

DUVAR TİPİ KLİMALARIN ENFEKTE DAMLACIK DAĞILIMINA ETKİSİ

The Effect of Wall Type Air Conditioners on Infected Droplet Distribution

Bahadır Erman Yüce

ÖZET

Koronavirüs pandemisinin ardından yapılan pek çok çalışma havalandırma oranının oda içerisindeki enfeksiyon riskini azaltmada kritik bir rol oynayabileceğini göstermiştir ve bu çalışmalar daha çok merkezi havalandırma sistemleri üzerine yoğunlaşmıştır. Kapalı döngüde çalışan duvar tipi klimalar ile ilgili yapılan çalışma sayısı ise diğer iklimlendirme metotlarına kıyasla sınırlı sayıdadır. Duvar tipi klimalar ülkemizde yaygın olarak kullanılmaktadır ve oda içerisindeki hava akışına önemli ölçüde etki etmektedir. Bu çalışmada duvar tipi klimada üflenen havanın oda içerisindeki enfekte damlacık dağılımına etkisi sayısal olarak incelenmiştir. Sabit klima pozisyonuna göre farklı konumlarda bulunan ısıl mankenden hapsirme yoluyla yayılan damlacıkların dağılımı karşılaştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Havalandırma, HAD, koronavirüs, klima

ABSTRACT

Many studies after the coronavirus pandemic were shown that ventilation rate can play a critical role in reducing infection risk inside a room and these studies had mainly focused on central ventilation systems. The number of studies on wall-mounted air conditioners, which work in a closed circuit, is limited compared to other cooling methods. Wall-mounted air conditioners are widely used in Türkiye and have a significant impact on airflow inside a room. In this study, the effect of the air supplied by the wall-mounted air conditioner on the distribution of infectious droplets inside the room was analyzed numerically. The distribution of droplets emitted through sneezing was compared at different positions in relation to a fixed air conditioner position.

Key Words: Ventilation, CFD, coronavirus, air conditioner

1. GİRİŞ

Covid-19 hastalığının dünya çapında hızlı yayılımının ardından, Dünya Sağlık Örgütü (WHO), 11 Mart 2020'de küresel salgın ilan etti. İnsan koronavirüsleri bu salgından önce de biliniyordu fakat 2003'ten önce bu virüsler ölümcül sayılmıyordu ve soğuk algınlığı gibi hafif bir hastalık oldukları düşünülüyordu [1,2]. Bu tarihten sonra şiddetli akut solunum sendromu (SARS) ve Orta Doğu Solunum Sendromu (MERS) salgınları, insan koronavirüslerinin tehlikeli ve yıkıcı olabileceğini gösterdi [2].

Dünya sağlık örgütünün SARS-COV-2 pandemisini ilan etmesinin ardından dünya çapında salgını durdurmak için pek çok alanda adımlar atıldı ve çeşitli önlemler alındı. Bu önlemler sosyal ve ekonomik hayatın pek çok noktasında uygulamaya konuldu. İç ortamlarda çalışma düzenleri yeniden belirlendi. Hava limanları, alışveriş merkezleri, restoranlar, okullar, sinemalar, kongre merkezleri ve daha birçok kapalı alana çeşitli kısıtlamalar getirildi. Birçok etkinlik uzun bir süre iptal edildi, daha

sonraları ise sosyal mesafe, maske ve aşı zorunluluğu gibi çeşitli kısıtlar altında yürütüldü. Tüm bu önlemlere rağmen dünya genelinde çok sayıda insan yaşamını yitirirken, günümüzde salgının etkisi çok daha az da olsa devam etmektedir. Bu dönemde, dünya genelinde sosyal refah ve ekonomik kalkınma önemli ölçüde etkilenmiştir [3,4]. Pandeminin kaçınılmaz sonuçları, bulaşma fiziğini anlamak, bu ve gelecekteki salgınları önlemek için araştırmacıları bu alanda daha fazla araştırma yapmaya teşvik etmiştir.

Salgınla mücadelenin etkili olabilmesi ve verimli mühendislik çözümlerinin üretilebilmesi için bulaşım fiziğinin iyi anlaşılması gerekmektedir. Dünya Sağlık Örgütü'ne göre SARS-CoV-2 virüsünün yayılması, enfekte bir kişinin çevresindeki insanlarla yakın temas halinde olması durumunda meydana gelmektedir. Virüsün kişiye bulaşması, bir kişi tarafından saçılan ve dışarı atılan canlı virüs miktarına, temas türüne, çevreye ve hangi EÖK (Enfeksiyon önleme ve kontrol) önlemlerinin uygulandığına bağlıdır. Virüs, enfekte bir kişinin ağzından veya burnundan, kişi hapşırırken, öksürdüğünde, ağır nefes aldığı anda, konuştuğunda veya şarkı söylediğinde küçük sıvı parçacıkları halinde yayılabilmektedir. Bu sıvı parçacıklar, daha büyük 'solunum damlacıklarından' daha küçük 'aerosollere' kadar farklı boyutlardadır [5].

Bu çalışmada, soğutma amaçlı kullanılan duvar tipi bir klimanın bulunduğu odada, farklı manken pozisyonlarına göre, hapşırma sonucu oluşan damlacık dağılımı sayısal olarak incelenmiştir. Mankenin klimaya yaklaşması ve uzaklaşmasına göre farklı zaman aralıklarında elde edilen damlacık dağılımları karşılaştırılmıştır.

2. METOT

Karmaşık, türbülanslı, akışları deneysel olarak incelemek pahalı bir yöntemdir ve çoğu zaman uygulanabilir değildir. HAD, bu tür çalışmalarda çok önemli ve etkili bir yöntemdir. HAD yöntemiyle nonlineer momentum, süreklilik ve enerji denklemleri çözülebilir. Bu sayede incelenen kontrol hacmindeki akışkanın her noktadaki özellikleri hesaplanabilir. Buna bağlı olarak ofis ortamı gibi görece küçük hacimlerde CFD yöntemi ile enfekte damlacıkların yayılımını incelemek deneysel yöntemlere göre çok hızlı ve ucuz bir çözümdür.

