

15. BÖLÜM

Uçucu Kimyasallar

K. Volkan ÖZDOKUR¹
Levent PELİT²
F. Nil Ertaş³

Genel Bilgi, Kısa Tarihçe ve Güncel Klinik / Yasal Durumu

Son yıllarda, sağlık açısından tehlikeli maddelerle maruziyetin değerlendirilmesi, inorganik ve organik kimyasal maddelerin risk değerlendirilmesinde önemli bir yer tutmaktadır. Özellikle uçucu nitelikteki organik bileşikler geniş kullanım alanına sahip olduğundan, yüksek miktarda üretilmektedir.

VOC'ler yüksek buhar basınçları nedeniyle oda sıcaklığında kolay buharlaşabilen, kaynama noktası 260°C'den düşük, 2-10 karbon atomu içeren organik bileşiklerdir. Avrupa Topluluğu tarafından uçucu organik bileşikler (VOC) "293,15 K sıcaklıkta ya da özel kullanım şartları altında 0,01 kPa veya daha fazla buhar basıncına sahip olan organik bileşikler" olarak tanımlanmaktadır (1). VOC'ler tanım gereği oda sıcaklığında gaz veya sıvı olarak bulunmakla birlikte naftalin gibi katı biçiminde de olabilir (2). Çizelge 1'de kimi VOC'lerin kaynama noktaları (KN) ve buhar basınçları (BB) verilmiştir.

VOC'ler benzinden bitkilere, sudan şaraba kadar tüm doğal ve sentetik malzemelerde bulunabilir. Bu bileşiklerin kullanım alanı yakıt, çözücü, koku ve aroma bileşenleri ve biyosit olarak kullanımı da içerecek şekilde geniştir. EPA'ya göre atmosferde alkanlar, alkenler, alkinler, halojenli hidrokarbonlar, aromatik hidrokarbonlar, aldehitler, ketonlar, alkoller gibi birçok VOC bulunmaktadır (3).

¹ Doç. Dr. Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Fen Fakültesi Kimya Bölümü, vozdokur@gmail.com

² Doç. Dr. Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Kimya Bölümü, levent.pelit@ege.edu.tr

³ Prof. Dr. Ege Üniversitesi, Fen Fakültesi Kimya Bölümü, fatma.nil.ersoyertas@ege.edu.tr

Uçucu madde deneyen ergenlerin pek çoğu bunu bir veya birkaç defadan sonra bıraksa da uzun vadeli bir bağımlılığa dönüşebilir. Ayrıca, bu maddelerin etkisi diğerlerine göre kısa sürdüğü için uçucu madde kullanan ergenleri tespit etmek zor olabilmektedir.

Bu ürünler bir torba içine konularak veya mendile akıtılarak, solunmakta, çakmak gazları ise ağız içine sıkılarak akciğerlerden hızla emilmekte ve beyne geçerek, kısa sürede etkisini göstermektedir. Bu maddelerin kandaki düzeyi alımından 4-10 saat sonrasında tespit edilebilir. İntoksikasyon, depresif belirtiler, psikotik belirtiler, panik etkisi gözlenebilir. Bu maddelere dayalı ölümler de ciddi sayılara ulaşabilmektedir. İstanbul Adli Tıp Kurumunca Narkotik Departmanına yapılan bildirimlerde 2018 Eylül ayı itibariyle madde bağımlılığına dayalı 941 ölüm vakasından 36'sının uçucu maddeye dayalı olduğu bildirilmiştir (50).

