



**Bu bir MMO
yayıdır**

MMO bu yayındaki ifadelerden, fikirlerden, toplantıda çıkan sonuçlardan, teknik bilgi ve basım hatalarından sorumlu değildir.

UÇUCU ORGANİK BİLEŞİK (UOB) SEVİYELERİNİN FARKLI ÖZELLİKTEKİ İÇ ORTAMLARDA MEKÂNSAL VE MEVSİMSEL DEĞİŞİMİ

**DENİZ TAŞDİBİ
SİBEL MENTEŞE
ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ**



UÇUCU ORGANİK BİLEŞİK (UOB) SEVİYELERİNİN FARKLI ÖZELLİKTEKİ İÇ ORTAMLARDA MEKÂNSAL VE MEVSİMSEL DEĞİŞİMİ

Deniz TAŞDİBİ
Sibel MENTEŞE

ÖZET

Bu çalışma, Çanakkale ilinin farklı özellikteki (kentsel, kırsal ve endüstriyel) 3 ilçesinde bulunan evlerde iç ortam Uçucu Organik Bileşik (UOB) seviyelerinin mekânsal ve mevsimsel değişimini araştırmak için yapılmıştır. İç ortam havasından UOBler aktif örnekleme prensibine göre sorbent tüpleri içerisine toplanmıştır. UOB seviyeleri ise Termal Desorber ve Gaz Koramatografi (Alev İyonlaşma Dedektörü) ile belirlenmiştir. İç ortamlarda gözlenen TUOB seviyelerine yeterli havalandırma yapılmadığında iç ortam havasının temiz hava ile sirküle olamaması ve UOB kaynaklarının iç ortamda sıklıkla bulunması neden olmuş olabilir. İç ortamlarda ölçülen en düşük TUOB seviyeleri ortalama değer açısından yaz mevsiminde gözlenmiştir. İç ortam havasında ölçülen TUOB seviyelerinin ilçelere göre mekânsal olarak değişim gösterdiği belirlenmiştir. Özellikle yarı-kentsel ve kırsal bölgede yer alan evlerde kış döneminde ölçülen TUOB seviyeleri, kentsel bölgede ölçülenden daha yüksek bulunması nedeniyle ev içi kaynak miktarında artış olmasının sonuçları etkilediği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Çanakkale, iç ortam hava kalitesi, mekânsal değişim, mevsimsel değişim, Uçucu Organik Bileşikler.

ABSTRACT

This study was conducted to find the spatial and seasonal variations of indoor volatile organic compounds (VOCs) in 3 towns of Canakkale with different characteristics (*i.e.* urban, rural, and industrial). VOCs were collected onto sorbent tubes according to the active sampling procedure. Levels of VOCs were detected by means of Thermal Desorber, followed by Gas Chromatography (Flame Ionization Detector). The reason why levels of indoor TVOC were observed to be high was probably due to inadequate ventilation, resulting in lack of circulation of fresh air into indoor air and ubiquitous VOC sources indoors. The lowest TVOC levels, on average, were observed in the summer. Also, indoor TVOC levels showed spatial variations within the sampled towns. Indoor TVOC levels were found to be higher in the winter, in particular, at semi-urban and rural sampling sites, compared to the urban sampling site, indicating the increase in indoor sources.

KeyWords: Çanakkale, indoorairquality, spatialvariation, seasonalvariation, VolatileOrganicCompounds.

1. GİRİŞ

İnsanların vakitlerinin büyük çoğunluğunu kapalı mekânlarda geçirmesi iç ortam hava kalitesinin insan sağlığı açısından ne kadar önemli olduğunu göstermektedir. Yapılan çalışmalarda, çoğu durumda, iç ortam uçucu organik bileşik (UOB) konsantrasyonları, dış ortam UOB konsantrasyonlarına göre anlamlı derecede yüksek bulunmuştur [1].