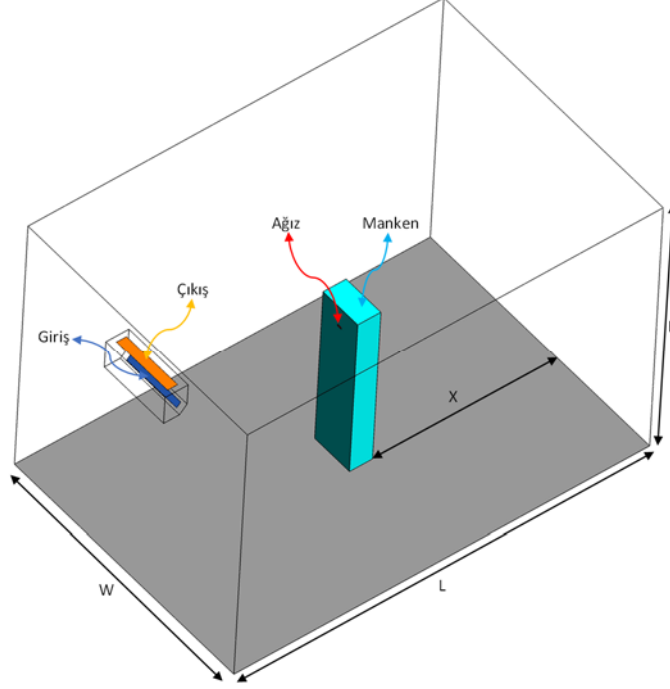
Damlacıkların havada kalma süresi ve katettiği mesafe, organizma türleri, partikül boyutu, yerleşme hızı, nem oranı ve hava akımı tarafından belirlenir [10]. Akış fiziğinin karmaşık doğası nedeniyle, damla hareketlerinin oda içerisindeki hava akışı tarafından etkilenmeyeceği açıktır. Oda içerisinde bir iklimlendirme faaliyeti söz konusu olduğunda ise hava hareketinin etkisi çok daha baskın hale gelecektir.

Bu çalışmada, damlacık yayılımının öksürme veya hapşırma sonucu meydana geldiği varsayılarak sayısal modelleme yapılmıştır. Türbülanslı, sıkıştırılabilir (Boussinesq yaklaşımı) ve geçici rejim akış şartları dikkate alınmıştır. Standart $k-\epsilon$ türbülans modeli "scalable" duvar fonksiyonu ile kullanılmıştır. Bu yaklaşım, daha az eleman sayısı ile istikrarlı bir çözüm elde etmek için kullanılmıştır. Önceki çalışmalarda, seçilen türbülans modelinin sonuçlarının havalandırma çalışmalarındaki deneysel sonuçlarla iyi bir uyum içinde olduğu görülmüştür [11].

Odada iklimlendirme sistemi olarak duvar tipi klima kullanıldığı varsayılmıştır. Tüm duvar sıcaklıkları 28°C ve sabittir. Isıl mankenin yüzey sıcaklığı $36,85^{\circ}\text{C}$ 'dir. Ortam, manken yüzey sıcaklığı ve hava arasındaki sıcaklık farkının neden olduğu kaldırma kuvvetinin etkilerini simüle etmek için -y yönündeki yerçekimi -9.81 m/s^2 olarak ayarlanmıştır. Doğal ve zorlanmış taşınımın sayısal prosedürü Yüce'nin çalışmasında ayrıntılı olarak açıklanmış ve doğrulanmıştır [11]. Bu nedenle, mankenin üzerindeki akışın neden olduğu hava hareketi de dikkate alınmıştır.

Hesaplama işlemi donanımsal kısıtlar nedeniyle toplam 15 sn için yapılmıştır. Zaman adımı 0.01s olarak ayarlanmıştır. Farklı zaman adımlarında simülasyonlar yapılmış ve zaman adımından bağımsızlık elde edilmiştir. Her zaman adımındaki maksimum iterasyon sayısı 100 olarak kabul edilmiştir. Tüm denklemlerin yakınsama kriteri ise değerleri 10^{-6} olarak ayarlanmıştır.

Modellenen oda ölçüleri Tablo 1’de ifade edilmiştir. Mankenin duvara olan uzaklığı (X) iki farklı değerde incelenmiştir. İlk durumda X mesafesi 0.50 m iken, ikinci durumda 2.00 m olarak ele alınmıştır. Klima duvarın tam ortasına konumlanmıştır. Üfleme hızı 3 m/s, üfleme sıcaklığı ise 19 °C olarak tanımlanmıştır.



Şekil 1. Çalışmada kullanılan model ve tanımlanan sınır şartı konumları.

Tablo 1. Oda ölçüleri.

