

COVID19 PANDEMİSİ KAPSAMINDA TAM KAPANMA DÖNEMİNDE EVLERİN İÇ VE DIŞ ORTAM HAVASINDA UÇUCU ORGANİK BİLEŞİK DÜZEYLERİ

Indoor and Outdoor Levels of Volatile Organic Compounds in Homes During Lockdown Period of COVID19 Pandemics

Sibel Mentеше
Müge Aydın

ÖZET

Türkiye’de Covid19 pandemisi nedeniyle 29 Nisan - 17 Mayıs 2021 tarihleri arasında ülke genelinde tam kapanma uygulanmıştır. Kapanma döneminde iç ortam havasındaki uçucu organik bileşik (UOB) düzeylerinin belirlenmesi amacıyla Çanakkale’nin Merkez İlçesinde yer alan 12 farklı ev ve dış ortamında eşzamanlı olarak pasif UOB örnekleri kapanma dönemi boyunca toplanmıştır. Evlerden bir tanesinde (izlem evi) kapanma döneminden sonraki bir ay boyunca hem iç, hem de dış ortam hava örnekleri toplanarak, kapanma döneminin UOB profiline katkısı araştırılmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre, kapanma döneminde örnekleme yapılan evlerdeki toplam UOB (TUOB) düzeylerinin iç ortam-dış ortam (İ/D) oranı ortalama değer olarak 2,82 olarak hesaplanmıştır. İzlem evinde TUOB açısından İ/D oranı kapanma süresince 2,21 iken; kapanmadan sonra 1,30 olarak belirlenmiştir. Bu duruma kapanma sonrasında trafik yoğunluğundaki belirgin artış nedeniyle dış ortam havasındaki UOB düzeylerinin daha yüksek olarak gözlenmesi yol açmıştır. Kapanma süresince örnekleme yapılan evlerde ortalama TUOB düzeyi 171,5 µg/m³ iken; dış ortam havasında 96,6 µg/m³ olarak gözlenmiştir. İzlem evindeki TUOB düzeyi kapanma süresince iç ortam havasında 75,9 µg/m³ ve dış ortam havasında 34,3 µg/m³ iken; kapanmadan sonra iç ortam havasında 133,2 µg/m³ ve dış ortam havasında 102,3 µg/m³ olmuştur. Çalışma süresince mevsim koşullarına bağlı olarak ısınma amaçlı yakıt tüketiminin olmaması nedeniyle, dış ortam hava kompozisyonuna en çok katkısı olan kaynak trafik yoğunluğudur ve ev havasının kompozisyonunda da iç ortam aktivitelerine ilaveten trafik katkısının doğal havalandırma yoluyla açılma ile beraber arttığı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Covid19 pandemisi, uçucu organik bileşikler, iç ortam hava kalitesi, dış ortam hava kalitesi, kapanma dönemi.

ABSTRACT

Due to the Covid19 pandemic, nationwide full lockdown was implemented in Turkey between April 29 and May 17, 2021. Passive volatile organic compounds (VOC) samples were collected from indoor air of 12 different houses and their outdoor environments in Central town of Çanakkale city to determine the VOC levels during lockdown period. By taking both indoor and outdoor air samples during and after the lockdown period in one of the houses (monitoring house), the contribution of the lockdown to the VOC profile was investigated. According to the results of the study, the average indoor-to-outdoor (I/O) ratio of the total VOC (TVOC) levels in all houses of the study was calculated as 2.82 during the lockdown period. I/O ratio for TVOC in the monitoring house was 2.21 during the lockdown, while it was 1.30 after the lockdown period. This result was explained by a remarkable increase in traffic density with the opening, leading to occurrence of higher outdoor VOC levels. The average TVOC level during the lockdown was 171.5 µg/m³ in the houses, while It was observed as 96.6 µg/m³ in outdoor air. TVOC level in the monitoring house was 75.9 µg/m³ in indoor air and 34.3 µg/m³ in outdoor air, while it was 133.2 µg/m³ in indoor air and 102.3 µg/m³ in outdoor air after the lockdown

period. The fact that domestic heating was not applied due to the seasonal conditions, traffic density was the major source contributor of outdoor air composition. In addition to indoor activities, the contribution of traffic sources might have increased indoor air composition through natural ventilation with the opening.

Key Words: Covid19 pandemic, volatile organic compounds, indoor air quality, outdoor air quality, lockdown period.

1. GİRİŞ

İç ortam hava kalitesi (İHK) kavramı, iç ortam havasının ne kadar temiz olduğu ile ilgili olan çok sayıda parametrenin etkisinin olduğu karmaşık bir yapıyı ifade eder. İnsanların yaşadıkları ortamın havasının kalitesi açısından beklentilerinin ve algı düzeylerinin farklı olması ve/veya konfor düzeylerinin farklı olması gibi nedenlerden dolayı İHK için sınırları kesin olarak belirlenmiş bir çerçeve oluşturmak çok kolay değildir. İnsanların zamanlarının %90 gibi bir kısmını sınırlı hacme sahip iç mekanlarda geçirdiği dikkate alındığında, yetersiz temiz hava sağlanması nedeniyle kirleticilerin bu ortamlardan giderilmesi çok kolay olmamaktadır ve bu durum nedeniyle İHK konusuna daha fazla önem gösterilmesi ve dikkat çekilmesi gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Çalışmalar, kirletici düzeylerinin iç ortam havasında, dış ortam havasına göre daha yüksek mertebelerde gözlenebildiğini göstermektedir [1-7]. Yetersiz İHK, solunum yolu ve kardiyovasküler hastalıklar, alerji semptomları, kanser ve prematüre bebek ölümü gibi olumsuz sağlık etkilerine yol açabilmektedir [6,8]. Bu nedenle, İHK'nin anlaşılması ve kontrol edilmesi, özellikle yaygın olarak iç ortamlarda gözlenen kirleticilerin düzeylerinin azaltılarak İHK nedeniyle ortaya çıkan sağlık şikayetlerini azaltma potansiyeli bulunmaktadır.

