prof. Dr. Tarık Baykara ve Prof.Dr. Sunullah Özbek'in de bulunduğu bir grup olarak patent başvurusu T.Baykara, A.Demirural, S.Özbek, K.Kartal "ZEMİN YÜZEY STERİLİZASYON MAKİNASI" 2020/06369 numarayla yapılmış olmasıdır. Patent başvuru ve değerlendirme süreci devam etmektedir. Bu yönüyle son derece yenilikçi bir ürün Doğuş Üniversitesi Yerleşkesinde ilk kez uygulanmış olacaktır.

### 1.3. Nesnelerin Dezenfektasyonu için UV-C Işıma Sistemi



**Şekil 10:** Dolap formunda UVC ışıklı nesnelerin dezenfektasyonu sistemi.

Dolap formunda UVC ışınması ile birlikte gündelik hayatta sık kullanılan her türden nesnenin dezenfektasyonu etkin olarak yapılabilecektir. Gündelik hayatta kullanılan cep telefonları, anahtarlıklar, cüzdan ve benzeri her türden eşya çok kısa sürelerde bu ışımaya tabi tutularak dezenfekte edilebilecektir.

Bu sistemin çalışma prensibi şu şekilde açıklanmıştır:

*“Ultraviyole Antiseptik Isınlama (Germicidal UVC Light) Ultraviyole Antiseptik Isınlama uzun yıllarca yapılan yüzlerce test ve tezlerde gücünü göstermiştir. 254 nm ısınlar patojen etkisi olan bulaş özellikli zararlı varlıkların DNA’sı ile reaksiyona girerek tymin köprülerini yıkar”.*  
<http://uvcpectra.com/tr/cabin>

## 2. DİKEY VE ASILI UV-C SİSTEMLERİN KAMPÜS UYGULAMASI

Aşağıdaki Şekil 11 ve 12’de verilen fotolarda, UV-C lambalarından oluşturulmuş UV-C tüp sistemlerinin Doğu Üniversitesi Kampüsündeki görüntüleri verilmektedir. Doğu Üniversitesi Dudullu Yerleşkesinin öğrenci, çalışanlar ve öğretim elemanlarınca kalabalık ortamlarda olacakları koridorlar, kütüphane, spor salonu, yemekhane ve kalabalık anfilere system monte edilmiş ve çalıştırılmaya başlanmış ve halen aktif durumdadır.

