

T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
ADLI TIP ENSTİTÜSÜ

Tez Danışmanı
Prof. Dr. Salih CENGİZ

İŞ VE İŞÇİ SAĞLIĞI AÇISINDAN
İŞ YERİ KİRLETİCİLERİ

FEN BİLİMLERİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

Kimya Mühendisi
Coşkun ÇAKIR

İSTANBUL
Ocak,2010

TEŞEKKÜR

İstanbul Üniversitesi, Adli Tıp Enstitüsü'nün Değerli Müdürü Sayın Prof. Dr. İmdat ELMAS'a teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmam süresince, çalışmamı büyük ilgi ile yöneten, bana bilgi ve deneyimleriyle yardımcı olan, derin bilgilerinden her zaman yararlandığım, sabrını ve hoşgörüsünü eksik etmeyen, tez danışmanım ve sayın hocam Prof. Dr. Salih CENGİZ'e şükranlarımı sunarım.

Tezin yürütülmesi sırasında emeğini benden esirgemeyen Araş. Gör. Zeynep TÜRKMEN'e ve Araş. Gör. Selda MERCAN'a teşekkürlerimi bir borç bilirim. Ayrıca laboratuvar çalışma arkadaşlarıma göstermiş oldukları anlayış ve ilgilerinden dolayı teşekkür ederim.

Tez çalışmam sırasında bilgilerinden yararlandığım Yard.Doç.Dr.Fuat KAR'a ve kimya mühendisi H.Cihangir TUĞSAVUL'a göstermiş oldukları ilgiden dolayı teşekkür ederim.

Ayrıca yüksek lisans eğitimim ve tez çalışmam sırasında hep yanımda yer alan babam Şevki ÇAKIR'a, kardeşlerim Sevinç ÇAKIR ve Salih Emin ÇAKIR'a müteşekkirim.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
İÇİNDEKİLER	ii
TABLolar LİSTESİ.....	iv
ŞEKİLLER LİSTESİ	v
GRAFİKLER LİSTESİ.....	vi
KISALTMALAR LİSTESİ.....	viii
1. GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
1.1. ÇALIŞMA HAYATINDA İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİNİN BİLİNCİ.....	2
1.1.1. İŞÇİ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ YÖNÜNDE İŞ YERİ TEDBİRLERİ.....	4
1.1.1.1. Kimyasalların Kullanımında Tehlike Sınırlandırılması ve İşyeri Tedbirleri	6
1.1.1.2. Avrupa Birliği VOC Uygulamaları REACH Tüzüğü.....	7
1.1.1.3. Kimyasalların Kullanım Seviyesi	7
1.1.1.4. Kimyasalların havaya karışma kolaylığı.....	8
1.1.2. İŞ SAĞLIĞI VE İŞ GÜVENLİĞİ MEVZUATI	9
1.2. UÇUCU ORGANİK BİLEŞİKLERİN (VOC) SAĞLIK ÜZERİNDEKİ	
ETKİLERİ.....	10
1.2.1. İÇ ORTAM HAVA KALİTESİNİ ETKİLEYEN İŞYERİ KİRLETİCİLERİ	
.....	10
1.2.1.1 İşyeri Ortamında Kullanılan Kimyasal Maddelerin İşçi Sağlığı	
Üzerindeki Olumsuz Etkileri.....	16
1.2.1.2. VOC (Volatile Organic Components) Uçucu Organik Bileşiklerin Kabul	
Edilebilir Risk Düzeyi.....	17
1.2.1.3. Solvent Nedenli Oluşan Sağlık Risklerinin Yönetimi	18
1.2.1.4. Solventlerin Sağlık Üzerinde Etkileri	19
1.2.1.5. Kısa Süreli Etkilenme	19
1.2.1.6. Yaşamsal Tehlike Yaratan Durumlar.....	19
1.2.1.7. Uzun Süreli Etkilenmelerle Ortaya Çıkan Sağlık Bozuklukları	22
1.2.1.8. Tekrarlayan Uzun Sereli Solvent Etkilenmesi	22
1.2.1.9. Solvent Üreticisini Yükümlülükleri.....	23
1.2.1.10. Solvent kullanıcısının Yükümlülükleri.....	24
1.2.1.11. Solvent İçeren Maddeler Kullanırken Dikkat Edilmesi	
Gerekenler.....	24