Hava ortamında gözlenen uçucu organik bileşiklerin (UOB) doğal kaynaklarına ilaveten, yakıtların yanma reaksiyonları ve endüstriyel uygulamalar gibi insan-kökenli temel kaynakları özellikle önem arz etmektedir [9-13]. Diğer taraftan; inşaa ve dekorasyon malzemeleri, yer kaplamaları, boyalar, pestisitler, evsel temizlik ürünleri, parfüm/deodorant gibi UOB kaynakları iç mekanlarda yaygın olarak bulunmaktadır [14-16]. UOBler solunum organları tahribatından kansere kadar çok geniş bir yelpazede sağlık etkisine yol açmaktadır [6,17]. Farklı fonksiyonel gruplara dahil olan çok sayıda bileşiğin yer aldığı UOBler arasından benzen bileşiği 1982'den bu yana insan kanserojen olarak sınıflandırılan en bilinen UOB türüdür [18]. UOBlerin çoğu ortamda yaygın olarak gözleniyor olması ve önemli sağlık etkilerine yol açmaları nedeniyle, düzeylerinin bilinmesi ve azaltıcı önlemlerin alınması önemlidir.

Covid19 pandemisinin etkisi 2019 sonlarında ilk tanının konulmasıyla beraber 2022 yılına kadar pek çok ülkede vakaların artış hızına bağlı olarak zaman zaman gevşek zaman zaman ise oldukça sıkı kapanma ve/veya karantina koşullarının uygulanması nedeniyle dünya genelinde önemli bir salgın halini almıştır. Karantina ve kapanma dönemlerinde sokağa çıkmanın kısıtlanması, eğitim faaliyetlerinin okullarda yapılmaması ve bazı iş kollarının da çevrim içi olarak işyeri dışında hizmet vermesi gibi çeşitli uygulamalar söz konusu olmuştur. Kısıtlamaların olduğu bu dönemlerde ülkelerdeki hava kalitesinin kapanma süresince nasıl değiştiği, kapanma öncesi veya sonrasındaki hava kalitesi baz alınarak değerlendirilmiştir. Ülkemizde ve dünyanın diğer ülkelerinde yapılan çalışmalar genel olarak kapanma dönemlerinde özellikle trafik ve endüstriyel faaliyetlerin yoğunluğunun azalması nedeniyle hava kirletici düzeylerinin azalması suretiyle hava kalitesinin iyileştiğine işaret etmektedir [2,7,19-28]. Kapanma sonrası dönemi kapsayan çalışmalarda işaret edilen önemli bir nokta ise; hava kirletici düzeylerindeki azalmanın geçici bir durum olduğu; açılma ile beraber hava kalitesinin yine kapanma öncesi duruma hızla geçtiği ve hava kirleticilerin düzeylerinin tekrar artışa geçtiğidir.

Türkiye'de 2021 yılında Covid19 pandemisi nedeniyle 29 Nisan saat 19:00 ile 17 Mayıs saat 05:00 arasında ülke genelinde tam kapanma uygulanmıştır. Kapanma süresince, genel popülasyonun dışarıya çıkması sınırlandırılmıştır. Kapanma döneminde insanlar vakitlerinin tamamını iç ortamlarda geçirmek zorunda kaldıkları için, günlük hayat rutininde de değişim olmuştur. Kapanma süresince evdeki kişi sayısı azami düzeyde olacağı gibi; yemek pişirme, temizlik ve hobi amaçlı kişisel

faaliyetlerde de kapanma öncesine göre artış olması muhtemeldir. Özellikle pandemi ile beraber İHK ve sağlık etkilerine ilişkin olarak kamuoyu ve halk tarafından daha fazla dikkat edilmeye başlanmıştır.

Tam kapanmanın uygulanacağını kamuoyuna bildirilmesinden sonra, kapanma dönemindeki ev içi havasındaki uçucu organik bileşik (UOB) düzeylerinin belirlenmesi amacıyla Çanakkale'nin Merkez İlçesinde yer alan 12 farklı ev ve dış ortamına eşzamanlı olarak pasif UOB örnekleme tüpü yerleştirilmiştir ve kapanma dönemi sonunda evlerden örnekleme tüpleri toplanmıştır. Evlerden bir tanesinde (izlem evi) kapanma döneminden sonraki bir ay boyunca hem iç, hem de dış ortam hava örnekleri toplanarak, kapanma döneminin UOB profiline katkısı araştırılmıştır.

2. METODOLOJİ

2.1. Çalışma Yeri

Çanakkale'nin Merkez İlçesinde yer alan 12 farklı evin oturma odaları ile dış ortamında eşzamanlı olarak bu çalışma gerçekleştirilmiştir. Bu evlerin çevresel özellikleri ile evlerde yaşayan çalışmanın katılımcılarına ait bilgiler Tablo 1'de verilmiştir. Çalışmanın yapıldığı evlere ait özet bilgiler şöyledir: evlerin büyük bir kısmı apartman dairesidir, genellikle trafiğe yakınlığı az olan ara sokaklarda yer almaktadır, genellikle doğalgaz ısınma ve mutfak yakıtı olarak kullanılmaktadır, binalar genellikle 5 yıldan eski, çoğunda son tadilat 4 yıldan uzun süre önce yapılmış, evde yaşayan kişi sayısı 1 ila 4 kişi arasında, evlerin yarısından azında sigara içen kişi var, haftalık temizlik sıklığı 1-2 kez, günlük havalandırma süresi mevsim koşullarının da elvermesi nedeniyle 1 saatten 15 saate kadar geniş bir aralıkta değişmekte ve evlerin 2 tanesinde kedi ve 1 tanesinde köpek besleniyor. Evde yaşayan katılımcılara yapılan kısa memnuniyet anketine göre; katılımcıların büyük bir kısmı kadın, yaş aralığı 27-51 arasında ve doktor tarafından tanısı konulmuş bir hastalığı olmayan katılımcıların yarısında hasta bina sendromu (SBS) semptomlarından en az biri gözlenmiştir. En yaygın gözlenen SBS semptomları; cilt kuruluğu, hapşırma, baş ağrısı ve yorgunluk.