İç ortam hava kirleticilerin birçok kaynağı vardır. Kirleticilerden bazıları iç ortamda yapılan yemek pişirme, temizlik ürünlerinin kullanılması, sigara içimi gibi kişisel aktiviteler sonucunda oluşurken; bir kısmı da bina yapı malzemeleri, ahşap, halı, yapıştırıcılar, boyalar, ev bitkileri ve banyo malzemeleri gibi tüketim malzemelerinden yayılmaktadır. Son olarak da bazı kirleticiler dış ortamda ortam şartlarına bağlı olarak oluşur ve pencere ve kapı vasıtasıyla iç ortama girerler [2-5]. UOB konsantrasyonlarının seviyelerine bina yapı malzemelerinin yaşı ve türü [6] ve tadilat gibi kişisel aktiviteler katkıda bulunabilmektedir. Mevsimsel açıdan, kış mevsiminde havalandırmanın daha az yapılması, iç ortam havasında akümülyasyoneden olur ve bu durum iç ortam UOB seviyelerinde artışa neden olmaktadır [7,8].

Yapılan çalışmalara göre ölçülen UOB seviyelerinin kent atmosferinde kış mevsiminde daha yüksek olduğu belirlenmiştir [9,10]. Ayrıca endüstri veya işlek yollar gibi yerel koşullar, endüstriyel, kentsel ve kent dışı bölgelerdeki evlerin kirlilik miktarlarına etki eder [11]. Kentsel olmayan çevre havasında ölçülen UOB seviyeleri, genellikle eşzamanlı olarak gerçekleştirilen ölçümlerde kent merkezindeki seviyelere göre daha düşük bulunmuştur [12].

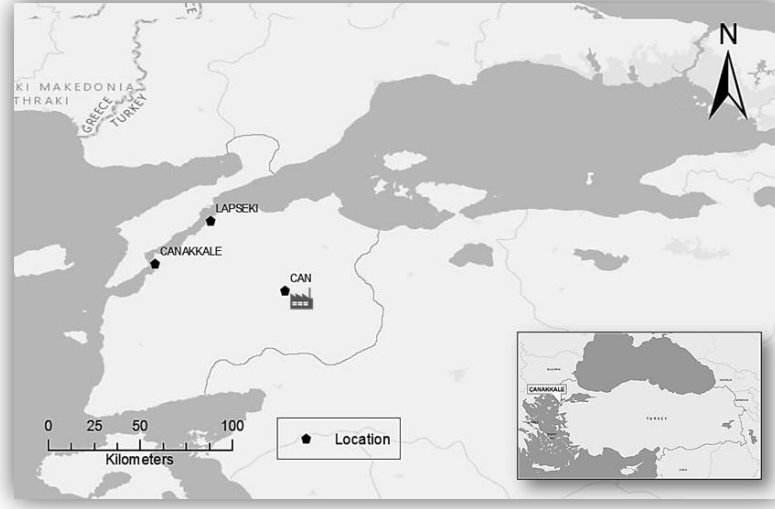
Olumsuz sağlık etkilerinin havadaki uçucu organik bileşiklerle olan ilişkisini tanımlayacak yeteri kadar çalışma bulunmamaktadır. Ancak benzen gibi türlerin kanserojen olduğu bilinmektedir. Yapılan bazı çalışmalar sonucunda iç ortamda ölçülen UOB seviyelerinin bebekler, çocuklar ve öğrenciler gibi çeşitli gruplarda solunum fonksiyonlarında azalmaya sebep olduğu ve UOB maruziyeti sonucu cenin ve bebeklerin çocukluk döneminde alerjik hastalıkların gelişim riskini arttıracak tahribata neden olduğu tespit edilmiştir [13-18]. Amerika'da yapılan bir çalışmaya göre iç ortamda UOB emisyonunu arttıracak kaynak yoğunluğundan dolayı, medyan kanser riskinin dış ortama göre 3 kat daha fazla olduğu hesaplanmıştır [19]. UOB'leremaruziyet, akut ve kronik sağlık etkilerini, duyuşsal tahriş, sinir sistemi bozukluğu, astım ve kanser gibi geniş bir yelpazede uyabilir [20-23].

