

Atf İçin: Mert E, Aras A, 2022. İğdır Merkez ve Bazı Köy Okullarında İnsan Sağlığı Üzerinde Zararlı Etkisi Olduğu Düşünülen Uçucu Organik Bileşiklerin Analizi. İğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 12(4): 2322 - 2330.

To Cite: Mert E, Aras A, 2022. Analysis of Volatile Organic Compounds Considered to Have Harmful Effects on Human Health in İğdır Central and Some Village Schools. Journal of the Institute of Science and Technology, 12(4): 2322 - 2330.

İğdır Merkez ve Bazı Köy Okullarında İnsan Sağlığı Üzerinde Zararlı Etkisi Olduğu Düşünülen Uçucu Organik Bileşiklerin Analizi

Erkan MERT^{1*}, Abdulmelik ARAS¹

ÖZET: İş sağlığı ve güvenliği kapsamında, okullarda çalışanların ve öğrencilerin maruz kaldıkları ve insan sağlığı üzerinde etkisi olduğu düşünülen uçucu organik bileşiklerin ölçümü yapılmıştır. Bu çalışmanın değerlendirilmesinde ilgili mevzuat ve standartlarda belirlenen sınır değerleri referans alınmıştır. Çalışma kapsamında elde edilen numuneler Gaz kromatografisi-kütle spektrometresi (GC/MS) ile ölçüme tabii tutulmuştur. Ölçüm için İğdır ili ve çevresinde belirlenen 10 okulda pasif hava örnekleme izleme cihazı 12 günlük bir zaman dilimi için bırakılmıştır. Elde edilen bulgulara göre toluen (6.8 µppm), aseton (5.4 µppm) ve etanol (39.5 µppm) değerleri okulların koordinatlarına göre farklılık göstererek diğer bileşiklere kıyasla yüksek bulunmuştur. Bu değerler kabul edilebilir referans aralıklarında olup, daha hassas cihaz ve yöntemlerle ileri ölçümler önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: İş hijyeni, uçucu organik bileşikler, GC/MS, hava kalitesi

Analysis of Volatile Organic Compounds Considered to Have Harmful Effects on Human Health in İğdır Central and Some Village School

ABSTRACT: Within the scope of occupational health and safety, measurements of volatile organic compounds, which are thought to have an impact on human health and to which employees and students are exposed, were measured. In the evaluation of this study, the limit values determined in the relevant legislation and standards were taken as reference. The samples obtained within the scope of the study were subjected to measurement by Gas chromatography-mass spectrometry (GC/MS). For measurement, a passive air sampling monitoring device was left in 10 schools selected in and around İğdır province for a period of 12 days. According to the findings, toluene (6.8 µppm), acetone (5.4 µppm) and ethanol (39.5 µppm) values differed according to the coordinates of the schools and were found to be higher compared to other compounds. These values are within acceptable reference ranges, and further measurements with more sensitive instruments and methods are recommended.

Keywords: Occupational hygiene, volatile organic compounds, GC/MS, air quality.

¹Erkan MERT ([Orcid ID:0000-0002-0598-8092](https://orcid.org/0000-0002-0598-8092)), Abdulmelik ARAS ([Orcid ID:0000-0001-7711-3298](https://orcid.org/0000-0001-7711-3298)), İğdır Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İş Sağlığı ve Güvenliği Bölümü, İğdır, Türkiye

***Sorumlu Yazar/Corresponding Author:**Erkan MERT, e-mail: merkan987@gmail.com

Bu çalışma Erkan MERT'in Yüksek Lisans tezinden üretilmiştir.

GİRİŞ

1950'ler de yaklaşık 3 milyar olan dünya nüfusu hızla artarak 2022 yılında 8 milyar nüfusa ulaşmıştır. Bu artan nüfus sanayileşme ve şehirleşme faaliyetlerini artırmıştır. Bunun yanında çevresel sorunları da beraberinde getirmiştir. Sanayileşme faaliyetleri her ne kadar insan hayatını kolaylaştırma yönünde olumlu etkiye sahip olsa da insan sağlığına olumsuz etkisi olan çevre kirliliğini de beraberinde getirmiştir. Ekosistemde ki canlıların temel kaynakları; hava, toprak ve su çevresel kirliliğe sebep olan organik bileşiklerden büyük oranda etkilenmektedir. Bu organik bileşikler canlı yaşamın tüm basamaklarında insan eliyle yapılan kimyasallar, gübreler, pestisitler vb. maddelerin oranlarına bağlı olarak miktarlarında azalış ve artış eğilimi göstermiştir (Canlı ve Güzel, 2018). Günümüzde artarak sanayileşen bu şehirleşme düzeninde kirlilik düzeyi en yüksek seviyelere çıkmıştır. İnsan sağlığı, bu UOB kirliliğinden en çok okullarda eğitim gören öğrencileri, ilk çocukluk dönemi ve yaşlılık dönemini tetiklemektedir. Çocuklar kirlenici maddelere karşı yetişkinlere göre daha hassastırlar. Bilinmeyen düzeylerde ev içi kirlenicilere maruz kalan çocuklar okul ortamlarında büyük çoğunlukta zamanlarını geçirirler (Chithra ve Ark., 2012). Çeşitli çalışmalar, iç mekan hava kirliliğinde öğrenciler, öğretmenler ve diğer personel için uzun vadeli ve kısa vadeli sağlık sorunları olasılığını artırarak konforu, üretkenliği ve akademik performansına etki eder bir durum meydana getirdiğini bildirmiştir (Daisey ve Ark., 2000). Okul çağındaki bu çocukların çok sayıda olmasına ve ev içi kirlenicilere karşı duyarlılıklarına rağmen, bu konudaki bilgiler sınırlıdır (Godwin ve Batterman, 2007). Okul binalarındaki iç mekân kirliliği kaynakları, bina inşaatı ve tefrişatı için yüksek kirlilik yayan malzemelerin kullanımı, yetersiz drenajlı minimum çevre düzenlemesi, ısıtma türü, havalandırma ve klima üniteleri (HVAC), önleyici bakım eksikliği, kalabalık ortamlar ve havaya kimyasallar salınan temizlik ürünleri yer alır (Moriske ve Ark., 2008). Genel olarak, uçucu organik bileşiklerin neden olduğu kronik sağlık etkileri, kanserojen olmayan veya kanserojen olarak sınıflandırılabilir. Bazı UOB'ler astım ve alerjik reaksiyonlar gibi çeşitli ciddi sağlık etkileri ve semptomları ile ilişkili olabilir (Sofuoğlu ve Ark., 2011).