Tablo 1. Çalışmanın yapıldığı evler ve katılımcılara ait bilgiler.

Özellik	Ev no											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ev tipi	Apt.	Müs.	Apt.	Apt.	Apt.	Apt.	Apt.	Apt.	Apt.	Apt.	Apt.	Apt.
Bulunduğu kat	5	3	4	4	1	5	4	5	3	1	4	3
Trafiğe yakınlık	orta	az	çok	orta	az	az	az	orta	orta	az	orta	orta
Son tadilat zamanı	12 y	6 y	6 y	4 y	7 y	1 y	10 y	1 h	6 y	2 y	4 y	5 y
Bina yaşı (yıl)	>20	10	6	13	16	20	10	11	6	2	5	>20
Isınma yakıtı	Doğ.	Elk.	Doğ.	Doğ.	Doğ.	Elk.	Doğ.	Doğ.	Doğ.	Doğ.	Doğ.	Doğ.
Mutfak yakıtı	Doğ.	Elk.	Doğ.	Doğ.	Doğ.	Elk.	Doğ.	Doğ.	Doğ.	Doğ.	Doğ.	Doğ.
Evde yaşayan kişi sayısı	4	3	1	4	3	4	3	4	1	2	3	1
Evde sigara içen kişi sayısı	0	0	1	2	2	0	0	0	0	1	0	1
Evde günlük içilen sigara adedi	0	0	20	30	30	0	0	0	0	5	0	10
Haftalık temizlik sıklığı	1	1	2	2	2	2	1	2	1	1	1	1
Havalandırma süresi (saat/gün)	5	10	8	15	13	8	2	8	yok	5	1	4
Evcil hayvan varlığı	yok	kedi	kedi	yok	yok	yok	yok	köpek	yok	yok	yok	yok
Katılımcıya ait bilgiler												
Yaş	40	51	30	27	27	41	50	45	40	28	28	27
Cinsiyet	K	E	K	E	K	K	K	K	K	K	E	K
SBS semptomları var mı?	Yok	Evet -cilt k.	Yok	Evet -hapş.	Evet -baş ağ. -hapş. -cilt k.	Evet -cilt k.	Yok	Yok	Yok	Evet -yorg.	Evet -baş ağ.	Yok

Not: K: Kadın, E: Erkek, y: yıl, h: hafta, Doğ: doğalgaz, Elk: elektrikli, Apt: apartman, Müs: müstakil, cilt k: cilt kuruluğu, SBS: hasta bina sendromu, hapş: hapşırma, baş ağ: baş ağrısı, yorg: yorgunluk.

Çalışmanın yapıldığı evlerden bir tanesinde (izlem evi) kapanma sırasında ve kapanma döneminden sonra hem iç, hem de dış ortam hava örnekleri toplanarak, kapanma döneminin UOB profiline katkısı araştırılmıştır (Tablo 1'de yer alan Ev-1). Tablo 1'de verilen bilgilere ilaveten, izlem evine ait diğer özellikler özetle şöyledir: Boğazkent Mahallesi'nde yer alan evin ön cephesinde trafik lambasının yer aldığı orta işlekli bir dörtyol ve şehir içi otobüs durağı yer almaktadır. Örneklemeye süresince odada ortalama 2-3 kişi bulunuyordu, örneklemeye sırasında odanın kapısı ve pencereleri kapalı konumdaydı ve örneklemeye başlamadan önce kimyasal madde içeren temizlik malzemesi ile ıslak temizlik yapılmadı. Örneklemeye yapılan oda ahşap parkeli ve odanın alanı 30 m², odada 4 kanepe, 1 yemek masası ve TV ünitesi yer almaktadır.

2.2. Örneklemeye ve Analiz Teknikleri

Havadaki UOBler pasif örneklemeye tekniğiyle toplanmıştır. UOB örnekleri bir tarafında difüzyon kapağı olan Tenax TA/Carbograph 1TD sorbentlerini içeren paslanmaz çelikten yapılmış termal desorber tüpleri içerisinde toplanmıştır [29-31]. Çalışmada hedef UOB türleri benzen, toluen ve ksilenler (*o*-, *m*- ve *p*-). Bu kirleticilerin tür ve konsantrasyon tayinlerinde standart solüsyon olarak UOB mix-1 (Dr. Ehrenstorfer) kullanılmıştır. Toplam UOB (TUOB) düzeyleri toluen-eşdeğeri olarak kromatogramlarda gözlenen C₆-C₁₆ arasındaki bileşikler için hesaplanmıştır [32]. Örneklemeye alanından kapanma bittikten sonra toplanan örneklemeye tüpleri içi aktif karbon ve silika jel ile dolu olan özel taşıma kutularında Laboratuvara getirilmiştir ve hemen analiz edilmiştir. Hava örneklerinin Termal Desorber/Gaz Kromatografi (TD/GC-FID) cihazlarında analizleri yapılarak bileşiklerin kaynama noktalarına göre tür ve miktar tayinleri yapılmıştır. Hava örneklerindeki hedef UOB türlerinin kütleli konsantrasyonu ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Fick'in 1. difüzyon kanununa göre hesaplanmıştır [30].

2.3. Verilerin Değerlendirilmesi

Evlerde ve dış ortamlarında gözlenen BTX bileşikleri ve TUOB seviyeleri ile iç ortam/dış ortam (İ/D) oranları Tablo 1'de detaylı olarak verilen evlere ait çevresel bilgiler ve katılımcılara ait bilgiler de göz önünde bulundurularak değerlendirilmiştir. Tanımlayıcı istatistikler ve karşılaştırma tabloları ile çalışmanın bulguları sunulmuştur.