Çizelgede yer almayan bir diğer uçucu madde grubu ise *poppers* diye adlandırılan amil, butil ve izobutil nitrit bileşikleridir. Bu maddelerin kötüye kullanımında görülen sendromlar diğerlerinden belirgin bir şekilde farklı olabilir (5). Nitrit içeren bu bileşikler kan damarlarını genişlettiği ve kalbe daha fazla kan gönderilmesini sağladığı için önceleri ilaç olarak kullanılmıştır. Nitrit içeren bileşiklerin kaynama noktası düşük olduğundan, şişesinin açılması, burnun altında tutulması ve solunması ile anında hafif öfori, değişen zaman hissi, kafada dolgunluk hissi yaratır ve cinsel kısıtlamaları azaltmada kullanılmaktadır. Ters tepkiler bulantı, kusma, baş ağrısı, hipotansiyon, halsizlik ve solunum yolu irritasyonu ile tanımlanan toksik bir sendromu içerir. Bu bileşiklerin bağımlılık sistemini zayıflattığına ilişkin çalışmalar da vardır.

KAYNAKLAR

1. Heinrich-Ramm R, Jakubowski M, Heinzow B. International Union Of Pure And Applied Chemistry, Chemistry And Human Health Division Clinical Chemistry Section Commission On Toxicology, Biological Monitoring For Exposure To Volatile Organic Compounds (VOCs) Pure Appl. Chem., 2000, 72 (3):385-436.
2. Alyüz B, Veli S. İç ortam havasında bulunan uçucu organik bileşikler ve sağlık üzerine etkileri, Trakya Üniversitesi, J Sci, 2006; 7:109-116
3. Demirel G, Özden Ö, Döğeroğlu T, Gaga EO, Personal exposure of primary school children to BTEX, NO2 and ozone in Eskişehir, Turkey: Relationship with indoor/outdoor concentrations and risk assessment, Sci of the Total Env. 2014; 473-474: 537-548
4. Mo, Z, Lu, S, & Shao, M. Volatile organic compound (VOC) emissions and health risk assessment in paint and coatings industry in the Yangtze River Delta, China. Environmental Pollution, 2021; 269: 115740

5. Dilbaz, N., Uçucuların Kullanımına Bağlı Ruhsal ve Davranışsal Bozukluklar, 9. Bölüm, Madde Bağımlılığı Tanı ve Tedavi Kılavuzu El Kitabı, T.C. Sağlık Bakanlığı Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü, 2011. ISBN: 978-975-590-431-3, Bakanlık Yayın Numarası: 879
6. Koyuncuer, A, Uçucu Madde Entoksikasyonlu Hastalara İlk Yaklaşım, STED, 2004; 13 (10): 367.
7. Volatile Solvents Abuse A Global Overviews: Social Change And Mental Health, World Health Organization (WHO), Substance Abuse Department (WHO/HSC/SAB/99.7) 1999, 1-47.
8. Health Services, education and community action-preventing drug abuse in Turkey. National Assessment on Drug Abuse, 2003.
9. Li, AJ, Pal, VK, Kannan, K. A review of environmental occurrence, toxicity, biotransformation and biomonitoring of volatile organic compounds. *Environmental Chemistry and Ecotoxicology*. 2021; 3: 91-116
10. US Environmental Protection Agency, <https://www.epa.gov/indoor-air-quality-iaq>, Indoor Air Quality (IAQ), Volatile Organic Compounds' Impact on Indoor Air Quality Erişim Tarihi 19 Ocak 2017
11. Stojic, A, Stojic, SS, Grzetic, I, Quantification and mechanism of BTEX distribution between aqueous and gaseous phase in dynamic system, *Chemosphere*, 144 (2016) 721-727, 2016,
12. Allouch, A., Calve, S.L., Serra, C. A., Portable, miniature, fast and high sensitive real-time analyzers: BTEX detection, *Sensors and Actuators B* 182 (2013) 446-452,
13. Kimyasal Maddelerde Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik No: 28733, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, 2013.
14. Afacan, İ.G. Karbonlu Atıklardan Elde Edilen Aktif Karbonların VOC Pasif Örnekleyici Olarak Kullanımı. 2018, YL Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
15. Hodgson, AT. A review and a limited comparison of methods for measuring total volatile organic compounds in indoor air. *Indoor Air*, 1995; 5(4): 247-257
16. Berkowitz, CM, Spicer, CW, Doskey, PV. Hydrocarbon observations and ozone production rates in Western Houston during the Texas 2000 Air Quality Study. *Atmos. Environ*. 2005; 39, 3383-3396.
17. Hsu, JP, Miller, G, Moran, V. Analytical method for determination of trace organics in gas samples collected by canister. *J. Chromatogr. Sci*. 1991; 29: 83-88
18. Rudolph, J, Muller, KP, Koppmann, R. Sampling of organic volatiles in the atmosphere at moderate and low pollution levels. *Anal. Chim. Acta*, 1990; 236: 197-211
19. Mangani, G, Berloni, A, Maione, M. Cold solid-phase microextraction method for the determination of volatile halocarbons present in the atmosphere at ultra-trace levels. *J. Chromatogr. A*. 2003; 988: 167-175
20. Tolnai, B, Hlavay, J, Moller, D, Prumke, HJ, Becker, H, Dostler, M. Combination of canister and solid adsorbent sampling techniques for determination of volatile organic hydrocarbons. *Microchem. J*. 2000; 67: 163-169.
21. Moufid, M, Bouchikhi, B, Tiebe, C, Bartholmai, M, El Bari, N. Assessment of outdoor odor emissions from polluted sites using simultaneous thermal desorption-gas chromatography-mass spectrometry (TD-GC-MS), electronic nose in conjunction with advanced multivariate statistical approaches. *Atmospheric Environment*, 2021; 256: 118449
22. Lerner, BM, Gilman, JB, Aikin, KC, Atlas, EL, Goldan, PD, Graus, M, Gouw, JAD. An improved, automated whole air sampler and gas chromatography mass spectrometry analysis system for volatile organic compounds in the atmosphere. *Atmospheric Measurement Techniques*, 2017; 10(1): 291-313