Bu çalışmanın amacı, uçucu organik bileşiklerin ölçülmesiyle doğal olarak havalandırılan okul binalarındaki iç ortam hava kalitesini gaz kromatografiölçümleri ile değerlendirmektir.

MATERYAL ve METOT

Nümunelerin GC/MS ile Analizi

İş sağlığı ve güvenliği hususunda çalışanların UOB maruziyetlerinin tespit edilmesi maksadıyla yapılan bu çalışmada ortam havasında uçucu organik bileşiklerin okul ortamlarında seviyesini tespit etmek için GC/MS gaz kromatografisi cihazı ve bu cihaza ait ölçüm ekipmanları kullanılmıştır. Ölçümlerin tutarlı olması ve kıyaslamaların yapılabilmesi için belirli koordinatlarda ölçümler yapılmıştır. Kapalı ortam havasındaki UOB'lerin analizi için örnekleme işlemi, sabit bir konumda ortam havasının aktif karbon tüpünden geçirilmesiyle gerçekleştirildi. Uçucu organik bileşik analizleri reaktifler kullanılarak aktif karbon ve çözücü desorpsiyonu metodu ile ön işlemden geçirildikten sonra, alev iyonizasyon dedektörü olan kapiler kolonlu gaz kromatografisi cihazında analiz edilmiştir. İç hava kalitesi parametreleri, doğal olarak havalandırılan farklı on tane okul binası seçilerek yapılan örnekleme çalışmaları, İğdır'ın farklı semtlerinde gerçekleştirilmiştir. Örnekleme istasyonları Cumhuriyet Caddesi, Topçular Mahallesi, Halfeli Beldesi, Alikamerli Mahallesi, 7 Kasım Mahallesi, Suveren Köyü, Sanayi Bölgesi ve Ermenistan sınırına yakın bölgelerde yer almaktadır. Örnekleme yapılacak her okul için, okul binasındaki seviye, yüzey, hacim, pencere sayısı, pencere yapısı, sınıftaki öğrenci sayısı, aktiviteler, döşeme, duvar ve tavan dâhil iç kaplama gibi özellikler bakımından benzer

olacak şekilde sınıflar seçildi. İzlenen her ortamda gaz örnekleme cihazı bırakıldı. Örnekleyiciler zeminden yaklaşık 1.5 m yükseklikte ve herhangi bir pencere veya kapıya 1 metreyi aşan bir mesafeye yerleştirildi. Uçucu organik bileşikler (UOB), termal desorpsiyona uygun pasif hava örnekleme izleme cihazı ile örneklendirildi. Manuel beslemeli hava numunesinin hızlı bir şekilde, herhangi bir pompa kullanmadan toplanması için tasarlanmıştır. Bu özelliğiyle, geleneksel numune torbası örnekleme metodlarına göre daha ekonomik bir çözüm sağlar. Aktif karbona örneklenmiş olarak gelen numune, bir deney tüpü içerisine alınır. Tüpün üzerine 1 mL karbon disülfür eklenir. Tüp kapatılarak soğuk ultrasonik su banyosunda 10 dk kadar bekletilir. Daha sonra tüp santrifüj cihazına koyularak aktif karbon iyice çökene kadar santrifüj cihazında bekletilir. Çökme tamamlandıktan sonra karbon disülfür vialle alınarak GC/FID sistemine enjekte edilmiştir.