Parametre	Birim	Değer
Oda uzunluğu (L)	m	4.50
Oda genişliği (W)	m	3.00
Oda yüksekliği (H)	m	2.75
Mankenin duvara uzaklığı (X)	m	0.50, 2.00

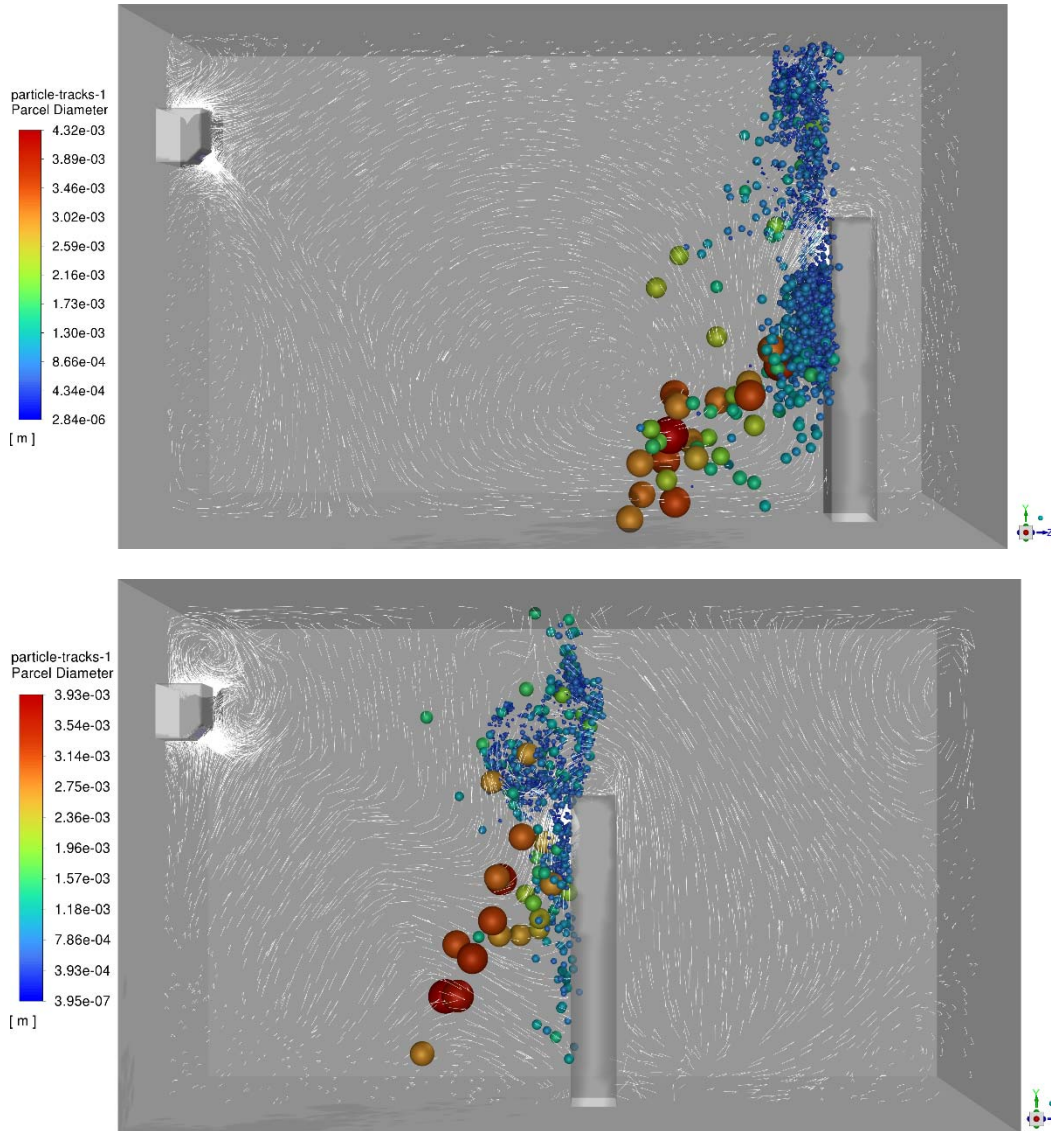
Bu çalışmada, hapşırma yoluyla yayılan enfekte damlacıkların yayılımını araştırmak için sayısal bir yaklaşım kullanılmıştır. Öksürme, hapşırma, hızlı konuşma ve ağır nefes almada insanların ağızlarından su damlacıkları şeklinde parçacıklar yayılmaktadır. Bu eylemler sonucunda etrafa saçılan partiküller boyut olarak homojen değildir ve değişken boyutlara sahiptir [10,12,13]. Bu çalışmada damlacıkların çapının 2 ile 2000 μm arasında değiştiği [12] kabul edilmiş ve damlacıkların boyutsal dağılımı Rosin-Rammler yaklaşımı ile tanımlanmıştır [14–17]. Damlacık parçalanma modeli olarak Taylor Analogy Breakup (TAB) modeli kullanılmış ve bunun için kararsız (unsteady) parçacık izleme yaklaşımı kullanılmıştır [14,18]. Ayrıca literatür taramasından sonra hapşırma hızı 4,5 m/s olarak ayarlanmıştır [19]. Sayısal simülasyonlarda kullanılan damlacık parametrelerinin özeti Tablo 2’de gösterilmiştir.

Tablo 2. Damlacık modeli özellikleri [18].

Parametre	Birim	Değer
Duvar Sıcaklığı	°C	28
Damlacık çapı	µm	2 – 2000
Damlacık başlangıç hızı	m/s	4.5
Damlacık başlangıç çapı	°C	36.5