23. Thomson, AJ, Etkorn, JM, van Pel, DM, Krogh, ET, Drakeford, DR, Gill, CG. Membrane introduction tandem mass spectrometry (MIMS-MS/MS) as a real-time monitor for biogenic volatile organic compound (BVOC) emissions from plants. *Can. J. Anal. Sci. Spect.* 2008; 53:75–81
24. Huang, R. J., and Hoffmann, T. (2008). A denuder-impinger system with in situ derivatization followed by gas chromatography-mass spectrometry for the determination of gaseous iodine-containing halogen species. *J. Chromatogr. A* 1210, 135–141.)
25. Demeestere, K, Dewulf, J, De Witte, B, Van Langenhove, H. Sample preparation for the analysis of volatile organic compounds in air and water matrices. *J. Chromatogr. A* 2007; 1153, 130–144
26. EPA, Passive Samplers for Investigations of Air Quality, No: 308311, Son Revizyon Tarihi 30.07.2015
27. Lan, H, Hartonen, K, Riekkola, ML. Miniaturised air sampling techniques for analysis of volatile organic compounds in air. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 2020; 126: 115873
28. Baysal, E, Uzun, UC, Ertaş, FN, Goksel, O, Pelit, L. Development of a new needle trap-based method for the determination of some volatile organic compounds in the indoor environment. *Chemosphere*, 2021; 277: 130251
29. Lan, H, Ruiz-Jimenez, J, Leleev, Y, Demaria, G, Jussila, M, Hartonen, K, Riekkola, ML. Quantitative analysis and spatial and temporal distribution of volatile organic compounds in atmospheric air by utilizing drone with miniaturized samplers. *Chemosphere*, 2021; 131024
30. Sanchez, JM, Sacks, RD. On-line multibed sorption trap and injector for the GC analysis of organic vapors in large-volume air samples. *Analytical chemistry*, 2003; 75(4): 978-985
31. Pawliszyn, J. (Ed.) Applications of solid phase microextraction (Vol. 5). Royal Society of Chemistry, 1999.
32. Lan, H, Zhang, W, Smått, JH, Koivula, RT, Hartonen, K, Riekkola, ML. Selective extraction of aliphatic amines by functionalized mesoporous silica-coated solid phase microextraction on Arrow. *Microchimica Acta*, 2019; 186(7): 1-11.
33. Arthur, CL, Pawliszyn, J. Solid phase microextraction with thermal desorption using fused silica optical fibers. *Analytical chemistry*, 1990; 62(19): 2145-2148
34. Bruheim, I, Liu, X, Pawliszyn, J. Thin-film microextraction. *Analytical chemistry*, 2003; 75(4): 1002-1010
35. Badjagbo, K, Sauv e, S, Moore, S. Real-time continuous monitoring methods for airborne VOCs. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 2007; 26(9): 931-940
36. Niu, Z, Shi, J, Xu, Z, Zheng, Y, Xiang, Z, Zhao, J, Zhang, Z. Paper-based filter membrane for high-efficient sampling and direct mass spectrometric analysis of siloxanes in outdoor air. *Atmospheric Environment*, 2021; 254: 118427
37. Chen, QF, Milburn, RK, DeBrou, GB, Karellas, NS. Air monitoring of a coal tar cleanup using a mobile TAGA LPCI-MS/MS. *Journal of hazardous materials*, 2002; 91(1-3): 271-284
38. Gao, S., Wang, S., Gu, C., Zhu, J., Zhang, R., Guo, Y., ... & Zhou, B. (2021). Study on the measurement of isoprene by differential optical absorption spectroscopy. *Atmospheric Measurement Techniques*, 14(4), 2649-2657
39. Zhang, Y, Zhao, W, Wang, D, Zhang, H, Chai, G, Zhang, Q, Zhang, J. Direct analysis of carbonyl compounds by mass spectrometry with double-region atmospheric pressure chemical ionization. *Analytical chemistry*, 2019; 91(9): 5715-5721