Bu çalışma, gerek iç hava kalitesine yönelik, gerekse çevre hava kalitesine yönelik olarak az sayıda çalışmanın yapıldığı Çanakkale ilinin farklı özellikteki (kentsel, kırsal ve endüstriyel) 3 ilçesinde bulunan evlerde iç ortam Uçucu Organik Bileşik (UOB) seviyelerinin mekânsal ve mevsimsel değişimini araştırmak için yapılmıştır.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Ölçüm Noktaları

Bu çalışma, Şekil 1'de gösterildiği üzere, Çanakkale ilinin farklı özellikteki 3 ilçesinde bulunan (kentsel: Merkez, kırsal: Lapseki ve endüstriyel: Çan) toplam 121 ölçüm noktasında gerçekleştirilmiştir. Ölçümler için genel olarak evlerin oturma odalarında yapılmıştır. 2013 yaz dönemi itibarıyla başlayan iç ortam UOB ölçümleri, 1 yıl boyunca her ay aynı ölçüm noktasında bir defa örnek almak suretiyle devam etmiştir ve ölçüm noktalarında TUOB miktarı tayin edilmiştir. Ölçüm yapılan noktalardaki havalandırma süreleri de ortalama değer olarak kaydedilmiştir. Buna göre, ölçüm noktalarında yıl boyunca ortalama havalandırma süresi yaklaşık 5 saat/gün iken; kış dönemi ortalama havalandırma süresi yaklaşık 2 saat/gün olarak gözlenmiştir.



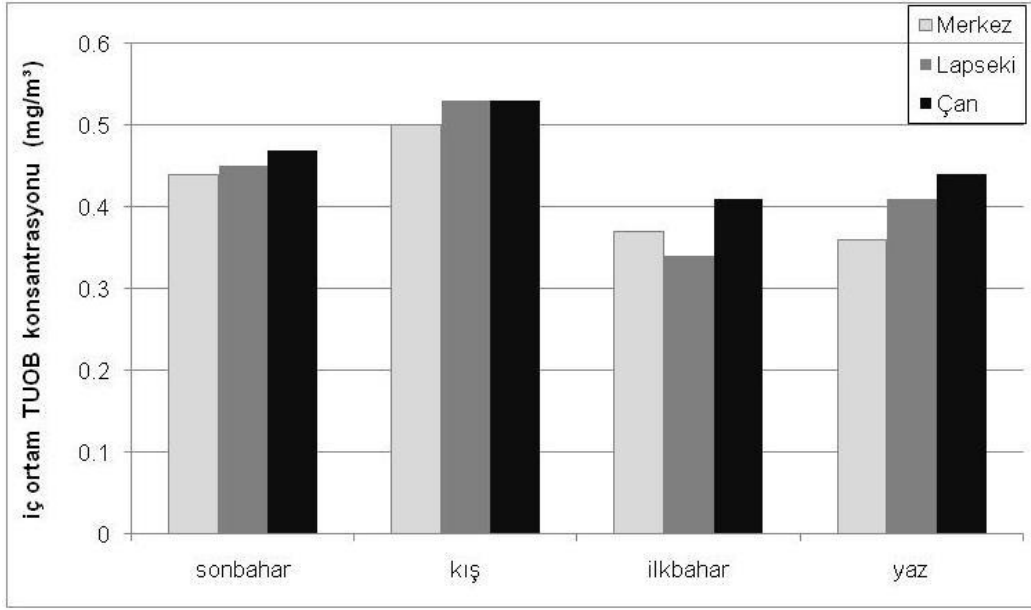
Şekil 1. Ölçüm noktaları (Merkez, Lapseki ve Çan).

2.2. Ölçüm Metodu

Havadaki UOB seviyeleri ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) US EPA Method TO17; ISO 16017-1 ve Mentese(2009)'da anlatıldığı gibi yapılmıştır [9,24-25]. Arazi çalışmasıyla belirlenen ölçüm noktalarında, UOB tayini için çoklu sorbentli örnekleme tüplerinin içerisine düşük akışlı hava pompası vasıtasıyla aktif örnekleme prensibine göre hava örnekleri alınmış ve herhangi bir kontaminasyona izin verilmeden laboratuvarında önce Termal Desorber (TD) ünitesinde konsantre hale getirilmiş, sonra ise Gaz Kromatografi-Alev Iyonlaşma Dedektörü (GC-FID) vasıtasıyla ile kaynama noktalarına göre tespit edilerek toplam uçucu organik bileşik (TUOB) miktarının tayini yapılmıştır.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