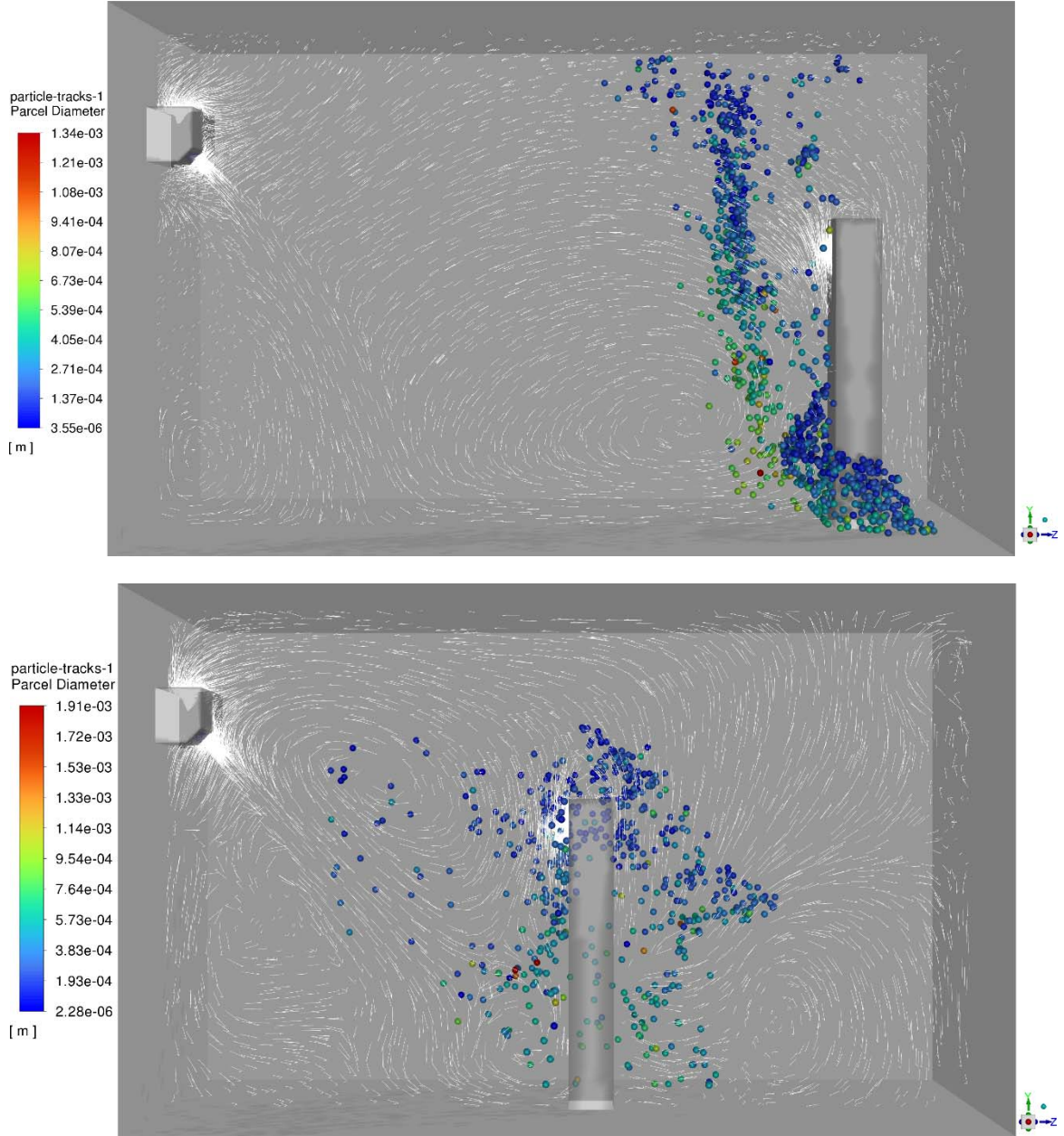
3. BULGULAR

Bu çalışmada duvar tipi bir klimanın kullanıldığı odada iki farklı manken konumuna bağlı olarak damlacık dağılımı incelenmiştir. İlk durumda mankenin Şekil 1'de gösterilen duvara olan X uzaklığı 0.50 m iken ikinci durumda 2.00m'dir.



Şekil 2. Yukarıdan aşağıda sırasıyla 1. ve 2. durum için $t=0.5\text{sn}$ 'de orta düzlemde akış yapısı ve damlacık dağılımı (damlacıklar çaplara göre (x50) ölçeklendirilmiştir).