Gaz Kromatografisi ve Kütle Spektrometresi (GC/MS) Cihazının Özellikleri

Gaz Kromatografisi cihazı TRB 5 Teknokroma Capillary Column ile donatılmış olup kolon iç çapı 0.25 mm, kolon kalınlığı 1.4 µm ve kolon uzunluğu 30 m'dir. Cihazda FID dedektörü kullanıldı. Dedektör sıcaklığı 280 °C olarak ayarlandı.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Ortamdan numune alınmadan önce o bölgenin UOB'lere karşı daha hasas noktalar olması ve belirtilen kimyasalların bu mevkilerde yer alması sebebiyle tespit edilmesi hedeflenen bileşikler iç ortam havası içerisinden yola çıkılarak liste haline getirilmiştir. Çalışmada yapılan analizler neticesinde ortamda 1, 2 -diklorobenzen (o- Diklorobenzen), 1, 2, 3-Triklorobenzen, 1, 2, 4-triklorobenzen, 1, 3-Diklorobenzen, 1, 4-Diklorobenzene, aseton, benzen, etanol (etilakol), etilasetat, etilbenzen, izopropanol, kloroform, m, p-ksilen, o-ksilen ve tolüen bileşikleri saptanmıştır. Bu ölçümün yapıldığı noktalardaki konsantrasyon farkının nedeni olarak da okulların fiziksel çevresi, bulunduğu rakım, okullarda bulunan öğrenci sayısı, okullardaki mevcut teknolojik cihazlar, okulların iç cephesinde kullanılan boyalar ve trafiğe yakınlık olduğu öngörülmüştür. Bu sebeplerden ötürü gerçekleştirilen ölçümlerde de görüldüğü üzere en yüksek konsantrasyona sahip uçucu organik toluene olarak bulunmuştur. Yayıldığı merkez noktadaki konsantrasyonu 0.0068 mg m^{-3} olarak ölçülmüştür. Yönetmelikte belirlenen kanserojen veya mutajen maddelerle yapılan çalışmalarda sağlık ve güvenlik önlemleri hakkında sınır değer 192 mg m^{-3} 'dür. Occupational Safety and Health Administration'de (OSHA) ve National Institute for Occupational Safety and Health'de (NIOSH) belirlenen sınır değer 375 mg m^{-3} 'dür. Çalışmada ölçülen değer hem ulusal hem de uluslararası yönetmeliklerde belirtilen sınır değerlerin altındadır. Gerçekleştirilen analizlerde ölçüm noktalarının merkezinde rastlanan en yüksek konsantrasyona sahip ikinci bileşik ise etanol olmuştur. Yayıldığı merkez noktadaki konsantrasyonu 0.0395 mg m^{-3} olarak ölçülmüştür. Occupational Safety and Health Administration (OSHA) ve National Institute for Occupational Safety and Health'de (NIOSH) belirlenen sınır değer 1900 mg m^{-3} 'dür. Ölçülen değer hem ulusal hem de uluslararası yönetmeliklerde belirtilen sınır değerlerin altındadır. UOB'lerden aseton, propanon ya da dimetil keton, $(\text{CH}_3)_2\text{CO}$ formüllü uçucu organik bir kimyasaldır. Aseton için kimyasal maddelerle çalışmalarda sağlık ve güvenlik önlemleri hakkında yönetmelikte belirlenen sınır değer 1210 mg m^{-3} 'tür. Occupational Safety and Health Administration'de (OSHA) sınır değer 2400 mg m^{-3} ve National Institute for Occupational Safety and Health'de (NIOSH) belirlenen sınır değer 590 mg m^{-3} 'tür. Sahada ölçülen bu değer hem ulusal hem de uluslararası mevzuatta belirtilen eşik değerlerin altında bir değere sahiptir. Saha çalışmasında yapılan okullardaki iç ortam havasından alınan örneklerde uçucu organik bileşiklerin analiz değerleri aşağıdaki Çizelge 1 ve 2 de verilmiştir.

İğdır Merkez ve Bazı Köy Okullarında İnsan Sağlığı Üzerinde Zararlı Etkisi Olduğu Düşünülen Uçucu Organik Bileşiklerin Analizi

Çizelge 1. Okullardaki iç ortam havasından alınan örneklerde Uçucu Organik Bileşiklerin analiz değerleri ($\mu\text{ppm}=10^{-9} \text{ mg m}^{-3}$)

Kimyasal bileşikler	Okul 1 (15 Temmuz Anadolu lisesi) (μppm)	Okul 2 (Halfeli İMKB İ.O.) (μppm)	Okul 3 (Mahmut Nedim Koyuncu İ.O.) (μppm)	Okul 4 (Fen Lisesi) (μppm)	Okul 5 (İmam Hatip Kız Lisesi) (μppm)
Dikloro Benzen (O-Dikloro Benzen)	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0
1.2.3-Trikloro Benzen	<1.8	<1.8	<1.8	<1.8	<1.8
1.2.4-Trikloro Benzen	<1.8	<1.8	<1.8	<1.8	<1.8
1.3-Dikloro Benzen	<1.9	<1.9	<1.9	<1.9	<1.9
1.4-Dikloro Benzen	<1.9	<1.9	<1.9	<1.9	<1.9
Aseton	5.4	4.9	5.1	4.2	4.3
Benzen	<2.9	<2.9	<2.9	<2.9	<2.9
Etanol (Etilalkol)	13.7	14.5	16.8	11.7	12.3
Etilasetat	<3.2	<3.2	<3.2	<3.2	<3.2
Etilbenzen	<2.7	<2.7	<2.7	<2.7	<2.7
İzopropanol	<3.3	<3.3	<3.3	<3.3	<3.3
Kloroform	<2.4	<2.4	<2.4	<2.4	<2.4
M.P-Ksilen	<2.9	<2.9	<2.9	<2.9	<2.9
O-Ksilen	<2.8	<2.8	<2.8	<2.8	<2.8
Toluen	4.2	3.1	5.6	4.1	5.3