TUOB ölçüm sonuçlarına göre en yüksek iç ortam TUOB seviyeleri kış mevsiminde gözlenmiştir (bakınız Şekil 2). Isınma amaçlı yakıt tüketimi ve havalandırma sıklığının diğer mevsimlere göre kış mevsiminde daha az olması, gözlenen yüksek TUOB seviyelerine neden olmuştur. İç ortam havasında ölçülen TUOB seviyelerinin ilçelere göre mekânsal olarak değişim gösterdiği belirlenmiştir. Genel olarak toplam 1 yıllık ölçüm sonuçları incelendiğinde en yüksek iç ortam TUOB seviyeleri Çan ve Lapseki'de; en düşük TUOB seviyeleri ise Merkez'de gözlenmiştir. Çan'da daha önce yapılan başka bir çalışmada dış hava kalitesinin partikül madde, SO_2 ve NO_x açısından civar bölgelerdeki en yüksek seviyelerde olduğu vurgulanmıştır [26]. Lapseki'deki ölçüm noktalarında ikamet eden katılımcıların büyük bir kısmı çiftçilik ile uğraşmaktadır. Bu nedenle yıl boyunca sadece belirli dönemlerde vakitlerini evleri dışında başka ortamlarda geçirmektedirler; yılın büyük bir kısmında evde bulunmaları; ev içi aktiviteler nedeniyle iç ortam UOB seviyelerinin yüksek gözlenmesine neden olmuş olabilir. TUOB seviyelerinin hem mekânsal olarak ilçeler arasında değişim gösterdiği, hem de mevsimsel olarak değişim gösterdiği bulunmuştur. Çanakkale-Merkez ilçesinin iç ortam TUOB değeri en yüksek kış mevsiminde; Lapseki ilçesinin en yüksek iç ortam TUOB değeri kış mevsiminde, Çan ilçesinin en yüksek iç ortam TUOB seviyesi ise sonbahar ve kış mevsimlerinde gözlenmiştir.



Şekil 2. Mevsimsel ve mekânsal olarak iç ortam TUOB değerlerinin (mg/m^3) değişimi (medyan ve standart sapma).

İlköğretim okullarında yapılan, İç ortam hava konsantrasyonu ve uçucu organik bileşiklerin sağlık riskinin değerlendirildiği bir çalışmada iç ortam UOB konsantrasyonları dış ortama göre daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca anaokulları ve derslikler arasında kirletici profillerinin farklılık gösterdiği ve anaokullarında ölçülen konsantrasyonların daha yüksek olduğu belirlenmiştir [27].Kore’de yapılan bir çalışmada, konut iç ve dış UOB konsantrasyonları ölçülmüş ve orta büyüklükte bir şehir olan Asan ve bir metropol olan Seoul’de 30 katılımcının her biri için kişisel maruziyet eş zamanlı olarak karşılaştırılmıştır. Asan’daUOB’lere kişisel maruziyet, konut iç ve dış ortam UOB konsantrasyonundan daha yüksek bulunmuştur. Bu durum üniversite öğrencileri olan katılımcıların yüksek aktivite seviyelerini ve yazın evlerinin dışında harcadıkları zamanı yansıtmaktadır [28]. Ankara’da Menteşe ve arkadaşları tarafından 2009’da yapılan bir çalışmada iç ortamda ölçülen UOB seviyeleri kış mevsiminde, diğer mevsimlere göre daha yüksek bulunmuştur ve en yüksek iç ortam UOB seviyeleri kreşlerde gözlenmiştir [29].

SONUÇ

Çalışmanın sonuçlarına göre; genel olarak iç ortam havasında ölçülen TUOB seviyeleri, dış ortam havasında ölçülen TUOB seviyelerinden daha yüksek olarak gözlenmiştir. Özellikle kış aylarında bu fark, diğer mevsimlere göre daha yüksek olarak gözlenmiştir. İç ortamlarda TUOB seviyesinin dış ortamlara göre daha yüksek olmasının sebebi, yeterli havalandırma yapılmamasından dolayı iç ortam havasının temiz hava ile sirküle olmaması ve iç ortamlarda bulunabilecek UOB kaynaklarının yaygın olmasıdır. İç ortamlarda ölçülen en düşük TUOB seviyeleri ortalama değer açısından yaz mevsiminde gözlenmiştir. İç ortam havasında ölçülen TUOB seviyelerinin ilçelere göre mekansal olarak değişim gösterdiği belirlenmiştir. Özellikle kırsal bölgede yer alan evlerde kış döneminde ölçülen TUOB seviyeleri, diğer ilçelerde ölçülenlerden daha yüksek bulunmuştur. Çiftçilik ile geçinen, kırsal bölgede yaşayan ev sakinleri genel olarak bahar dönemine kadar vakitlerinin neredeyse tamamını evlerinde geçirmektedir. Ayrıca bu bölgede kış döneminde dış ortam havasında ölçülen TUOB seviyesi, iç ortam havasında ölçülen seviyelerden oldukça düşüktür. Bu nedenle ev içi kaynak miktarında artış olmasının bu sonuçları etkilediği düşünülmektedir.