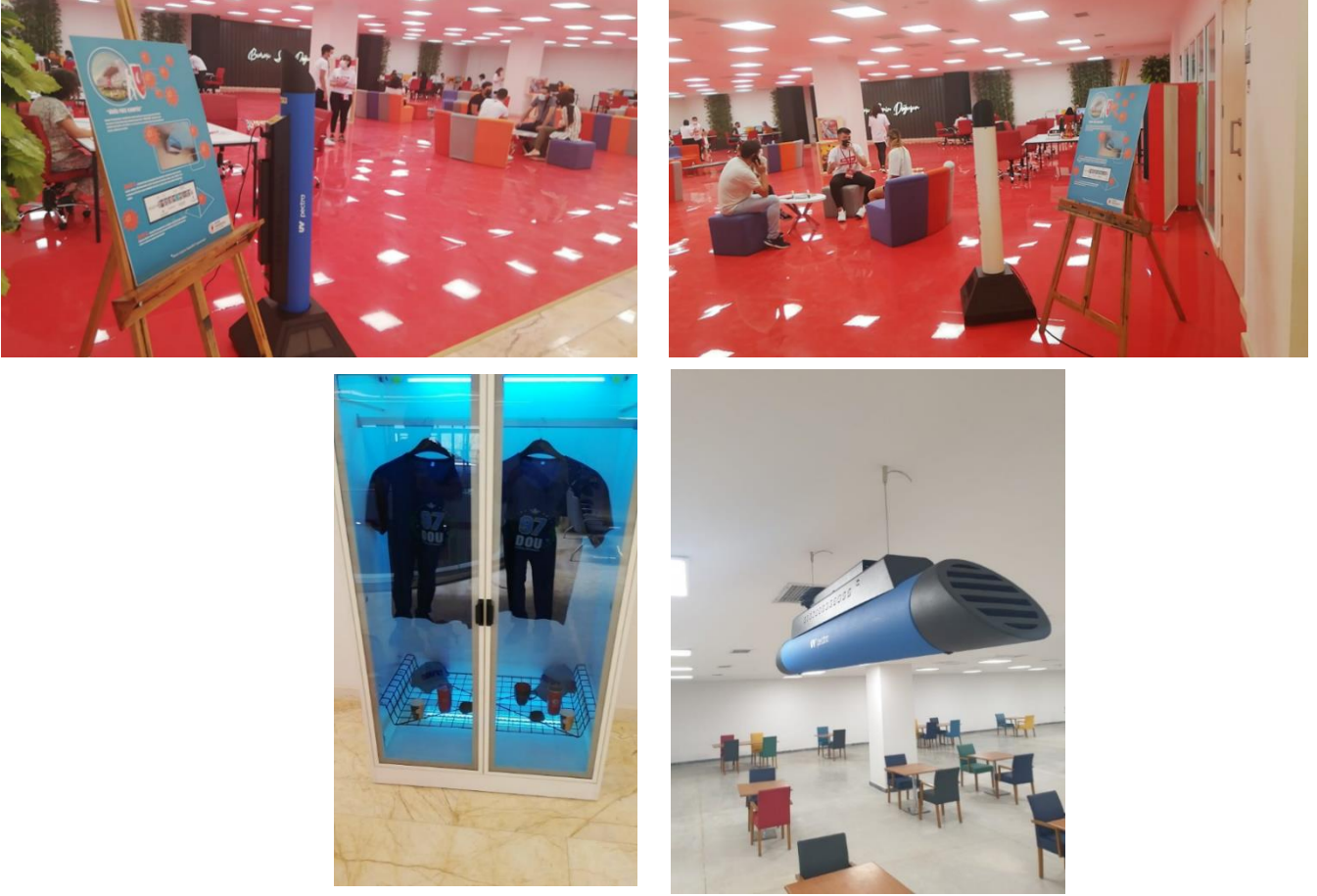


**Şekil 11:** UV-C Tüp Sistemlerinin Yerleşkenin koridor ve toplantı salonlarına takılması işlemleri.



Şekil 12: UV-C Tüp Sistemlerinin Yerleşkenin koridor ve toplantı salonlarına takılması işlemleri.

## 2.1. Dikey ve Mobil UV-C Sistemler Montajı ve Uygulanması



**Şekil 13:** Farklı UVC sistemleri DOÜ Dudullu Yerleşkesinin kalabalık mekânlarına monte edilmiş ve çalıştırılmaya başlanmıştır.

Şekil 13’de verilen fotolarda, UV-C lambalarından oluşturulmuş yatay ve dikey UV-C tüp sistemlerinin Doğu Üniversitesi Kampüsündeki görüntüleri verilmektedir. Ayrıca UV-C sterilizasyonu için hazırlanan dolapta kritik parçaların arındırılması da gerçekleştirilmektedir.

Tüm UVC sistemlerin son aşamada Dudullu Yerleşkesinde uygulanması için UVC sızdırmazlık ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Mobil UVC ölçüm cihazıyla başta HVAC sistemlerinde olmak üzere cihazlarda sızdırmazlık testleri yapılmış ve tamamında hiçbir sızdırma olmadığı tespit edilmiştir.

## 3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRİLMELERİ

Halen daha yoğun bir biçimde önlemler kapsamında süren Covid-19 salgını ile mücadelede UVC ışınlarının etkili olduğu bilinmekte olup konuyla ilgili yayınlar devam etmektedir (Alvarenga et al., 2022; Chiappa et al., 2021; Lualdi et al., 2021). Potansiyel enfekte alan ya da enfekte alan dezenfeksiyonu için filtrasyon sistemine ek olarak HVAC sistemine entegre edilecek HVAC TİPİ UVC (Ultraviyole) ekipmanları ile saha güvenliği tam olarak sağlanabilmektedir.

Doğuş Üniversitesi, Ataşehir-Dudullu Kampüsünün havalandırma sistemi içerisine monte edilen HVAC TİPİ UVC donanımı ve diğer etkin UVC system ve cihazları ile Doğuş Üniversitesi ülkemizin ilk ve tek “VİRÜS-FREE KAMPÜSÜ” olma özelliğini kazanmıştır. İlgili HVAC sisteminde mevcut filtrasyon ve benzeri önlemlerin tek başına yeterli olamayacağı bilinmektedir. Böylelikle, yeni kampüsün havalandırma sistemine etkin dezenfektan ve sterilizasyon işlevselliği olan HVAC TİPİ UVCspectra donanımları monte edilmiş ve yeni kampüsümüzde tüm öğrenciler ve çalışanlarımız için belirgin düzeyde ve güvenlikte bir koruma sağlanmıştır.