1.3. UÇUCU ORGANİK BİLEŞİKLER İÇİN ÖRNEKLEME VE ÖLÇÜM TEKNİKLERİ.....	25
1.3.1. LABORATUAR ORTAMINA GETİRİLEN ÖRNEKLERİN ANALİZLERİ	26
1.3.2. KAYNAKTA, ALANDA VEYA DEPOLAMA SAHASINDA YAPILAN ÖRNEKLEME VE ANALİZ.....	27
2. GEREÇ VE YÖNTEM	29
2.1. ADSORBAN TÜPLERİNİN ŞARTLANDIRILMASI	29
2.2.GC VE TERMAL DESORBER İLE METOT GELİŞTİRİLMESİ	31
2.3. ÖRNEKLEME DÜZENEGİ.....	32
2.4. ÖRNEKLEME YAPILAN ENDÜSTRİLER VE FİZİKİ ŞARTLARI.....	34
2.5. ÇALIŞMA SIRASINDA KARŞILAŞILAN BULAŞMA KAYNAKLARI VE ÖNLENMESİ.....	39
2.5.1. SOĞUK KAPAN (COLD TRAP) SOĞUTMA VE ISITMA	39
2.5.2.ADSORBANIN KONTAMİNASYONU – KROMATOGRAMDA ARTEFAKLARIN VARLIĞI.....	39
2.5.2.1.Taşıyıcı gaz sağlayıcıdan kaynaklı bulaşma	39
2.5.2.2. Numune tüplerinden veya soğuk kapandan kaynaklanan bulaşma.....	40
2.5.2.3. Bulaşmaya sebep olan diğer potansiyel kaynaklar.....	40
2.5.2.4. Örnekleme sonrasında adsorban tüplerin birincil ve ikincil desorpsiyonu ve örnek alma optimizasyonu.....	41
3. BULGULAR.....	43
4. TARTIŞMA VE SONUÇ	81
ÖZET	84
ABSTRACT	85
KAYNAKLAR	86
EKLER.....	92
ÖZGEÇMİŞ	102

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo I: Tehlikeli hava kirleticileri ve çalışma ortamında izin verilen maksimum değerleri	2
Tablo II: Kullanım seviyeleri (16)	9
Tablo III: Katıların Sınıflandırılması (18)	8
Tablo IV: Sıvıların Uçuculuğunun Sınıflandırılması (20)	8
Tablo V: Bazı Organik Bileşiklerin Kaynama Noktaları ve Buhar Basınçları (47).....	14
Tablo VI: Çalışma Ortamında ve Havasında Bulunan Uçucu Organik Bileşiklerin Kaynakları (48)	14
Tablo VII: Bazı Uçucu Organik Bileşikleri için Toksikite Değerleri (61)	17
Tablo VIII: Kimyasalların Beraber Anıldıkları Sağlık Bozuklukları ve İzin Verilebilir Değerleri (69).....	20
Tablo IX: BTEX grubuna ait verilerin elde edilmesini sağlayan yaygın metotlar	26
Tablo X: GC-MS için geliştirilen fırın ve dedektör programına ait metot detayları.....	31
Tablo XI: Termal desorber için geliştirilen çalışma programı.....	31
Tablo XII: Örnek alınan işyerlerine ait çeşitli bilgiler.....	37
Tablo XIII: İşyerlerinden örnek alınan tüplerin numaraları, örnekleme süresi ve şekli	37
Tablo XIV: Örneklenen noktalarda elde edilen kromatogram verilerinden elde edilen bileşikler.....	44
Tablo XV: GC-MS yöntemi ile kalitatif analizler sonucunda belirlenen bileşiklere ait alıkonma zamanları	44