Çizelge 2. Okullardaki iç ortam havasından alınan örneklerde uçucu organik bileşiklerin analiz değerleri ($\mu\text{ppm}=10^{-9} \text{ mg m}^{-3}$)

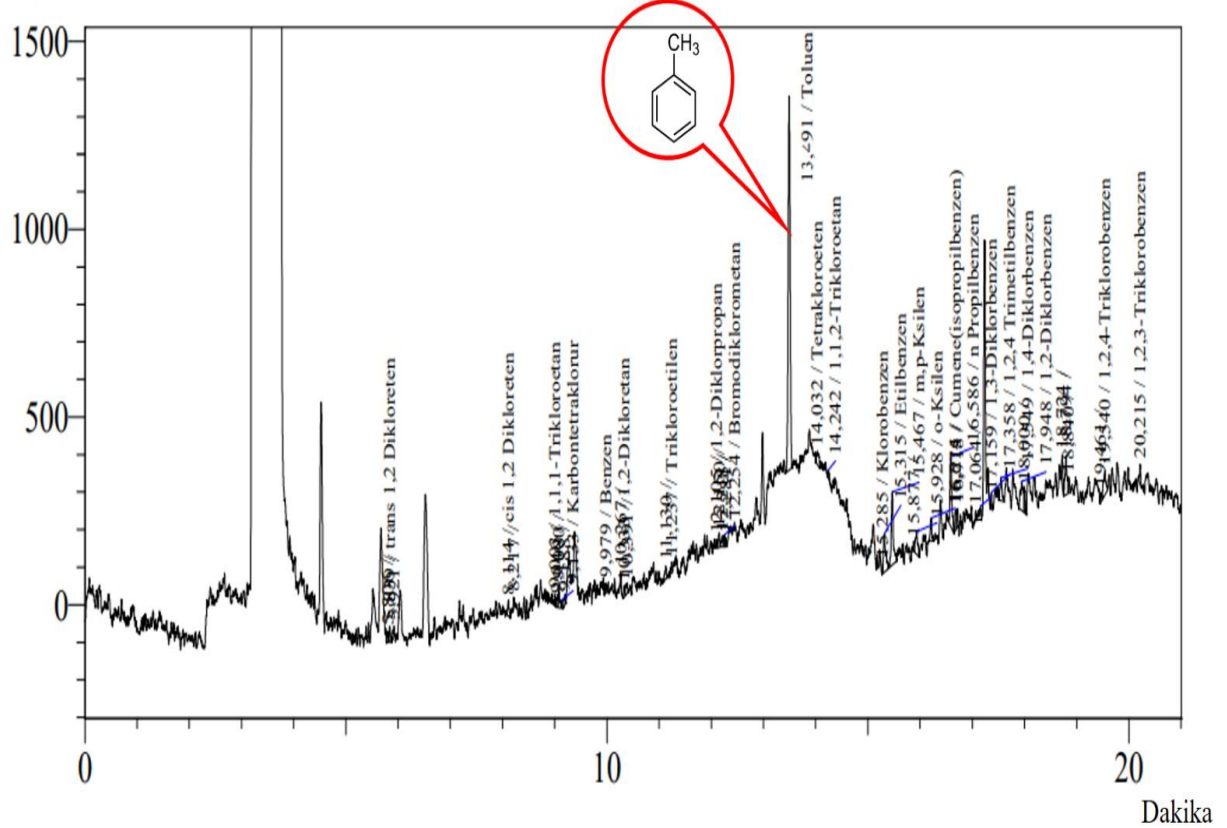
Kimyasal bileşikler	Okul 6 (Şehit Emin Güner O.O.) (μppm)	Okul 7 (Taş Burun İ.O.) (μppm)	Okul 8 (Şehit Er Abdulcabbar Parin İ.O.) (μppm)	Okul 9 (Suveren Köyü İ.O.) (μppm)	Okul 10 (İğdır İMKB Anadolu Lisesi) (μppm)
Dikloro Benzen (O-Dikloro Benzen)	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0
1.2.3-Trikloro Benzen	<1.8	<1.8	<1.8	<1.8	<1.8
1.2.4-Trikloro Benzen	<1.8	<1.8	<1.8	<1.8	<1.8
1.3-Dikloro Benzen	<1.9	<1.9	<1.9	<1.9	<1.9
1.4-Dikloro Benzen	<1.9	<1.9	<1.9	<1.9	<1.9
Aseton	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2
Benzen	<2.9	<2.9	<2.9	<2.9	<2.9
Etanol (Etilalkol)	18.1	39.5	10.5	12.0	13.3
Etilasetat	<3.2	<3.2	<3.2	<3.2	<3.2
Etilbenzen	<2.7	<2.7	<2.7	<2.7	<2.7
İzopropanol	<3.3	<3.3	<3.3	<3.3	<3.3
Kloroform	<2.4	2.4	2.4	2.4	2.4
M.P-Ksilen	<2.7	<2.9	<2.9	<2.9	<2.9
O-Ksilen	<2.9	<2.8	<2.8	<2.8	<2.8
Toluen	<2.8	55	<2.8	6.8	<2.8