TEŞEKKÜR

Çalışmanın yapıldığı bölgelerin belediye başkanları ve çalışanları ile çalışmanın katılımcılarına teşekkür ederiz. Bu çalışma, finansal olarak TÜBİTAK tarafından desteklenmiştir. Proje no: 112Y059.

KAYNAKLAR

- [1] BATTERMAN, S., Jia, C.R., Hatzivasilis, G., “Migration of volatile organic compounds from attached garages to residences: A major exposure source”, *Environmental Research*, 104: 224–240, 2007.
- [2] CRUMP, D.R., Squire, R.W., Yu, C.W.F., “Sources and concentrations of formaldehyde and other volatile organic compounds in the indoor air of four newly built unoccupied test houses”, *Indoor and Built Environment*, 6: 45-55, 1997.
- [3] YU, C., Crump, D., “A review of the emission of VOCs from polymeric materials used in buildings”, *Building and Environment*, 33(6): 357-374, 1998.
- [4] WOLKOFF, P., Clausen, P.A., Wilkins, C.K., Nielsen, G.D., “Formation of Strong Airway Irritants in Terpene/Ozone Mixtures”, *Indoor Air*, 10(2): 82-91, 2000.
- [5] NAZAROFF, W.W., Weschler, C.J., “Cleaning products and air fresheners: exposure to primary and secondary air pollutants”, *Atmospheric Environment*, 38(18): 2841-2865, 2004.
- [6] MISSIA, D.A., Demetriou, E., Michael, N., Tolis, E.I., Bartzis, J.G., “Indoor exposure from building materials: A field study”, *Atmospheric Environment*, 44: 4388–4395, 2010.
- [7] DODSON, R.E., Levy, J.I., Spengler, J.D., Shine, J.P., Bennett, D.H., “Influence of basements, garages, and common hallways on indoor residential volatile organic compound concentrations”, *Atmospheric Environment*, 42: 1569–1581, 2008.
- [8] MATYSIK, S., Ramadan, A.B., Schlink, U., “Spatial and temporal variation of outdoor and indoor exposure of volatile organic compounds in Greater Cairo”, *Atmospheric Pollution Research*, 1: 94–101, 2010.
- [9] MENTESE, S., “Bina içi hava kalitesinin belirlenmesi ve kaynaklarının tespiti, (Doktora tezi)”, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 456, 2009.
- [10] KNOBLOCH, T., Asperger, A., Engewald, W., “Volatile organic compounds in urban atmospheres: Long-term measurements of ambient air concentrations in differently loaded regions of Leipzig”, *Fresenius Journal of Analytical Chemistry*, 359(2): 189-197, 1997.
- [11] JIA, C., Batterman, S., Godwin, C., “VOCs in industrial, urban and suburban neighborhoods, Part 1: Indoor and outdoor concentrations, variation, and risk drivers”, *Atmospheric Environment*, 42: 2083–2100, 2008b.
- [12] CETIN, E., Odabasi, M., “Mono aromatic oxygenated volatile organic compound concentrations in Izmir air (in Turkish)”, *Sixth National Combustion and Air Pollution Control Symposium*, Izmir, 96-105, 2003.
- [13] DIEZ, U., Kroessner, T., Rehwagen, M., et al. “Effects of indoor painting and smoking on airway symptoms in atopy risk children in the first year of life results of the LARS-study, Leipzig Allergy High-Risk Children Study”, *Int J Hyg Environ Health*, 203: 23–28, 2000.
- [14] FARROW, A., Taylor, H., Northstone, K., Golding, J., “Symptoms of mothers and infants related to total volatile organic compounds in household products”, *Arch Environ Health*, 58: 633–641, 2003.
- [15] HERBARTH, O., Fritz, G.J., Rehwagen, M., et al. “Association between indoor renovation activities and eczema in early childhood”, *Int J Hyg Environ Health*, 209: 241–247, 2006.