3. BULGULAR

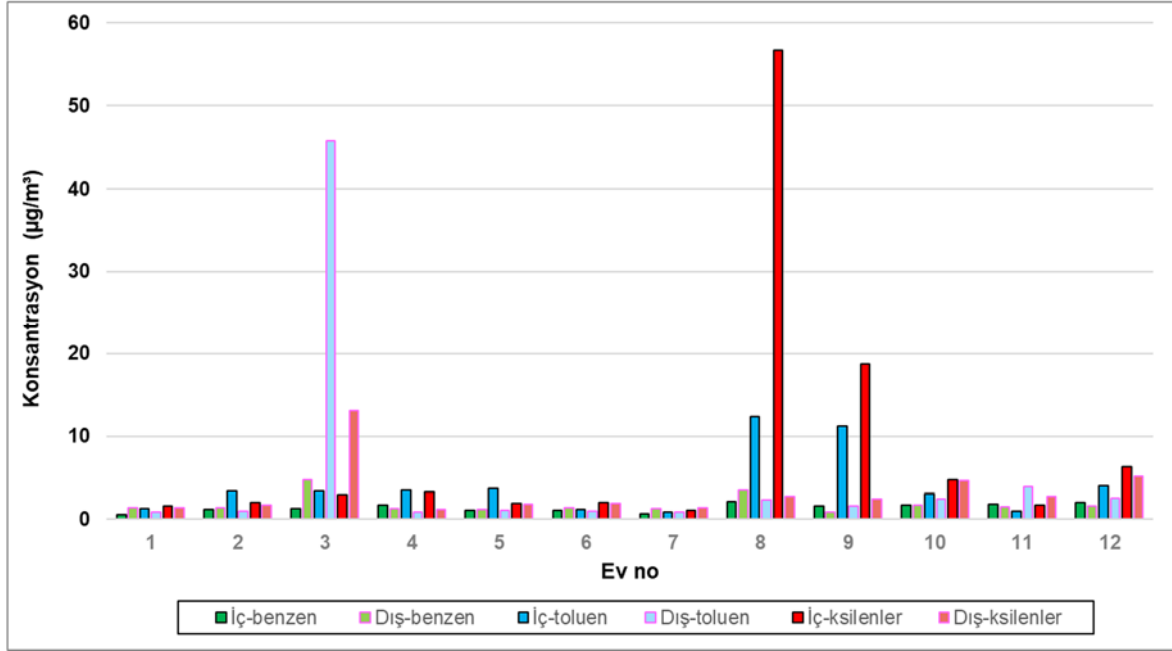
Bu çalışmada kapanma dönemi boyunca 12 evin oturma odalarında ve dış ortamında gözlenen UOB düzeyleri ile izlem evinde kapanma süresince ve sonrasında gözlenen UOB düzeyleri belirlenmiştir.

3.1. UOB Düzeylerinin Kapanma Döneminde Düzeyleri

Kapanma döneminde ortalama değer açısından benzen ve toluen dış ortamda daha yüksek olarak gözlenirken; ksilenler evlerde daha yüksek olarak gözlenmiştir. Çalışma genelinde evlerde benzen 0,61-2,14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (ortalama: 1,40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), toluen 0,87-12,35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (ortalama: 4,09 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) ve ksilenler 1,12-56,68 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (ortalama: 8,59 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) aralığında bulunmuştur. Dış ortam havasında ise çalışma genelinde benzen 0,89-4,73 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (ortalama: 1,82 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), toluen 0,85-45,71 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (ortalama: 5,34 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) ve ksilenler 1,15-13,10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (ortalama: 3,36 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) olarak tespit edilmiştir. TUOB düzeyleri evlerde 51,7-729,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (ortalama: 171,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) olmak üzere oldukça geniş bir aralıkta değişim gösterirken; dış ortam havasında 21,5-38,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (ortalama: 96,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) arasında gözlenmiştir.

Kapanma döneminde evlerin iç ve dış ortamlarında gözlenen benzen, toluen ve ksilenlerin düzeyleri Şekil 1'de verilmiştir. Buna göre, iç ortam havasında en yüksek düzeyler ksilenler ve toluen açısından sırasıyla Ev-8 ve Ev-9'da gözlenmiştir. Ev-8'de duvar boyama, fayans değişimi gibi büyük ölçekli bir tadilatın kapanmadan hemen önce yapıldığı bilindiğinden; yüksek UOB düzeylerinin bina tadilatı ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Ev-9'da ise ev sahibi temizlik yaptıktan sonra kapanma süresince evde hiç bulunmadığını ve evin kapanma süresince hiç havalandırılmadığını belirttiğinden UOBler de dahil diğer hava kirleticilerin kapanma süresince ev havasında akümüle olduğu düşünülmektedir. Dış ortam