İğdir Merkez ve Bazı Köy Okullarında İnsan Sağlığı Üzerinde Zararlı Etkisi Olduğu Düşünülen Uçucu Organik Bileşiklerin Analizi

Çizelge 3. 28 tane UOB'nin yer aldığı çalışma ortamındaki kantitatif değerler

S.N.	Kimyasalın Adı	Ahınma zamanı	Alan	Yükseklik	Konsantrasyon	Birim
1)	Diklormetan	0.000	0	0	0.000	ppm
2)	Trans 1.2 Dikloreten	5.839	61	40	1.028	ppm
3)	Cis 1.2 Dikloreten	8.114	80	43	0.625	ppm
4)	Kloroform	0.000	0	0	0.000	ppm
5)	1.1.1-Trikloreten	9.003	30	27	1.256	ppm
6)	Karbontetraklorur	9.133	21	21	0.160	ppm
7)	Benzen	9.979	42	25	0.263	ppm
8)	1.2-Dikloreten	10.333	39	24	-0.205	ppm
9)	Trikloroetilen	11.237	47	28	-0.616	ppm
10)	1.2-Dikloropropan	12.105	24	21	-0.280	ppm
11)	Bromodiklorometan	12.254	40	29	-1.271	ppm
12)	Toluen	13.491	2482	989	4.543	ppm
13)	Tetrakloroeten	14.032	107	34	1.409	ppm
14)	1.1.2-Trikloroetan	14.242	37	22	0.994	ppm
15)	Dibromoklorometan	0.000	0	0	0.000	ppm
16)	Klorobenzen	15.285	17	29	0.732	ppm
17)	Etilbenzen	15.315	298	99	0.372	ppm
18)	M.P-Ksilen	15.467	526	192	0.754	ppm
19)	O-Ksilen	15.928	184	56	0.629	ppm
20)	Stiren	0.000	0	0	0.000	ppm
21)	Cumene (Izopropilbenzen)	16.214	125	58	0.434	ppm
22)	N Propilbenzen	16.586	452	183	0.394	ppm
23)	1.3-Diklorbenzen	17.159	101	35	0.418	ppm
24)	1.2.4 Trimetilbenzen	17.358	41	29	0.427	ppm
25)	1.4-Diklorbenzen	17.549	152	60	0.698	ppm
26)	1.2-Diklorbenzen	17.948	295	75	1.304	ppm
27)	1.2.4-Triklorbenzen	19.540	208	62	1.217	ppm
28)	1.2.3-Triklorbenzen	20.215	67	51	0.440	ppm