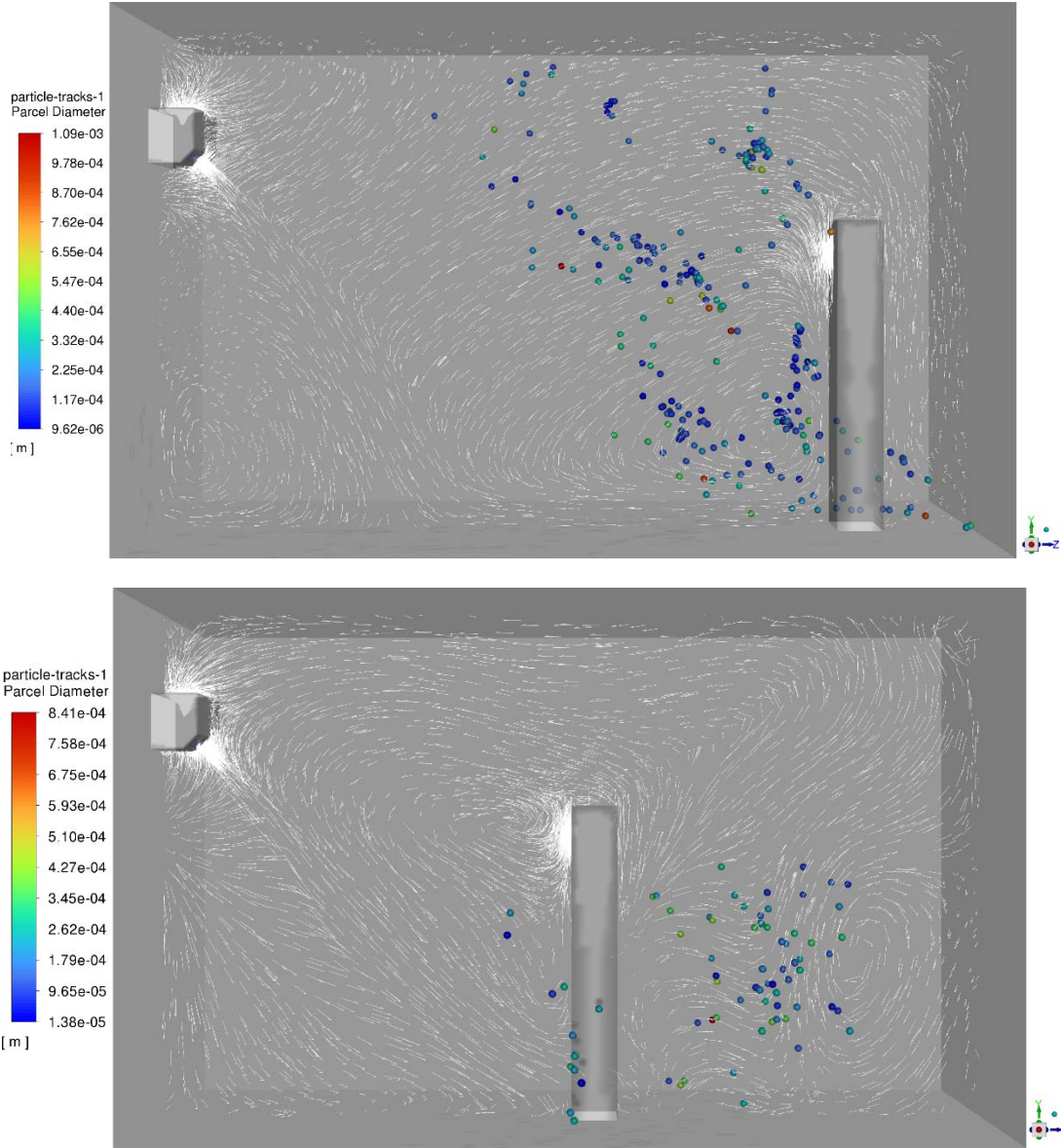
Duvar tipi klimalar üfleme ve emme konumlarının pozisyonu sebebiyle oda içerisinde diğer iklimlendirme metotlarına göre farklı bir hava akışı oluşturmaktadır. Şekil 2'de bu durumun etkileri görülmektedir. İki durumda da ağırlıkları sebebi ile aşağı doğru hareket eden çapı büyük olan damlacıklar $t=0.5\text{sn}$ 'de mankenin çok fazla uzaklaşamamışlardır ($<1\text{m}$). Bunun sebebi ise manken üzerine doğrudan ulaşan hava jetidir. İlk durumda, partikül dağılımı ile gösterilen akım vektörlerinden de anlaşılacağı üzere, mankenin klimadan uzaklığı sebebi ile hava jeti önce zemine ulaşmakta ardından dönüş hareketi yaparak küçük çaplı damlacıkları mankenin üzerine ve yukarıya doğru taşımaktadır. İkinci durumda da benzer bir hareket olmasının yanında mankenin klimaya olan yakın mesafesi sebebi sonucunda oluşan türbülanslı akış yapısı nedeniyle hem akış yapısı hem de damlacık dağılımı daha kaotiktir.



Şekil 3. Yukarıdan aşağıda sırasıyla 1. ve 2. durum için $t=4\text{sn}$ 'de orta düzlemde akış yapısı ve damlacık dağılımı (damlacıklar eşit büyüklükte gösterilmiş, çaplara göre renklendirilmiştir).

Şekil 3 $t=4\text{sn}$ 'ye karşılık gelen damlacık dağılımlarını göstermektedir ve Şekil 1 ile benzer bir dağılım içermektedir. İlk durum ($X=0.50\text{m}$) ele alındığında büyük çaplı damlacıkların pek çoğunun yüzeylere