40. Zhang, X, Zhang, H, Xu, W, Wu, X, Tyndall, GS, Orlando, JJ, Canagaratna, MR. Molecular characterization of alkyl nitrates in atmospheric aerosols by ion mobility mass spectrometry. *Atmospheric Measurement Techniques*, 2019; 12(10): 5535-5545
41. Fathy, A, Sabry, YM, Amr, M, Gnambodoe-Capo-chichi, M, Anwar, M, Ghoname, AO, Bourouina, T. International Society for Optics and Photonics, In MOEMS and Miniaturized Systems XVIII 2019; 10931: 1093109
42. Taştan, M, Gökozan, H. Real-time monitoring of indoor air quality with internet of things-based E-nose. *Applied Sciences*, 2019; 9(16): 3435.
43. Khan, S, Le Calvé, S, Newport, D. A review of optical interferometry techniques for VOC detection. *Sensors and Actuators A: Physical*, 2020; 302: 111782
44. Sekimoto, K, Koss, AR. Modern mass spectrometry in atmospheric sciences: Measurement of volatile organic compounds in the troposphere using proton-transfer-reaction mass spectrometry. *Journal of Mass Spectrometry*, 2021; 56(3): e4619
45. Liang, Q, Bao, X, Sun, Q, Zhang, Q, Zou, X, Huang, C, Chu, Y. Imaging VOC distribution in cities and tracing VOC emission sources with a novel mobile proton transfer reaction mass spectrometer. *Environmental Pollution*, 2020; 265, 114628
46. Zoccali, M, Tranchida, PQ, Mondello, L. Fast gas chromatography-mass spectrometry: a review of the last decade. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 2019; 118: 444-452
47. Lara-Ibeas, I, Cuevas, AR, Le Calvé, S. Recent Developments and Trends in Miniaturized Gas Preconcentrators For Portable Gas Chromatography Systems: A Review. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 2020; 130449.
48. Harvey, D. *Modern Analytical Chemistry*, David Harvey, Mc Graw Hill press 2000
49. You, DW, Seon, YS, Jang, Y, Bang, J, Oh, JS, Jung, KW. A portable gas chromatograph for real-time monitoring of aromatic volatile organic compounds in air samples. *Journal of Chromatography A*, 2020; 1625: 461267
50. Turkish Drug Report, 2018. Republic of Turkey Ministry of Interior Turkish National Police Counter Narcotics Department.