Yoğunluk

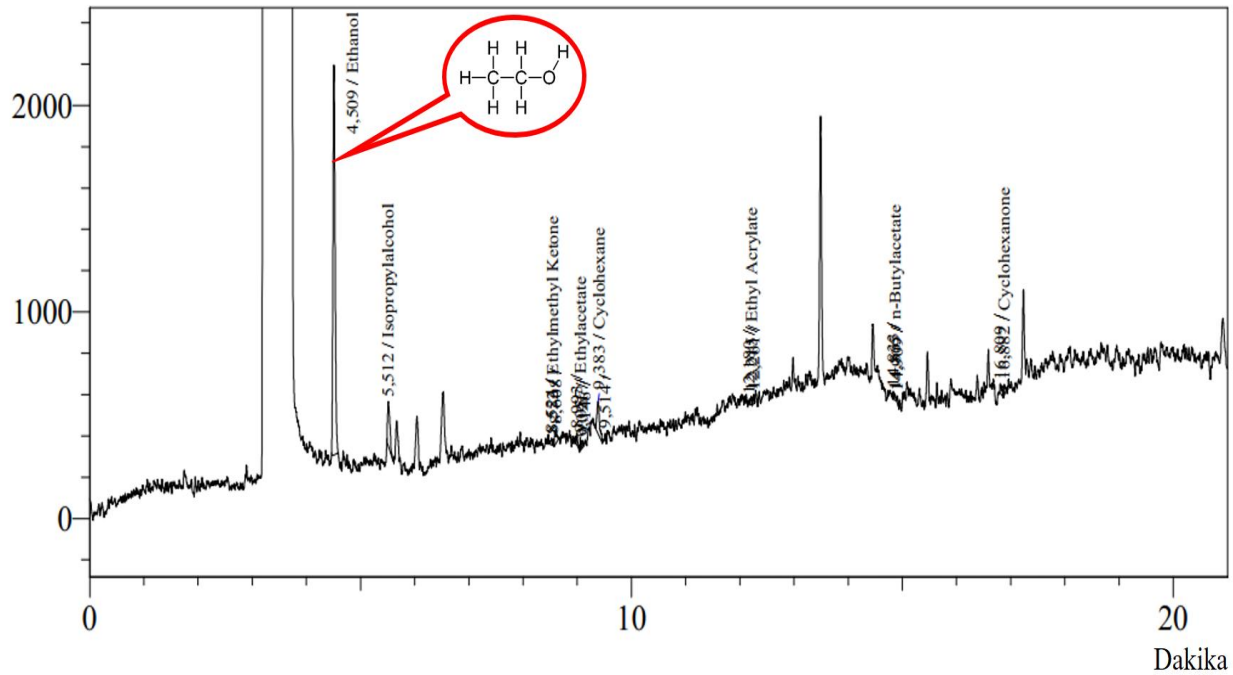


Şekil 1. Uçucu organik bileşiklerin rakamsal verilerini gösteren pik çizimi

Çizelge 4. Çalışma ortamındaki 8 tane UOB'ninyer aldığı nicel değerler

S.N.	Kimyasalın Adı	Alınma zamanı	Alan	Yükseklik	Konsantrasyon	Birim
1	Etanol	4.509	5157	1871	19.190	ppm
2	İzopropilalkol	5.512	651	214	2.504	ppm
3	Etilmetilketon	8.552	28	31	0.635	ppm
4	Etilasetat	9.057	90	61	0.512	ppm
5	Kloroheksan	9.383	531	154	1.892	ppm
6	Etilasetat	1.215	54	39	0.468	ppm
7	N-Butilasetat	14.865	38	28	0.277	ppm
8	Kloroheksanon	16.882	83	51	0.653	ppm

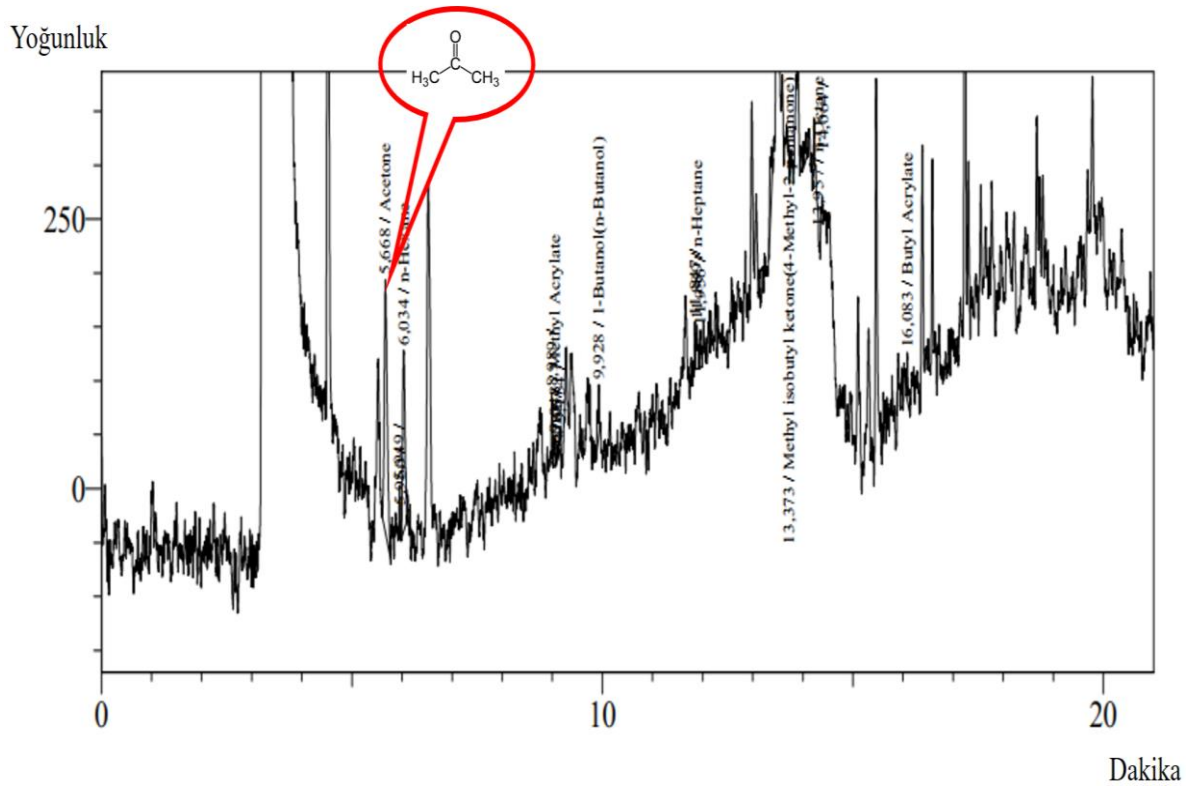
Yoğunluk



Şekil 2. Uçucu organik bileşiklerin nicel değerlerini gösteren pik çizimi

Çizelge 5. UOB'lerin çalışma ortamındaki 8 tane bileşiğin yer aldığı kantitatif değerler

S.N.	Kimyasalın Adı	Alınma zamanı	Alan	Yükseklik	Konsantrasyon	Birim
1	Aseton	5.668	535	190	1.983	ppm
2	N-Hekzan	6.042	833	253	2.870	ppm
3	Metil Asetat	9.057	92	61	-0.063	ppm
4	1-Butanol(n-Butanol)	9.959	116	74	0.594	ppm
5	N-Heptan	11.866	168	53	1.179	ppm
6	Metil izobutil keton	13.269	177	50	0.655	ppm
7	N-Oktan	13.992	332	84	1.128	ppm
8	Butil Asetat	16.094	70	33	0.837	ppm



Şekil 3. UOB'lerin kantitatif değerlerini veren pik gösterimi

Çizelge 6.UOB'lerin Eşik Sınır Değerleri (mg/m³)