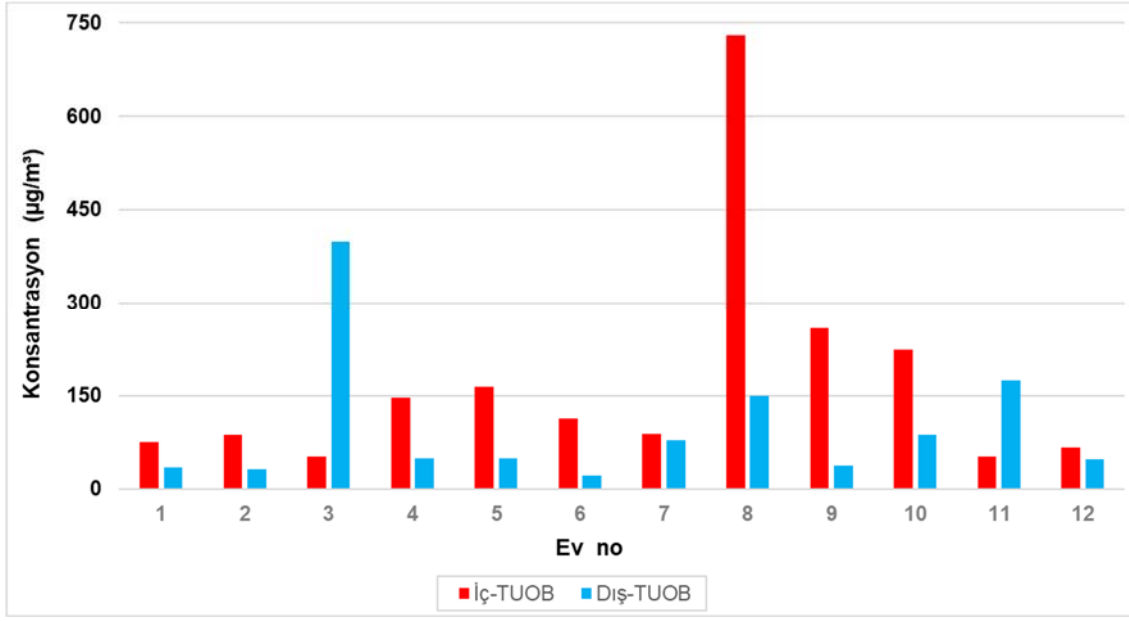
havasında en yüksek düzeyler toluen ve ksilenler açısından Ev-3'de gözlenmiştir. Ev-3'ün trafiğe yakınlığı diğer evlere göre daha fazla olması, dış ortam havasında daha yüksek UOB düzeyleri gözlenmiş olmasına neden olmuş olabilir.



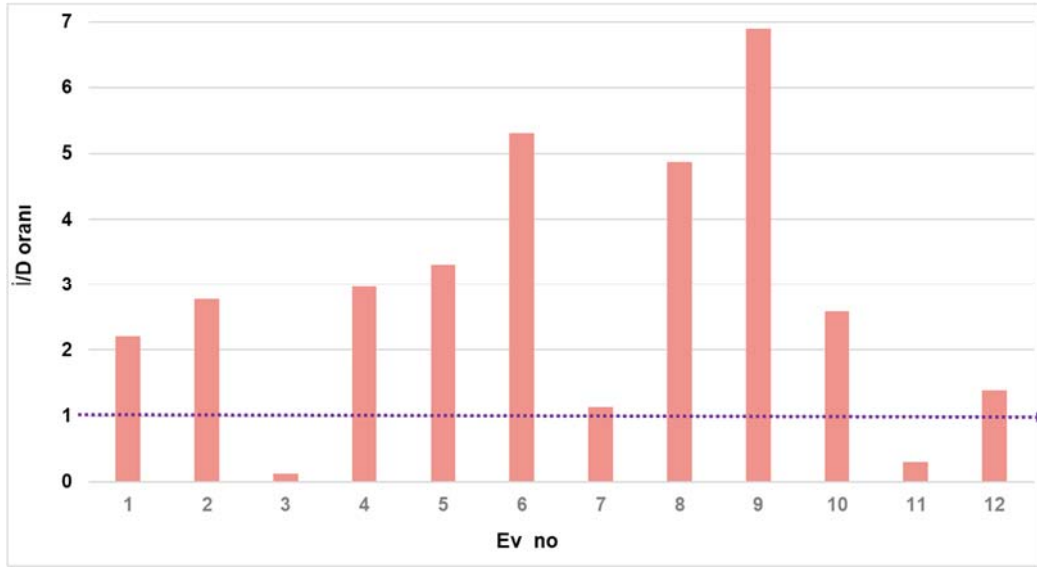
Şekil 1. Çalışmanın yapıldığı evlerde kapanma döneminde benzen, toluen ve ksilenlerin konsantrasyonunun ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) iç ve dış ortam havasında değişimi

Kapanma döneminde evlerin iç ve dış ortamlarında gözlenen TUOB düzeyleri Şekil 2'de verilmiştir. Buna göre, iç ortam havasında en yüksek düzeyler ksilenler ve toluen açısından sırasıyla Ev-8, Ev-9 ve Ev-10'da gözlenmiştir. Ev-8'de örnekleme öncesi yapılan tadilat ve Ev-9'da havalandırmanın yapılmamış olması ksilenler ve toluen için gözlenen yüksek düzeylere paralel olarak TUOB düzeylerinde de yüksek seviyelerin gözlenmesi ile sonuçlanmıştır. Ev-10'un diğer evlere göre daha yeni olması, evde sigara içilmesi ve görece daha az havalandırmanın yapılmış olması TUOB düzeylerini etkilemiş olabilir. Dış ortam havasında en yüksek TUOB düzeyi, toluen ve ksilenler için gözlenen trende benzer şekilde trafiğe yakınlığı daha fazla olan Ev-3'de gözlenmiştir.

Çalışma genelinde kapanma boyunca iç ve dış ortamlarda gözlenen TUOB düzeylerinin oranı (İ/D oranı) 0,13 ila 6,89 arasında değişmiştir ve ortalama değer olarak 2,82'dir. Evler için TUOB düzeyleri açısından hesaplanan İ/D oranları Şekil 3'de verilmiştir. Buna göre, Ev-3 ve Ev-11'de İ/D oranı 1'in altında bulunurken; diğer 10 evde bu oran 1'in üzerindedir. En yüksek İ/D oranı sırasıyla Ev-9 (6,89), Ev-6 (5,30) ve Ev-8'de (4,87) gözlenmiştir. Tablo 1'de verildiği üzere, Ev-9'da çalışma süresince havalandırmanın yapılmamış olması, Ev-6'da ev temizlik sıklığının fazla olması (her gün) ve Ev-8'de yeni yapılan tadilatın dış ortam havasına göre oldukça yüksek TUOB düzeylerinin gözlenmesine neden olan iç ortamdaki potansiyel kaynakları olduğu düşünülmektedir. Kapanma dönemlerinde hem iç ortam, hem de dış ortam havasında hava kirleticilerin düzeylerinin araştırıldığı çalışmalarda, genellikle kaynak yoğunluğunun azalması nedeniyle dış hava kalitesi iyileşirken [19,27,33]; iç ortamlarda aşırı temizlik malzemesi ve dezenfektan kullanımı ve mevsimsel koşullara bağlı olarak enerji tasarrufu amaçlı havalandırmanın azalması gibi nedenler ile iç hava kalitesinin ise kötüleştiğine işaret edilmektedir [2,7,23].