- [16] RUMCHEV, KB., Spickett, J.T., Bulsara, M.K., Phillips, M.R., Stick, S.M., “Association of domestic exposure to volatile organic compounds with asthma in young children”, *Thorax*, 59: 746–751, 2004.
- [17] JAAKKOLA, J.J., Parise, H., Kislitsin, V., Lebedeva, N.I., Spengler, J.D., “Asthma, wheezing, and allergies in Russian schoolchildren in relation to new surface materials in the home”, *Am J Public Health*, 94: 560–562, 2004.
- [18] LEHMANN, I., Thoelke, A., Rehwagen, M., et al. “The influence of maternal exposure to volatile organic compounds on the cytokine secretion profile of neonatal T cells”, *Environ Toxicol*, 17: 203–210, 2002.
- [19] PAYNE-STURGES, D., Gee, G.C., Crowder, K., Hurley, B.J., Lee, C., Morello-Frosch, R., et al. “Workshop Summary: Connecting social and environmental factors to measure and track environmental health disparities”, *Environmental Research*, 102(2): 146-153, 2006.
- [20] MOLHAVE, L., “Volatile organic compounds, indoor air quality and health”, *Indoor Air*, 4: 357–76, 1991.
- [21] US EPA. Health effects notebook for hazardous air pollutants. <http://www.epa.gov/ttnatw01/hlthef/hapindex.html>.
- [22] DELFINO, R.J., Gong, H., Linn, W.S., Pellizzari, E.D., Hu, Y., “Asthma symptoms in Hispanic children and daily ambient exposure to toxic and criteria air pollutants”, *Environmental Health Perspectives*, 111: 647-656, 2003.
- [23] WICHMANN, F.A., Müller, A., Busi, L.E., Cianni, N., Massolo, L., Schlink, U., Porta, A., Sly, P.D., “Increased asthma and respiratory symptoms in children exposed to petrochemical pollution”, *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 123: 632-638, 2009.
- [24] ISO 16017-1, Indoor, ambient and workplace air-Sampling and analysis of volatile organic compounds by sorbent tube/thermal desorption/capillary gas chromatography - Part 1: Pumped sampling, 2000.
- [25] US EPA, Compendium Method for the Determination of Organic Compounds in Ambient Air TO-17. EPA/625/R-96010b, 1999.
- [26] OZKURT N., Sari D. Akalin N. Hilmioglu B., “Evaluation of the impact of SO₂ and NO₂ emissions on the ambient air-quality in the Çan–Bayramiç region of northwest Turkey during 2007–2008”. *Science of the Total Environment* 456: 254-266, 2013.
- [27] SOFUOĞLU, S.C., Aslan, G., Inal, F., Sofuoglu, A., “An assessment of indoor air concentrations and health risks of volatile organic compounds in three primary schools”, *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 214: 36–46, 2011.
- [28] SON, B., Breyse, P., Yang, W., “Volatile organic compounds concentrations in residential indoor and outdoor and its personal exposure in Korea”, *Environment International*, 29: 79–85, 2003.
- [29] MENTESE, S., Yousefi Rad, A., Arısoy, M., Gullu, G., “Multiple Comparisons of Organic, Microbial, and Fine Particulate Pollutants in Typical Indoor Environments: Diurnal and Seasonal Variations”, *J Air & Waste Management Association* 62(12): 1380-1393, 2012.

ÖZGEÇMİŞ

Deniz TAŞDİBİ

1989 yılı Aydın doğumludur. 2012 yılında Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümünden mezun olmuştur. Aynı üniversitenin Çevre Mühendisliği bölümünde 2012 yılından bu yana Yüksek Lisans eğitimini sürdürmektedir. İç ve dış ortam hava kalitesi üzerine çalışmalar yapmaktadır.

**Sibel MENTEŞE**

1981 doğumlu Menteşe, 2002 yılında Dokuz Eylül Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümünden mezun olmuştur. 2004 yılında Hacettepe Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümünde Yüksek Mühendis unvanını almıştır. Sosyal Çevre konuları üzerine de ilgisi olan Menteşe, 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. 2010 yılından bu yana Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Çevre Mühendisliği bölümünde Yrd.Doç.Dr. olarak görev yapmaktadır. Son zamanlarda iç ve dış ortam hava kalitesinin sağlık etkilerine yönelik çeşitli projeler yürütmektedir.

...