Kimyasal Madde	ULUSAL		ULUSLARARASI			
	KMÇSGÖHY		OSHA		NIOSH	
	TWA	STEL	TWA	STEL	TWA	STEL
1.2-Dikloro Benzen	122	306	300	-	300	-
Dikloro Benzen (O-DikloroBenzen)	122	306	300	-	300	-
1.2.3-Trikloro Benzen	-	-	-	-	-	-
1.2.4-Trikloro Benzen	15.1	37.8	-	-	40	-
1.3-Dikloro Benzen	-	-	-	-	-	-
1.4-Dikloro Benzen	-	-	450	-	-	-
Aseton	1210	-	2400	-	590	-
Benzen	-	-	3.19	15.95	0.319	3.19
Etanol (Etilalkol)	-	-	1900	-	1900	-
Etil Asetat	-	-	1400	-	1400	-
Etil Benzen	442	884	435	-	435	545
İzopropil Alkol	-	-	980	-	980	1225
Kloroform	10	-	-	-	-	-
M.P-Ksilen	221	442	435	-	435	655
O-Ksilen	221	442	435	-	435	655
Toluen	192	384	750	1130	375	560

KMÇSGÖHY: Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik. **OSHA** : Occupational Safety & Health Administration. **NIOSH:** National Institute for Occupational Safety and Health. **TWA:** 8 saatlik belirlenen referans süre için ölçülen veya hesaplanan zaman ağırlıklı ortalama. **STEL:** Başka bir süre belirtilmedikçe, 15 dakikalık bir süre için aşılmaması gereken maruziyet üst sınır değeri. **NOT:** Benzen için kanserojen veya mutajen maddelerle çalışmalarda sağlık ve güvenlik önlemleri hakkında yönetmelik'te 3.25 mg m⁻³ sınır değeri verilmiştir.

Hava analiz işleminin gerçekleştirildiği bölgede toplam 10 noktada uçucu organik bileşiklerin tayini yapılmış. Okullarda gerçekleştirilen ölçümler sonucunda ortalama konsantrasyonlar aseton 0.0054 mg m^{-3} , etanol 0.0395 mg m^{-3} , toluen 0.0068 mg m^{-3} olarak tespit edilmiştir. Yapılan analizler neticesinden tespit edilen kirletici konsantrasyonları ulusal çapta kimyasal maddelerle çalışmalarda sağlık ve güvenlik önlemleri hakkında yönetmelik ile kanserojen veya mutajen maddelerle çalışmalarda sağlık ve güvenlik önlemleri hakkında yönetmelik çerçevesinde değerlendirilmiştir. Uluslararası çapta ise Occupational Safety and Health Administration (OSHA) ve National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) çerçevesinde değerlendirilmiştir. Toluene ortalama değer kanserojen veya mutajen maddelerle çalışmalarda sağlık ve güvenlik önlemleri hakkında yönetmelikte belirtilen sınır değerlerin altında çıkmıştır. Çizelge 1 ve çizelge 2’de anlaşıldığı üzere diğer kirletici konsantrasyonları da hem ulusal hem de uluslararası yönetmeliklerde belirtilen sınır değerlerin altındadır. Okul 1.2.3 ve 5’te yapılan analizlerde uçucu organik bileşiklerden genellikle aseton, toluen ve etanol değerleriyle karşılaşılmıştır. Okul 4.7 ve 9’da genellikle toluen ve etanol bileşiklerine rastlanılmış. Okul 6.8 ve 10’da çoğunlukla etanol bileşikleriyle rastlanılmıştır. Bu uçucu organik bileşiklerin farklı değerlerde ve bazı okullarda rastlanmamasının nedeni ise okulların bulunduğu iç ve dış ortamdaki kaynaklandığı düşünülmektedir. Havada yer alan uçucu organik bileşiklerin en önemli kaynakları boya, tekstil, petrol ve türevleri gibi endüstriyel faaliyetler ile kentsel akış ve atıksu deşarjları öngörülmektedir (Tsuchiya, 2010; Bloemen ve Ark., 1993).

Bu çalışmanın benzeri İtalya Bari üniversitesi Kimya bölümünde yapılmıştır (Farella ve ark., 2013). Bulunan değerler benzerlik gösterip uluslararası IARC ve IAQ değerleriyle karşılaştırılıp uçucu organik bileşiklerin insan sağlığı üzerindeki etkisine değinilmiştir.

SONUÇ

Elde edilen bulgular, uçucu organik bileşiklerin hayatımızın her safhasında yer aldığını göstermektedir. Okullarda gerçekleştirilen ölçümler sonucunda ortalama konsantrasyonlar aseton 0.0054 mg m^{-3} , etanol 0.0395 mg m^{-3} ve toluen 0.0068 mg m^{-3} olarak çıkan bu değerler çalışanların ve öğrencilerin parfüm ve türevleri, saç boyama ve şekillendirici ürünlerin kullanılması, pandemi süresince hijyen şartlarına uygun hareket edilmesi için dezenfektan amaçlı kolonya gibi ürünlerin kullanılması etkili olduğu sonucu çıkarılabilir. Bazı okullarda farklı değerlerin çıkması ise; trafik ve nüfus yoğunluğuna veya ısınma amaçlı yakıt kullanımı gibi çevresel faktörlerin de uçucu organik bileşik ölçümünde etkili olduğu düşünülebilir. İğdır ilinin topoğrafik konumu bir ova şeklinde olması ve kuvvetli bir hava sirkülasyonu olamaması çevresel faktörler kapsamında değerlendirmemiz mümkündür.