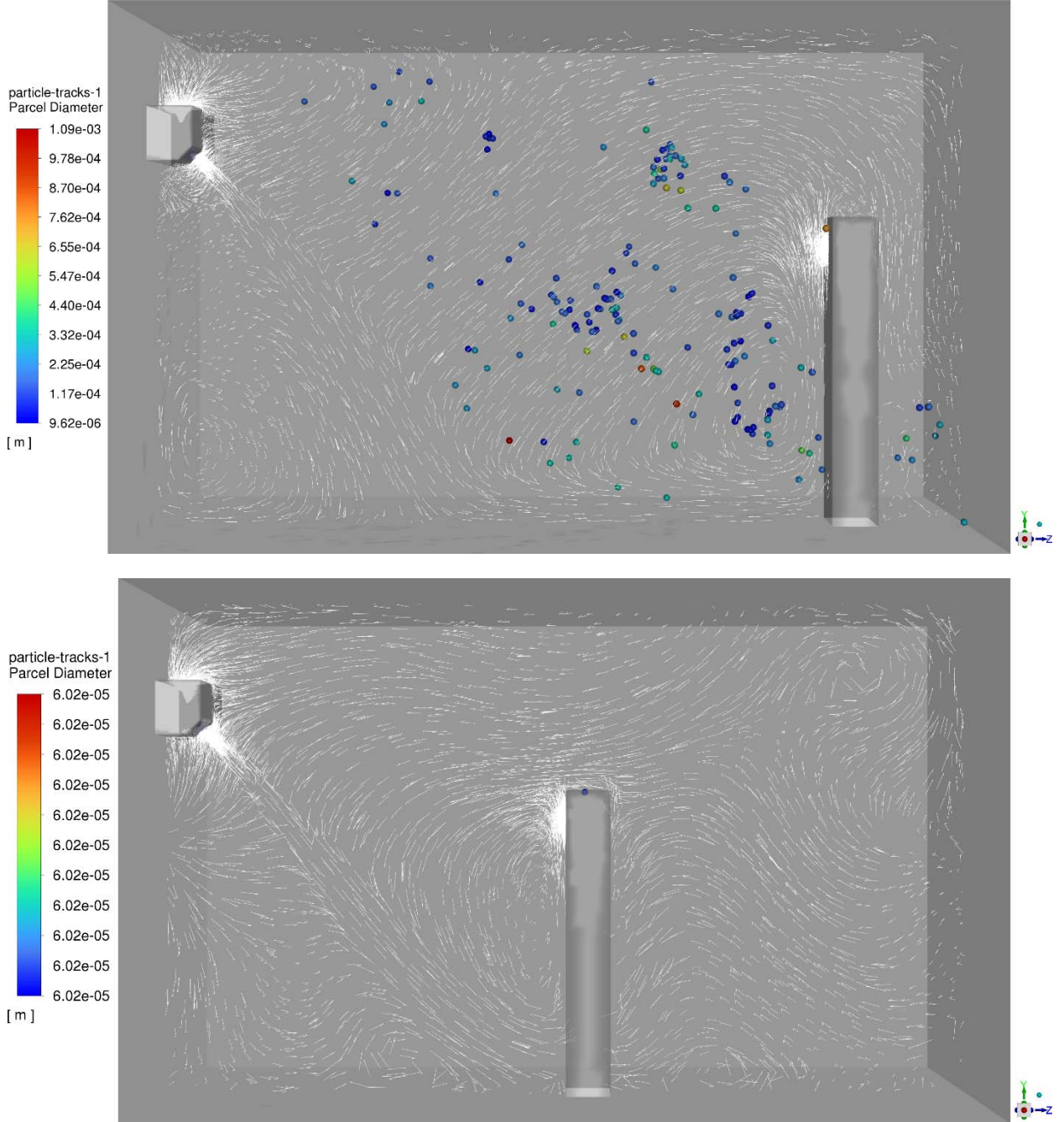
tutunduğu, kalan damlacıkların ise hava hareketine bağlı yer değiştirdiği görülmektedir. Zemine yakın kısımlar hava jeti tarafından mankenin gerisine doğru itilmekte, yüksekte kalan damlacıklar ise hava jetinin ve emme menfezinin sebep olduğu dairesel hava hareketine bağlı olarak bir klimaya doğru hareket etmektedir. İkinci durumda ise $t=0.5s$ 'de olduğu gibi damlacık dağılımı daha geniş bir alana yayılmıştır ve damlacıklar mankenin konumu nedeniyle oluşan girdap akımlarına bağlı olarak hareket etmektedir. Bu zaman aralığında ($t=4sn$) ilk durumda ($X=0.50m$) takip edilen damlacık sayısı 1019 iken ikinci durumda ($X=2.00m$) bu sayının 584 olduğu görülmüştür. Çoklu girdap yapısı nedeniyle damlacıkların tutunma, birleşme ve buharlaşma davranışları ilk duruma göre daha fazladır ve bu sebeple takip edilen parçacık sayısında hızlı bir düşüş meydana gelmektedir.



Şekil 4. Yukarıdan aşağıda sırasıyla 1. ve 2. durum için $t=8sn$ 'de orta düzlemde akış yapısı ve damlacık dağılımı (damlacıklar eşit büyüklükte gösterilmiş, çaplara göre renklendirilmiştir).

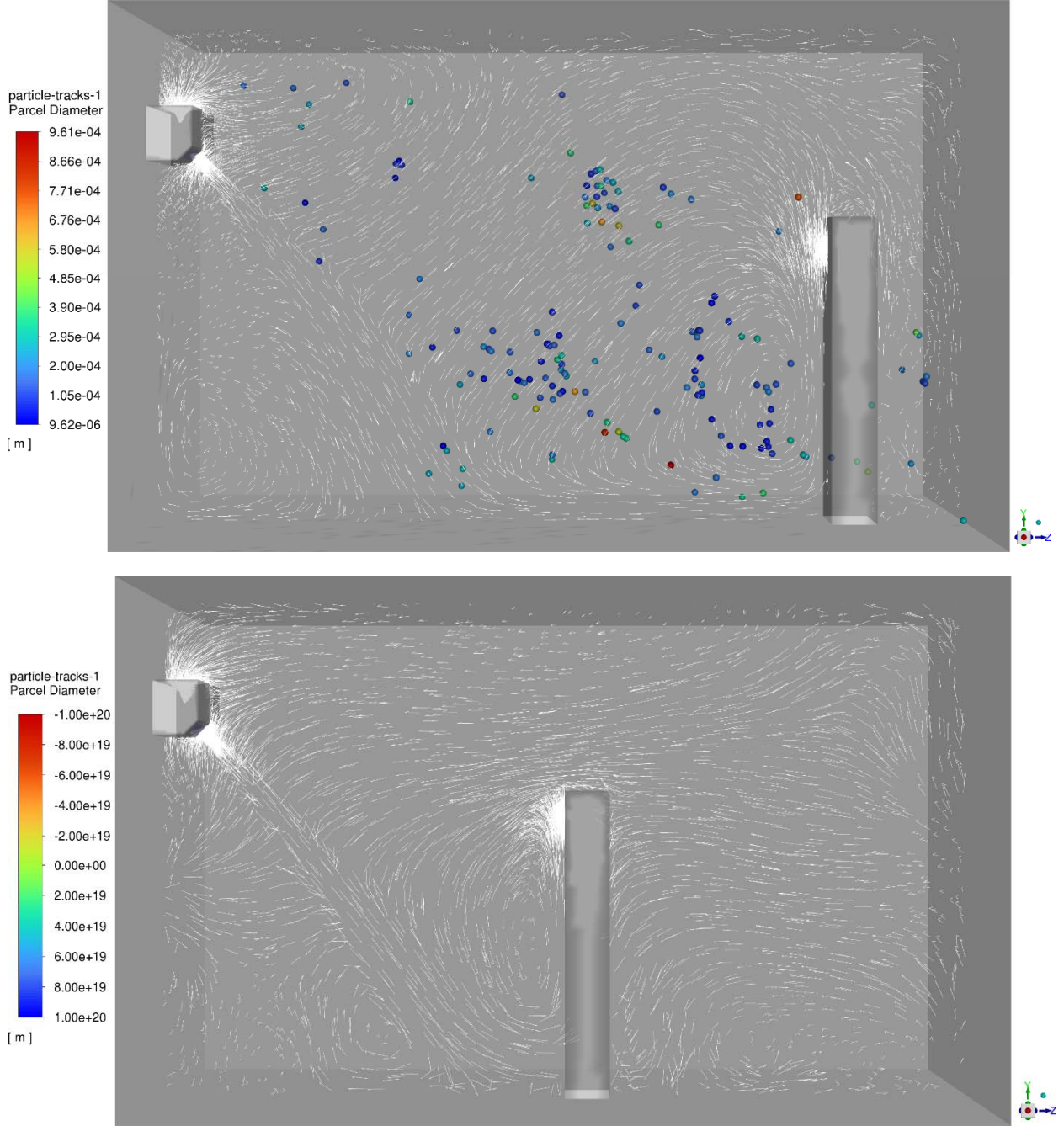
Şekil 4'te $t=8sn$ 'de her iki durum için damlacık dağılımları görülmektedir. Her iki durumda da damlacık kümelerinin dağıldığı ve birbirleri arasındaki mesafelerin arttığı görülmektedir. İlk durumda ($X=0.50m$) çapı büyük olan damlacıkların zemine doğru hareketini sürdürdüğü diğer damlacıkların ise odanın sağında baskın olan büyük dönüş hareketine bağlı olarak yer değiştirdiği görülmektedir. Damlacıkların büyük bir kısmı mankenin önünde konumlanmıştır. İkinci durumda ($X=2.00m$) ise damlacıkların yoğunlukla mankenin arkasında oluşan girdap hareketine bağlı olarak konumlandığı görülmüştür.