**Tablo 6:** DOÜ Virus-Free Kampüs ilk 3 aylık performans verileri.

2020 yılı verileri	Toplam Giriş	% vaka/giriş	ÖĞRENCİ +	ÇALIŞAN +	AKADEMİK +
EKİM					
1-10 Ekim	1657	0,06	1	0	0
11-17 Ekim	2606	0,03	1	0	0
18-24 Ekim	24248	0,06	15	0	0
25-31 Ekim	17186	0,1	25	0	0
KASIM					
1-8 Kasım	7961	0,3	22	4	0
9-14 Kasım	16089	0	0	0	0
15-21 Kasım	19519	0	0	0	0
22-30 Kasım	24531	0,02	4	0	1
ARALIK					
1-6 Aralık	18555	0,005	0	0	1
7-13 Aralık	26556	0	0	0	0
14-20 Aralık	13929	0,05	6	1	0
21-27 Aralık	14856	0,2	35	2	2
28 Aralık	2815	0,4	11	0	0
29 Aralık	2507	1,1	26	1	1
30 Aralık	2534	0,4	11	0	0
31 Aralık	875	1,7	13	2	0
28-31 Aralık	8731	0,7	61	3	3

Tablo 6’da 2021 yılı Ekim-Aralık ayları arasında DOÜ Dudullu Kampüsündeki haftalık giriş sayıları ve bunun yanı sıra HES verilerinden alınmış, testi pozitif çıkan öğrenciler, çalışanlar ve akademik personel sayıları verilmektedir. 2021 Güz Döneminin 18 Ekim 2021 tarihinde başladığı dikkate alındığında, bu tarihten sonra artış gösteren sayılarla salgının Doğuş Üniversitesi Dudullu Kampüsündeki durumu izlenebilmektedir. Veriler haftalık toplam sayıları vermekte olup, 21-27 Aralık haftasındaki omicron varyantının ülkemizde de görülmesine bağlı olarak belirgin bir artış izlenebilmektedir. Ancak, bunun öncesindeki veriler dikkate alındığında tüm gruplar için pozitif vaka sayıları vaka/giriş yüzdeleri olarak son derece düşük seyretmektedir. Özellikle çalışanlar ve akademik personel arasındaki vaka/giriş yüzdelerinin son derece düşük olması, bu kesimdeki kişilerin hem aşılama hem de diğer tedbirler yönünden daha dikkatli olduklarını göstermektedir.

Hiç kuşkusuz ki Tablo 6’daki verilerin doğrudan pandemiye karşı koruma performansı tam olarak yansıtmayacağı açıktır. HES verilerine bağlı pozitif vakaların kaynağının salt Kampüs çıkışlı olması söz konusu değildir. Ancak, haftalık son derece yüksek sayıda bir arada olan böylesi bir ortamda (haftalık 14000-25000 kişi) özellikle öğrenciler arasındaki pozitif vaka sayısının düşük olduğu görülmektedir.

Bu çalışmanın neticelendirilmesi ile Doğu Üniversitesinin yeni Dudullu Kampüsünde, daha steril, temiz ve göreceli olarak güvenli bir ortama sahip olmasının sağlanması gerçekleştirilmiştir.

Çalışma boyunca, UVC fotonizer sistemlerinin seçimi, tedarigi ve montesi gerçekleştirilmiştir. Buna bağlı olarak günlük girişler ve HES kayıtlarından pozitif vaka sayıları izlenmekte olup belirli bir süreç sonunda tam olarak sistemin performansı ortaya çıkmış olacaktır.

Sistemin monte edilmesi ve işletilmesi aşamasında giriş ve çıkış hava ölçümleri, anti-bakteryel ve antiviral etkilerin ölçülmesi için gerekli sistemlerin tasarımı, tedarigi ve montajı ve bakımları sürekli olarak yapılmıştır.

Çalışmada, HVAC TİPİ UVCspectra donanımının hiçbir biçimde bina içerisinde zararlı olabilecek etkilerinin en sıkı bir biçimde kontrolü ve yüzde yüz risksiz bir biçimde çalıştırılmasının sağlanmak üzere sızdırmazlık testleri yapılmıştır. Sistemin sürdürülebilir olması ve yıllarca etkin bir biçimde çalışması için gerekli danışmanlık, bakım, izleme ve denetleme sistematiği yerine getirilecektir. Mobil/taşınabilir havalandırma+dezenfektan+sterilizasyon ünitesi kolaylıkla taşınabilir bir tasarımla açık atmosfere maruz kesimlerde ve mahallerde kullanılmak üzere yapımı sağlanmıştır.

Özellikle yenilikçi bir anlayışla zemin dezenfektasyonu da sağlayan mobil bir “süpürge” görünümlü sistem tasarlanmış ve patent başvurusu yapılmıştır. Doğu Üniversitesi Kampüsünde sürekli olarak kullanılacak bu sistemlerle zemin dezenfektasyonu da etkin bir biçimde yerine getirilecektir.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışmayı 2019-20-D2-B01 “Virüs-Free Kampüs: DOÜ Ataşehir-Dudullu” BAP Projesiyle destekleyen Doğu Üniversitesi Mtevelli Heyeti Başkanlığına ve Rektörlüğüne teşekkür ederim.