Çıkar Çatışması

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Yazar Katkısı

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

KAYNAKLAR

- Apte, M.G., Fisk, W.J., and Daisey, J.M, 2000. Associations Between Indoor CO₂ Concentrations and Sick Building Syndrome Symptoms in US Office Buildings: An Analysis of the 1994-1996 BASE Study Data. (LBNL 44385) Indoor Air. 10:246-257.
- Batterman S, Metts T, Kalliokoski P, Barnett E. 2002. Lowflow active and passive sampling of VOCs using thermal desorption tubes: theory and application at an offset printing facility. Journal of Environmental Monitoring. 4: 361–370.

- Bilge A, Sevil V, 2006. İç ortam havasında bulunan uçucu organik bileşikler ve sağlık üzerine etkileri. *Trakya Uni J Natur Science*; 2: 109-116.
- Blondeau P, Iordache V, Poupard O, Genin D, Allard F, 2005. Relationship between Dış mekan and Kapalı air quality in eight French okuls. *Kapalı Air* 15: 2–12.
- Güzel B, Canlı O, Öktem Olgun E, 2018. Sularda bulunan uçucu organik bileşikler ve sağlığa etkileri . *Anadolu University Journal of Science and Technology C - Life Sciences and Biotechnology* . 7 (2) . 277-290.
- Chithra VS. Shiva Nagendra SM, 2012. Kapalı air quality investigations in a naturally ventilated okul building located close to an urban roadway in Chennai. India. *Build. Environ.* 54: 159–167.
- Erol A. Ayla D. Mustafa Ö, 2012. Polisiklik aromatik hidrokarbonlar ve sağlığa etkileri. *Mehmet Akif Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi.* 3(1): 45-52.
- De Gennaro G, Farella G, Marzocca A, Mazzone A, Tutino M, 2013. Indoor and outdoor monitoring of volatile organic compounds in school buildings: Indicators based on health risk assessment to single out critical issues. *International Journal of Environmental Research and Public Health.* 10(12). 6273-6291.
- Godwin C, Batterman S, 2007. *Indoor Air* 2007; 17: 109–121
- Guo H, Murray F, 2001. Characterization of total volatile organic compound emissions from paints. *Clean Product and Processes.* 3: 42-8.
- Guo H, Murray F, Wilkinson S, 2000. Evaluation of total volatile organic compound emissions from adhesives based on chamber tests. *Journal of the Air and Waste Management Association.* 50: 199-206.
- Hodgson MJ. Frohlinger J. Permar E. Tidwell C. Traven ND. Olenchock SA. Karpf M. 1991. Symptoms and micro-environmental measures in non-problem buildings. *J. Occup. Med.* 33: 527–533.
- Lee C, Dai Y, Chien C, Hsu D, 2006. Characteristics and health impacts of volatile organic compounds in photocopy centers. *Environmental Research.* 100: 139-149.
- Maronı M, Seifert B, Lindvall T, 1995. *Indoor Air Quality –A Comprehensive Reference Book.* Elsevier. Amsterdam.
- Mehmet Emin A, Senar A, Fatma B, Arzu T, 2015. Atıksuların sulamada kullanımı. toprak ve üründe kalıcı organik kirleticiler. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi,* 20(2): 99-110.
- Moriske Heinz-Jörn, Innenraumlufthygiene-Kommission Deutschland, 2008. Leitfaden für die Innenraumhygiene in Schulgebäuden. *Umweltbundesamt.*
- Oeder S, Dietrich S, Weichenmeier I, Schober W, Pusch G, Jörres RA, Schierl R, Nowak D, Fromme H, Behrendt H, Buters JT, 2012. Toxicity and elemental composition of particulate matter from dış mekan and kapalı air of ilköğretim okuls in Munich. Germany. *Kapalı Air* 22: 148–158.
- Ömer Faruk T, 2010. Çevre sağlığı. *Ankara GATA Basımevi.* Ankara. pp. 10-11.
- Poupard O, Blondeau P, Iordache V, Allard F, Statistical. 2005. Analysis of parameters influencing the relationship between Dış mekan and Kapalı air quality in okuls. *Atmos. Environ.* 39: 2071–2080.
- Schneider MJ, 2010. *Introduction to Public Health.* Jones & Bartlett Learning. Sudbury.
- Sofuoglu A, Odabas M, Tasmemir Y, Khalili NR, Holsen TM, 2001. Temperature dependence of gas-phase polycyclic aromatic hydrocarbon and organochlorine pesticide concentrations in Chicago air. *Atmospheric Environment.* 35: 6503–6510.
- Sofuoglu SC, Aslan G, Inal F, Sofuoglu A, 2011. An assessment of Kapalı air concentrations and health risks of volatile organic compounds in three primary okuls. *Int. J. Hyg. Environ. Health.* 214: 38–46.
- Tehrani R, Van Aken B, 2014. Hydroxylated polychlorinated biphenyls in the environment: sources. fate. and toxicities. *Environ Science and Pollut Research;* 21(10): 6334-6345.
- Vural N, 2005. *Toksikoloji.* Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Yayınları. Ankara.