Şekil 2. Çalışmanın yapıldığı evlerde TUOB konsantrasyonunun ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) kapanma döneminde iç ve dış ortam havasında değişimi

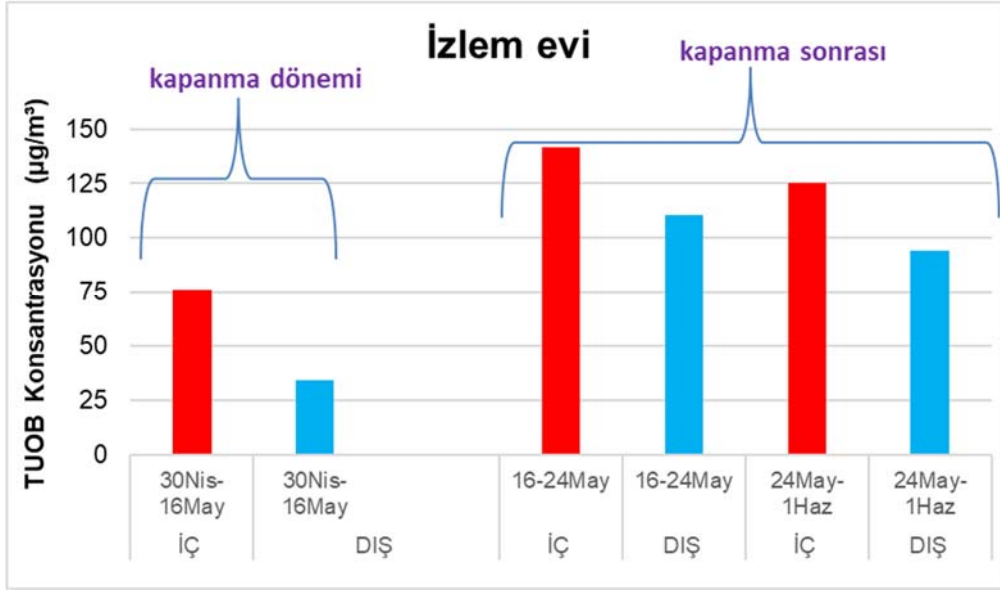


Şekil 3. Çalışmanın yapıldığı evlerde kapanma döneminde gözlenen TUOB düzeylerinin iç/dış (I/D) oranı

3.2. Kapanma Dönemi ve Sonrasında İzlem Evinde UOB Profilinin Değişimi

Kapanma süresince ve kapanmadan sonra izlem evinde gözlenen UOB düzeyleri Şekil 4'de verilmiştir. İzlem evindeki TUOB düzeyi kapanma süresince iç ortam havasında $75,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ve dış ortam havasında $34,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ iken; kapanmadan sonra iç ortam havasında $133,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ve dış ortam havasında $102,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ olmuştur. İzlem evinde TUOB açısından I/D oranı kapanma süresince 2,21 iken; kapanmadan sonra 1,30 olarak belirlenmiştir. Bu duruma kapanma sonrasında trafik yoğunluğundaki belirgin artış nedeniyle dış ortam havasındaki UOB düzeylerinin daha yüksek olarak gözlenmesi yol açmıştır. Yapılan benzer çalışmalarda da genel olarak kapanma dönemlerinde özellikle trafik ve endüstriyel faaliyetlerin yoğunluğu azaldığı için, hava kalitesinin geçici olarak

iyileştiği; açılma ile beraber, hava kalitesinin yine kapanma öncesi duruma hızla geçtiği ve hava kirleticileri düzeylerinin tekrar artışa geçtiği belirtilmektedir [2,7,19-21].



Şekil 4. İzlem evinde TUOB konsantrasyonunun ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) kapanma döneminde ve sonrasında değişimi

SONUÇ

Türkiye’de Covid19 pandemisi nedeniyle 29 Nisan - 17 Mayıs arasında ülke genelinde uygulanan tam kapanma süresince, genel popülasyonun dışarıya çıkması sınırlandırılmış ve özel izin ile sadece aciliyeti olan iş kolları mensupları dışarıya sınırlı olarak çıkabilmiştir. Kapanma döneminde insanlar vakitlerinin tamamını iç ortamlarda geçirmek zorunda kaldıkları için, günlük hayat rutininde de çeşitli değişimler gerçekleşmiştir. Evdeki kişi sayısı azami düzeyde olacağı gibi; yemek pişirme, temizlik ve hobi amaçlı kişisel faaliyetlerin yoğunluğunda da kapanma öncesine göre artış olabilir.

Tam kapanmanın uygulanacağını kamuoyuna bildirilmesinden sonra, kapanma dönemindeki ev içi havasındaki uçucu organik bileşik (UOB) düzeylerinin belirlenmesi amacıyla Çanakkale’nin Merkez İlesinde yer alan 12 farklı eve ve evlerin dış ortamına eşzamanlı olarak pasif UOB örnekleme tüpü yerleştirilmiştir ve kapanma dönemi sonunda evlerden örnekleme tüpleri toplanmıştır. Evlerden bir tanesinde (izlem evi) kapanma döneminden sonra bir ay boyunca hem iç hem de dış ortam örneği alınarak, kapanma döneminin evdeki UOB profiline katkısı araştırılmıştır.