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1: Kimyasal Malzeme Kullanım Yöntemleri ve Şekilleri	7
Şekil 2: Termal desorpsiyon sisteminin şematik görünümü [49, 50]	30
Şekil 3: Termal Desorber ve GC-MS sisteminin ve çalışmada kullanılan adsorban tüplerin fotoğraf görünümü	39
Şekil 4: Paslanmaz çelik sorbent tüplerin resimleri ve pirinç kaplama başlıkları.	33
Şekil 5: Sorbent tüplerin genel olarak yapısı ve yatak malzemesi.	33
Şekil 6: Aktif numune örnekleyicisi (Pompa)	34
Şekil 7: İşyeri ortamında pasif ve aktif örnekleme yapılırken çekilen bazı fotoğraflar .	38

GRAFİKLER LİSTESİ

Grafik 1: Sıvıların uçuculuğunun proses sıcaklığı gruplandırılması garfiği (22).....	9
Grafik 2: Aynı tüpün tekrar analizleri ile elde edilen kromatogramları	42
Grafik 3: 1 ppm BTEX karışımı ile hazırlanmış standart Tenax tüpüne ait kromatogram.....	45
Grafik 4: A-1 kodlu işyerinden 8 saat aktif örneklenen Tenax tüpünün birinci desorpsiyonuna ait kromatogram.....	46
Grafik 5: A-1 kodlu işyerinden 8 saat aktif örneklenen Tenax tüpünün ikinci desorpsiyonuna ait kromatogram.....	47
Grafik 6: A-2 kodlu işyerinden 8 saat aktif örneklenen Tenax tüpünün birinci desorpsiyonuna ait kromatogram.....	48
Grafik 7: A-2 kodlu işyerinden 8 saat aktif örneklenen Tenax tüpünün ikinci desorpsiyonuna ait kromatogram.....	60
Grafik 8: A-3 kodlu işyerinden 8 saat aktif örneklenen Tenax tüpünün birinci desorpsiyonuna ait kromatogram.....	50
Grafik 9: A-3 kodlu işyerinden 8 saat aktif örneklenen Tenax tüpünün ikinci desorpsiyonuna ait kromatogram.....	51
Grafik 10: A-4 kodlu işyerinden 8 saat aktif örneklenen Tenax tüpünün birinci desorpsiyonuna ait kromatogram.....	52
Grafik 11: A-4 kodlu işyerinden 8 saat aktif örneklenen Tenax tüpünün ikinci desorpsiyonuna ait kromatogram.....	53
Grafik 12: A-5 kodlu işyerinden 8 saat aktif örneklenen Tenax tüpünün birinci desorpsiyonuna ait kromatogram.....	54
Grafik 13: A-5 kodlu işyerinden 8 saat aktif örneklenen Tenax tüpünün ikinci desorpsiyonuna ait kromatogram.....	55
Grafik 14: A-6 kodlu işyerinden 8 saat aktif örneklenen Tenax tüpünün birinci desorpsiyonuna ait kromatogram.....	56
Grafik 15: A-6 kodlu işyerinden 8 saat aktif örneklenen Tenax tüpünün ikinci desorpsiyonuna ait kromatogram.....	57
Grafik 16: A-7 kodlu işyerinden 8 saat aktif örneklenen Tenax tüpünün birinci desorpsiyonuna ait kromatogram.....	58
Grafik 17: A-7 kodlu işyerinden 8 saat aktif örneklenen Tenax tüpünün ikinci desorpsiyonuna ait kromatogram.....	70
Grafik 18: A-8 kodlu işyerinden 8 saat aktif örneklenen Tenax tüpünün birinci desorpsiyonuna ait kromatogram.....	60