## KAYNAKÇA

- Alvarenga, M. O. P., Veloso, S. R. M., Bezerra, A. L. C. A., Trindade, B. P., Gomes, A. S. L., & Monteiro, G. Q. de M. (2022). Covid-19 outbreak: Should dental and medical practices consider uv-c technology to enhance disinfection on surfaces? – A systematic review. *Journal of Photochemistry and Photobiology*, 9, 100096. <https://doi.org/10.1016/J.JPAP.2021.100096>
- ASTM-D4490-96. (2016). Standard Practice for Measuring the Concentration of Toxic Gases or Vapors Using Detector Tubes. ASTM International. [https://www.techstreet.com/standards/astm-d4490-96-2016?product\\_id=1932713](https://www.techstreet.com/standards/astm-d4490-96-2016?product_id=1932713)
- Baykara, T. (2019). VİRÜS-FREE KAMPÜS: DOÜ ATAŞEHİR DUDULLU. Doğu Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP).
- Chiappa, F., Frascella, B., Vigezzi, G. P., Moro, M., Diamanti, L., Gentile, L., Lago, P., Clementi, N., Signorelli, C., Mancini, N., & Odone, A. (2021). The efficacy of ultraviolet light-emitting technology against coronaviruses: a systematic review. *Journal of Hospital Infection*, 114, 63–78. <https://doi.org/10.1016/J.JHIN.2021.05.005/ATTACHMENT/319623E4-5D0E-4A2E-8CB0-58F7E81FCB85/MMC1 DOCX>
- CR-2-20, I. C. R. (2019). FAQs- Illuminating Engineering Society. Illuminating Engineering Society. <https://www.ies.org/standards/committee-reports/ies-committee-report-cr-2-20-faqs/>



- FDA. (2021). UV Lights and Lamps: Ultraviolet-C Radiation, Disinfection, and Coronavirus | FDA. The U.S. Food & Drug Administration. <https://www.fda.gov/medical-devices/coronavirus-covid-19-and-medical-devices/uv-lights-and-lamps-ultraviolet-c-radiation-disinfection-and-coronavirus>
- Foarde, K., Franke, D., Webber, T., Hanley, J., & Owen, K. (2006). HVAC In-Duct UV Light Systems- American Ultraviolet- [PDF Document]. The U.S. Environmental Protection Agency (EPA). <https://vdocuments.net/hvac-in-duct-uv-light-systems-american-ultraviolet-.html>
- Heßling, M., Hönes, K., Vatter, P., & Lingenfelder, C. (2020). Ultraviolet irradiation doses for coronavirus inactivation – review and analysis of coronavirus photoinactivation studies. *GMS Hygiene and Infection Control*, 15, 1–8. <https://doi.org/https://doi.org/10.3205/dgkh000343>
- ISO-15714. (2019). Method of evaluating the UV dose to airborne microorganisms transiting in-duct. INTERNATIONAL ISO STANDARD. <https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/267e7d55-216f-48b3-b531-bde73184f410/iso-15714-2019>
- Kennedy, H. E. (2019). ULTRAVIOLET AIR AND SURFACE TREATMENT. ASHRAE Handbook—HVAC Applications.
- Kowalski, W. (2009). UVGI Disinfection Theory. *Ultraviolet Germicidal Irradiation Handbook*, 17–50. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-01999-9\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-642-01999-9_2)
- LTC. (2022). Light Trade Centre- UVCpectra. Light Trade Center. <https://lighttradecentre.com/tr/uvcpectra>
- Lualdi, M., Cavalleri, A., Bianco, A., Biasin, M., Cavatorta, C., Clerici, M., Galli, P., Pareschi, G., & Pignoli, E. (2021). Ultraviolet C lamps for disinfection of surfaces potentially contaminated with SARS-CoV-2 in critical hospital settings: examples of their use and some practical advice. *BMC Infectious Diseases*, 21(1), 1–13. <https://doi.org/10.1186/S12879-021-06310-5/TABLES/3>
- Philips-Lighting. (2022). UV-C disinfection | Philips lighting. Philips Lighting. <https://www.lighting.philips.co.uk/products/uv-c>
- Saputa, D. (2015). What does ASHRAE say about Ultraviolet Germicidal Lamps (UV-C)?- ppt video online download. Slideplayer.Com. <https://slideplayer.com/slide/12134678/>
- Signify. (2020). Signify and Boston University validate effectiveness UVC light sources | Signify Company Website. Signify.Com. <https://www.signify.com/global/our-company/news/press-releases/2020/20200616-signify-boston-university-validate-effectiveness-signify-uvc-light-sources-on-inactivating-virus-that-causes-covid19>