Çalışmanın sonuçlarına göre, evlerde ölçülen UOB düzeyleri dış ortam havasındakinden daha yüksek olarak gözlenmiştir ($I/D > 1$). Bu durum, özellikle kapanma döneminde insan aktivitelerin evlerde geçirilen süre ile paralel olarak artması ve trafik yoğunluğunun dış ortamda azalması nedeniyle dış ortam hava kalitesinin İHK’ya göre daha iyi olduğuna işaret etmektedir. İzlem evinde yapılan çalışmanın sonuçlarına göre; açılma ile beraber, trafik yoğunluğundaki belirgin artışın dış ortam havasındaki UOB düzeylerinin daha yüksek olarak gözlenmesine yol açtığı belirlenmiştir. Bu durum, kapanmadan sonra iç ortam havasındaki UOB düzeylerini de artış yönünde etkilemiştir. Çalışma süresince mevsim koşullarına bağlı olarak ısınma amaçlı yakıt tüketiminin olmaması nedeniyle, dış ortam hava kompozisyonuna en çok katkısı olan kaynak trafik yoğunluğudur. Ev havasının kompozisyonunda da iç ortam aktivitelerine ilaveten, doğal havalandırma yoluyla trafik katkısının açılma ile beraber arttığı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] BHAT, M. A., ERASLAN, F. N., AWAD, A., MALKOÇ, S., ÜZMEZ, Ö. Ö., DÖĞEROĞLU, T., & GAGA, E. O. "Investigation of indoor and outdoor air quality in a university campus during COVID-19 lock down period", Building and Environment, 219, 109176, 2022.
- [2] MENTESE, S. AYDIN, M. "A Case Study: Variation of VOCs Levels During the Lockdown Period of Covid-19 Pandemics in Çanakkale Province, Turkey", ATMOS22, 10th International Hybrid Symposium on Atmospheric Sciences 18-21 October 2022, Istanbul – Türkiye, 2022.
- [3] MENTESE S. YOUSEFİ RAD A. ARISOY M. GULLU G. "Bacteria and Fungi Levels in Various Indoor and Outdoor Environments in Ankara, Turkey", CLEAN-Soil, Air, Water, 37(6), 487-493, 2009.
- [4] MENTESE S. YOUSEFİ RAD A. ARISOY M. GULLU G. "Multiple Comparisons of Organic, Microbial, and Fine Particulate Pollutants in Typical Indoor Environments: Diurnal and Seasonal Variations, Journal of Air and Waste Management Association, 62(12), 1380-1393, 2012.
- [5] MENTESE S. YOUSEFİ RAD A. ARISOY M. GULLU G. "Seasonal and Spatial Variations of Bioaerosols in Indoor Urban Environments, Ankara, Turkey", Indoor and Built Environment, 21(6), 797-810, 2012.
- [6] MENTESE S. MİRİCİ N.A. ELBİR T. PALAZ E. MUMCUOĞLU D.T. COTUKER O. BAKAR C. OYMAK S. OTKUN M.T. "A Long-Term Multi-Parametric Monitoring Study: Indoor Air Quality (IAQ) and the Sources of the Pollutants, Prevalence of Sick Building Syndrome (SBS) Symptoms, and Respiratory Health Indicators", Atmospheric Pollution Research, 11, 2270-2281, 2020.
- [7] NANDAN, A., SIDDQUI, N. A., SINGH, C., AERI, A., GWENZI, W., IGHALO, J. O., ... & RANGABHASHIYAM, S. "COVID-19 pandemic in Uttarakhand, India: Environmental recovery or degradation?". Journal of environmental chemical engineering, 9(6), 106595, 2021.
- [8] VARDOULAKIS, S., SHEEL, M., LAL, A., & GRAY, D. "COVID-19 environmental transmission and preventive public health measures" Australian and New Zealand Journal of Public Health, 44(5), 333, 2020.
- [9] KANSAL A. "Sources and reactivity of NMHCs and VOCs in the atmosphere: A review", Journal of Hazardous Materials, 166(1): 17-26, 2009.
- [10] MENTESE S. COTUKER O. SELCUK B, "Indoor Air Quality of a Cafeteria with a Rotor Turbine Ventilator (RTV) and Cross-Correlations between Indoor Air Pollutants, Occupancy Rate, and Meteorological Parameters", Environmental Engineering and Management Journal, 17(9), 2051-2059, 2018.
- [11] SALTHAMMER, T., MENTESE, S., MARUTZKY, R., "Formaldehyde in the indoor environment", Chemical Reviews, 110(4): 2536-2572, 2010.
- [12] GUNSCHERA, J., MENTESE, S., SALTHAMMER, T., ANDERSEN, J.R. "Impact of Building Materials on Indoor Formaldehyde Levels: Effect of Ceiling Tiles, Mineral Fiber Insulation and Gypsum Board" Building and Environment, 64:138-145, 2013.
- [13] MENTESE, S. AKÇA, B. "Hot - Spot Summertime Levels and Potential Sources of Volatile Organic Compounds (VOC) on Roads Around Çanakkale and Kilitbahir Harbors Across Dardanelles Strait", Atmospheric Pollution Research, 11, 2297-2307, 2020.
- [14] REHWAGEN, M., SCHLINK, U. HERBARTH, O. "Seasonal Cycle of VOCs in Apartments", Indoor Air, 13, 283-91, 2003.
- [15] SALTHAMMER, T. MENTESE, S. "Comparison of Analytical Techniques for the Determination of Aldehydes in Test Chambers", Chemosphere, 73, 1351-1356, 2008.
- [16] MENTESE, S., TASDİBİ, D. "Assessment of Residential Exposure to Volatile Organic Compounds (VOCs) and Carbon Dioxide (CO₂)", Global NEST Journal, 19(4), 726-732, 2017.
- [17] PARISELLI, F., SACCO, M. G., & REMBGES, D. "An optimized method for in vitro exposure of human derived lung cells to volatile chemicals", Experimental and Toxicologic Pathology, 61(1), 33-39, 2009.
- [18] IARC "Some industrial chemicals and dyestuffs". IARC Monogr Eval Carcinog Risk Chem Hum, 29:1-398, 1982. <http://publications.iarc.fr/47> PMID:6957379.
- [19] AKAN, A. P. "Variations in the Concentration of Air Pollutants due to the COVID-19 Lockdown in Istanbul, Turkey", European Journal of Technique (EJT), 12(1), 49-56, 2022.
- [20] PEI, C., YANG, W., ZHANG, Y., SONG, W., XIAO, S., WANG, J., ... & WANG, X. "Decrease in ambient volatile organic compounds during the COVID-19 lockdown period in the Pearl River Delta region, south China", Science of The Total Environment, 823, 153720, 2022.