Grafik 19: A-8 kodlu işyerinden 8 saat aktif örneklenen Tenax tüpünün ikinci desorpsiyonuna ait kromatogram	61
Grafik 20: A-9 kodlu işyerinden 8 saat aktif örneklenen Tenax tüpünün birinci desorpsiyonuna ait kromatogram	62
Grafik 21: A-9 kodlu işyerinden 8 saat aktif örneklenen Tenax tüpünün ikinci desorpsiyonuna ait kromatogram	63
Grafik 22: A-9 kodlu işyerinden 8 saat pasif örneklenen Tenax tüpünün birinci desorpsiyonuna ait kromatogram	64
Grafik 23: A-10 kodlu işyerinden 8 saat aktif örneklenen Tenax tüpünün birinci desorpsiyonuna ait kromatogram	65
Grafik 24: A-10 kodlu işyerinden 8 saat aktif örneklenen Tenax tüpünün ikinci desorpsiyonuna ait kromatogram	66
Grafik 25: A-10 kodlu işyerinden 8 saat pasif örneklenen Tenax tüpünün birinci desorpsiyonuna ait kromatogram	67
Grafik 26: A-3 kodlu işyerinden 1 saat pasif örneklenen Tenax tüpünün birinci desorpsiyonuna ait kromatogram	68
Grafik 27: A-3 kodlu işyerinden 3 saat pasif örneklenen Tenax tüpünün birinci desorpsiyonuna ait kromatogram	80
Grafik 28: A-3 kodlu işyerinden 6 saat pasif örneklenen Tenax tüpünün birinci desorpsiyonuna ait kromatogram	70
Grafik 29: Toluenin Kütle Spektrumu	71
Grafik 30: p-Ksilenin Kütle Spektrumu.....	72
Grafik 31: o-Ksilenin Kütle Spektrumu.....	73
Grafik 32: m-Ksilenin Kütle Spektrumu	74
Grafik 33: Etilbenzenin Kütle Spektrumu	75
Grafik 34: Stirenin Kütle Spektrumu.....	76
Grafik 35: Fenolün Kütle Spektrumu	77
Grafik 36: Benzaldehitin Kütle Spektrumu	78
Grafik 37: 1,2,4-Trimetilbenzenin Kütle Spektrumu.....	90
Grafik 38: Etilfitalatın Kütle Spektrumu	80

KISALTMALAR LİSTESİ

PB-ECL	: Performansa Dayalı Maruziyet Kontrol Seviyesi (Performance based exposure control limits)
HSE	: İngiltere Sağlık ve Güvenlik İdaresi (Health and safety executive)
ILO	: Uluslararası Çalışma Örgütü (International Labour Organization)
CCTK	: Uluslar arası Kimyasal Kontrol Araç kiti (International Chemical Control Toolkit)
IOHA	: Uluslar arası Mesleki Hijyen Kurumu (International Occupational Hygiene Association)
GBF	: Güvenlik Bilgi Formu
AR-GE	: Araştırma Geliştirme
KKD	: Kişisel Koruyucu Donanım
TKY	: Toplam Kalite Yönetimi
MEK	: Metil etil keton
THF	: Tetrahidrofur
TNT	: Trinitrotoluen
TLV	: Eşik Limit Değeri (Threshold Limit Value)
TWA	: Toplam Tartım Ortalaması (Total Weighed Avarage)
STEL	: Kısa Dönem Maruziyet Limiti (Short Term Exposure Limit)
OSHA	: İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Kurumu (Occupational Safety and Health Administration)
IARC	: Uluslar arası Kanser Araştırma Ajansı
ACGIH	: Amerikan Hükümeti Endüstri Hijyenistleri Konferansı
NIOSH	: Ulusal İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Enstitüsü (The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH))
AFC	: Gelişmiş Akış Kontrollü
APC	: Gelişmiş Basınç Kontrollü
SGK	: Sosyal Güvenlik Kurumu
GC	: Gaz Kromatografisi (Gas Chromatography)
TCD	: Termal İletkenlik Dedektörü
FID	: Alev İyonlaştırıcı Dedektör (Flame Ionization Dedector)
ECD	: Elektron Yakalama Dedektörü (Electron Capturing Dedector)
GC-MS	: Gaz Kromatografisi Kütle Spektrometresi