Ayrıca damlacık sayısı da önemli miktarda düşmüştür. Bu zaman aralığında ilk durumda 245 damlacık takip edilirken ikinci durumda 73 damlacık takip edilmiştir.



Şekil 5. Yukarıdan aşağıda sırasıyla 1. ve 2. durum için $t=12\text{sn}$ 'de orta düzlemde akış yapısı ve damlacık dağılımı (damlacıklar eşit büyüklükte gösterilmiş, çaplara göre renklendirilmiştir).

Şekil 5'te $t=12\text{sn}$ 'de her iki durum için damlacık dağılımları vektörel akım çizgileri ile birlikte gösterilmiştir. İlk durumda ($X=0.50\text{m}$) görülen dağılım yine bir önceki dağılıma benzemekte ve yine damlacıkların bir kısmı çıkış konumuna doğru damlacıklar ilerlemektedir. Bunun birlikte damlacıkların büyük bir kısmının odadaki hava akımlarına bağlı olarak asılı kaldığı ve girdap hareketlerine bağlı olarak hareket ettikleri görülmektedir. Öte yandan, ikinci durumda ($X=2.00\text{m}$) ise neredeyse tüm damlacıklar zamanla buharlaşmıştır. Bu zaman diliminde ilk durumda 178 damlacık takip edilirken, ikinci durumda yalnızca bir damlacık kalmıştır.



Şekil 6. Yukarıdan aşağıda sırasıyla 1. ve 2. durum için $t=15\text{sn}$ 'de orta düzlemde akış yapısı ve damlacık dağılımı (damlacıklar eşit büyüklükte gösterilmiş, çaplara göre renklendirilmiştir).

Şekil 6'da $t=15\text{sn}$ 'de her iki durum için damlacık dağılımları vektörel akım çizgileri ile birlikte gösterilmiştir. İlk durumda ($X=0.50\text{m}$) damlacıklar büyük ölçüde varlıklarını korumuşlardır ve 166 damlacık takip edilmiştir. Damlacıklar manken ve klima arasında oluşan büyük hava hareketi içinde hareket etmektedirler. Damlacık sayısının azalmasında temel etkinin buharlaşma olduğu görülmüştür. İkinci durumda ($X=2.00\text{m}$) ise tüm damlacıklar zamanla buharlaşmıştır.

SONUÇ

Bu çalışmada duvar tipi bir klimanın soğutma yaptığı bir odada, ısıl mankenin konumuna bağlı olarak enfekte damlacık dağılımı incelenmiştir. Isıl mankenin klimaya yakın olduğu durumda daha kaotik bir damlacık dağılımının meydana geldiği görülmüştür. Manken klimadan uzaklaştıkça damlacık hareketlerinin daha stabil ve öngörülebilir olduğu anlaşılmıştır. Öte yandan, mankenin klimadan uzaklaşmasıyla klimanın baskın bir şekilde meydana getirdiği hava hareketine kapılan damlacıklar havada çok daha uzun bir şekilde asılı kalmaktadır. İç ortamdaki kişilerin pozisyonu ve hava jetinin konumu damlacık dağılımına önemli ölçüde etki etmektedir. Elde edilen sonuçlar, iç ortamlarda hava yoluyla bulaşan virüslerin yayılımına karşı iklimlendirme sistemlerinin ve ofis tasarımının oldukça önem arz ettiği görülmüştür.