- [21] SINGH, B. P., KUMARI, S., NAIR, A., KUMARI, S., WABAIDUR, S. M., AVTAR, R., & RAHMAN, S. "Temporary reduction in VOCs associated with health risk during and after COVID-19 in Maharashtra", India. Journal of Atmospheric Chemistry, 1-24, 2022.
- [22] TIBREWAL, K., & VENKATARAMAN, C. "COVID-19 lockdown closures of emissions sources in India: Lessons for air quality and climate policy", Journal of Environmental Management, 302, 114079, 2022.
- [23] DOMINGUEZ-AMARILLO, S., FERNÁNDEZ-AGÜERA, J., CESTEROS-GARCÍA, S., & GONZÁLEZ-LEZCANO, R. A. "Bad air can also kill: residential indoor air quality and pollutant exposure risk during the COVID-19 crisis", International Journal of Environmental Research and Public Health, 17(19), 7183, 2020.
- [24] HU, M., CHEN, Z., CUI, H., WANG, T., ZHANG, C., & YUN, K. "Air pollution and critical air pollutant assessment during and after COVID-19 lockdowns: Evidence from pandemic hotspots in China, the Republic of Korea, Japan, and India", Atmospheric pollution research, 12(2), 316-329, 2021.
- [25] GAUTAM, A. S., DILWALIYA, N. K., SRIVASTAVA, A., KUMAR, S., BAUDDH, K., SIINGH, D., ... & GAUTAM, S. "Temporary reduction in air pollution due to anthropogenic activity switch-off during COVID-19 lockdown in northern parts of India", Environment, Development and Sustainability, 23, 8774-8797, 2021.
- [26] GOREN, A. Y., GENİSOĞLU, M., OKTEN, H. E., & SOFUOĞLU, S. C. "Effect of COVID-19 pandemic on ambient air quality and excess risk of particulate matter in Turkey", Environmental Challenges, 5, 100239, 2021.
- [27] SAHOO, P. K., MANGLA, S., PATHAK, A. K., SALÁMAO, G. N., & SARKAR, D. "Pre-to-post lockdown impact on air quality and the role of environmental factors in spreading the COVID-19 cases-a study from a worst-hit state of India", International journal of biometeorology, 65, 205-222, 2021.
- [28] SHAKOOR, A., CHEN, X., FAROOQ, T. H., SHAHZAD, U., ASHRAF, F., REHMAN, A., ... & YAN, W. "Fluctuations in environmental pollutants and air quality during the lockdown in the USA and China: two sides of COVID-19 pandemic", Air Quality, Atmosphere & Health, 13, 1335-1342 2020.
- [29] US EPA. "Compendium Method for the Determination of Organic Compounds in Ambient Air TO-17". EPA/625/R-96010b, 1999.
- [30] ISO 16017-2, "Indoor, ambient and workplace air — Sampling and analysis of volatile organic compounds by sorbent tube/thermal desorption/capillary gas chromatography — Part 2: Diffusive sampling", Geneva: ISO; 2004.
- [31] MENTEŞE S. BAŞ B. "A Year - Round Monitoring of Ambient Volatile Organic Compounds Across Dardanelles Strait", Journal of Chemical Metrology, 14(2), 177-189, 2020.
- [32] ISO 16000-6, Determination of volatile organic compounds in indoor and test chamber air by active sampling on Tenax TA sorbent, thermal desorption and gas chromatography using MS/FID, indoor, ambient and workplace air sampling and analysis of volatile organic compounds by sorbent tube/thermal desorption/capillary gas chromatography e Part 1: pumped sampling. Geneva: ISO; 2004.
- [33] DABBOUR, L., ABDELHAFEZ, E., & HAMDAN, M. "Effect of climatology parameters on air pollution during COVID-19 pandemic in Jordan", Environmental Research, 202, 111742, 2021.

ÖZGEÇMİŞ

Sibel MENTEŞE

2002 yılında Dokuz Eylül Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümünden mezun olmuştur. 2004 yılında Hacettepe Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümünden Yüksek Mühendis ünvanını almıştır. 2007 yılında Ankara Üniversitesi Sosyal Çevre Bilimleri Bölümünden ikinci Yüksek Lisans derecesini almıştır. 2004-2009 yılları arasında Hacettepe Üniversitesinde Araştırma Görevlisi olarak çalışmıştır ve 2009 yılında iç hava kalitesi üzerine kapsamlı bir doktora tezi tamamlamıştır. Dr. Menteşe, Türkiye ve Almanya'da iç ortam hava kalitesi ve malzeme kalite uygunluk testi konuları üzerine çeşitli projeler yapmıştır. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümünde 2010 yılından bu yana



Yrd.Doç.Dr. olarak görev yapmıştır. 2015 yılında Amerikan Çevre Koruma Ajansı'nda hava kirleticilerin toksik etkileri konusunda projeler yapmıştır. 2017 yılında Doçent ünvanını almıştır ve halihazırda iç ve dış ortam hava kalitesinin sağlık etkilerine yönelik çeşitli bilimsel ve sosyal sorumluluk projeleri yürütmektedir.

Müge AYDIN

2018 yılında Ondokuz Mayıs Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümünden lisans derecesini almıştır. 2022 yılında Doç. Dr. Sibel MENTEŞE'nin danışmanlığında hava kirliliği konusunda Yüksek Lisans tezini tamamlamıştır. Halihazırda hava kalitesi konusunda çeşitli proje konularında görev almaktadır.