KAYNAKLAR

- [1] R. Atiyani, S. Mustafa, S. Alsari, A. Darwish, E.M. Janahi, Clearing the air about airborne transmission of SARS-CoV-2., *Eur. Rev. Med. Pharmacol. Sci.* 25 (2021) 6745–6766. https://doi.org/10.26355/eurrev_202111_27120.
- [2] Z.-W. Ye, S. Yuan, K.-S. Yuen, S.-Y. Fung, C.-P. Chan, D.-Y. Jin, Zoonotic origins of human coronaviruses., *Int. J. Biol. Sci.* 16 (2020) 1686–1697. <https://doi.org/10.7150/ijbs.45472>.
- [3] D.M. Cutler, L.H. Summers, The COVID-19 Pandemic and the \$16 Trillion Virus, *JAMA.* 324 (2020) 1495. <https://doi.org/10.1001/jama.2020.19759>.
- [4] M. Nicola, Z. Alsafi, C. Sohrabi, A. Kerwan, A. Al-Jabir, C. Iosifidis, M. Agha, R. Agha, The socio-economic implications of the coronavirus pandemic (COVID-19): A review, *Int. J. Surg.* 78 (2020) 185–193. <https://doi.org/10.1016/j.ijso.2020.04.018>.
- [5] World Health Organization(WHO), Roadmap to improve and ensure good indoor ventilation in the context of COVID-19, 2021.
- [6] J. Burkett, Defining Viruses And Droplet Release: Virus Transmission Modes and Mitigation Strategies, Part 1, *ASHRAE J.* 63 (2021) 24–29.
- [7] G.N. Sze To, C.Y.H.H. Chao, Review and comparison between the Wells-Riley and dose-response approaches to risk assessment of infectious respiratory diseases., *Indoor Air.* 20 (2010) 2–16. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0668.2009.00621.x>.
- [8] Z. Liu, W. Zhuang, X. Hu, Z. Zhao, R. Rong, J. Li, N. Li, W. Ding, Potential infection risk assessment of improper bioaerosol experiment operation in one BSL-3 laboratory based on the improved Wells-Riley method, *Build. Environ.* 201 (2021) 107974. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2021.107974>.
- [9] Y. Yan, X. Li, Y. Shang, J. Tu, Evaluation of airborne disease infection risks in an airliner cabin using the Lagrangian-based Wells-Riley approach, *Build. Environ.* 121 (2017) 79–92. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2017.05.013>.
- [10] World Health Organization(WHO), Infection prevention and control of epidemic- and pandemic-prone acute respiratory infections in health care, 2014.
- [11] B.E. Yuçe, E. Pulat, Forced, natural and mixed convection benchmark studies for indoor thermal environments, *Int. Commun. Heat Mass Transf.* 92 (2018) 1–14. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.icheatmasstransfer.2018.02.003>.
- [12] Y. Feng, T. Marchal, T. Sperry, H. Yi, Influence of wind and relative humidity on the social distancing effectiveness to prevent COVID-19 airborne transmission: A numerical study, *J. Aerosol Sci.* 147 (2020) 105585. <https://doi.org/10.1016/j.jaerosci.2020.105585>.
- [13] S. Leonard, W. Strasser, J.S. Whittle, L.I. Volakis, R.J. DeBellis, R. Prichard, C.W. Atwood, G.C. Dungan, Reducing aerosol dispersion by high flow therapy in COVID-19: High resolution computational fluid dynamics simulations of particle behavior during high velocity nasal insufflation with a simple surgical mask, *J. Am. Coll. Emerg. Physicians Open.* 1 (2020) 578–591. <https://doi.org/10.1002/emp2.12158>.
- [14] L. Borro, L. Mazzei, M. Raponi, P. Piscitelli, A. Miani, A. Secinaro, The role of air conditioning in the diffusion of Sars-CoV-2 in indoor environments: A first computational fluid dynamic model, based on investigations performed at the Vatican State Children's hospital, *Environ.*

- Res. 193 (2021) 110343. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.110343>.
- [15] M.R. Pendar, J.C. Páscoa, Numerical modeling of the distribution of virus carrying saliva droplets during sneeze and cough, *Phys. Fluids*. 32 (2020) 083305. <https://doi.org/10.1063/5.0018432>.
- [16] Y. Abu-Zidan, K. Nguyen, P. Mendis, S. Setunge, H. Adeli, DESIGN OF A SMART PREFABRICATED SANITISING CHAMBER FOR COVID-19 USING COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS, *J. Civ. Eng. Manag.* 27 (2021) 139–148. <https://doi.org/10.3846/jcem.2021.14348>.
- [17] S.A. Chillón, A. Ugarte-Anero, I. Aramendia, U. Fernandez-Gamiz, E. Zulueta, Numerical Modeling of the Spread of Cough Saliva Droplets in a Calm Confined Space, *Mathematics*. 9 (2021) 574. <https://doi.org/10.3390/math9050574>.
- [18] B.E. Yuçe, THE EFFECT OF ELEVATOR CABIN SIZE ON INFECTIOUS DROPLET DISPERSION, *Heat Transf. Res.* 53 (2022) 17–29. <https://doi.org/10.1615/HeatTransRes.2022041611>.
- [19] J.W. Tang, A.D. Nicolle, C.A. Klettner, J. Pantelic, L. Wang, A. Bin Suhaimi, A.Y.L. Tan, G.W.X. Ong, R. Su, C. Sekhar, D.D.W. Cheong, K.W. Tham, Airflow Dynamics of Human Jets: Sneezing and Breathing - Potential Sources of Infectious Aerosols, *PLoS One*. 8 (2013) e59970. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0059970>.

ÖZGEÇMİŞ

Bahadır Erman YÜCE

1991 yılı Oltu doğumludur. 2012 yılında Selçuk Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümünü bitirmiştir. 2015 yılında Uludağ Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim dalında yüksek lisans eğitimini tamamlamış ve yine aynı birimde 2019 yılında doktora eğitimini tamamlamıştır. 2020 yılından bu yana Bitlis Eren Üniversitesi, Makine Mühendisliği bölümünde Dr. Öğr. Üyesi olarak çalışmaktadır. 2021-2022 yılları arasında Danimarka Teknik Üniversitesi, International Centre for Indoor Environment and Energy'de TÜBİTAK 2219 bursiyeri olarak doktora sonrası araştırma faaliyetlerinde bulunmuştur. Havalandırma, ısı konfor, iç hava kalitesi ve iç ortam enfeksiyon riski konularında sayısal araştırmalar yürütmektedir.