FPD	: Alev Fotometrik Dedektörü (Flame Photometric Dedector)
TOC	: Toplam Organik Bileşik (Total Organic Compounds)
FIA	: Alev İyonlaştırıcı Dedektörü (Flame Ionization Analyzer)
NMOC	: Metal Olmayan Organik Bileşikler (Non-Methane Organic Compunds)
BTEX	: Benzen, Toluen, Etilbenzen, Ksilen
TD	: Termal Desorber
WHO	: Dünya Sağlık Örgütü (World Health Organization)
COSHH	: Sağlık Kurallarına göre Maddelerin Tehlikelilik Kontrolü (Control of Substances Hazardaus to Health)
GHS	: Küresel Uyumlaştırılmış Sistem (Globally Harmonised System)
EPA	: Çevre Koruma Örgütü (Environmental Protection Agency)
US EPA	: Birleşmiş Milletler Çevre Koruma Örgütü (US. Environmental Protection Agency)
ASTM	: Amerika Malzeme Test Etme Kurumu (American Society For Testing and Materials)
VOC	: Uçucu Organik Bileşen (Volatile Organic Compound)
PAH	: Poliaromatik Hidrokarbonlar
PPM	: Milyonda bir (Part(s) Per Million)
PPB	: Milyarda bir (Part(s) Per Billion)
RT	: Alıkonma Zamanı (Retantion Time)
PTFE	: Politetrafloretillen

1. GİRİŞ VE AMAÇ

18 yy`da başlayıp hızla gelişen uygarlık günlük yaşantımıza kolaylık, avantaj ve keyif getirirken, insanın yaşadığı çevredeki fiziksel, kimyasal ve biyolojik etkenlerde gözlenen hızlı artış iş kazalarının ve meslek hastalıklarının günümüze kadar giderek artmasına neden olmuştur. Yeni maddelerin yeni teknolojiler tarafından büyük bir hızla üretilmesi, insan sağlığı ve güvenliği için riskleri de beraberinde getirmektedir. Bu riskler, ürünlerin üretimi sırasında olduğu gibi kullanımı sırasında da söz konusu olabilir.

Dünyada farklı türlerde bilinen 5 – 7 milyon çeşit kimyasal madde vardır. Her yıl çeşitli sektörlerde 400 milyon ton kimyasal madde üretilmektedir(1).Ülkemizde`de birçok iş kolunda zararlı kimyasallar kullanım tedbirleri alınmadan çok rahatlıkla imalat esnasında işlenmekte ve tüketiciye sunulmaktadır. Bunun en büyük nedeni zararları hakkında bilgi eksikliğidir. Kullanılan hammaddenin veya ürünün gerekli tedbirler alınmadan kullanıldığında işçiye ne gibi sağlık problemleri yüklediği işverene ve sorumlu kişilere anlatılmalı ve tedbir almaları sağlanmalıdır.

Son yıllarda artan çevre bilinci, kimyasal maddelerin üretiminden tüketimine kadar tüm evrelerde temiz teknolojileri zorunlu kılmaktadır. Özellikle uçucu organik bileşikler üretim esnasında işçi sağlığını büyük ölçüde tehdit ettiği için son yıllarda giderek artan bir önem kazanmıştır.

Hava kalitesini bozan dolayısıyla çalışanların sağlığını tehdit eden, canlı ve cansız çevre için olumsuz etkileri olan bu kirleticilerin ölçülmesi ve gerekli önlemler olarak bildirilen sınır değerleri altına indirilmesi işçi sağlığı açısından çok önemlidir.

Çözücüler, başta boya sanayi olmak üzere tekstil ve deri kimyasalları üretiminde, inşaat, plastik, kozmetik, ayakkabı imalatı yan sanayi, ağaç işleri, kuru temizleme, mürekkep üretimi, vb. pek çok sanayi sektöründe yaygın olarak kullanılan ve uçucu özelliğe sahip sıvılardır. Kaplama malzemelerinde kullanılan ve film oluşumu sırasında buharlaşan uçucu sıvılar (Toluen, ksilen, benzen, çeşitli ketonlar, alkoller, alkil benzenler, esterler, glikol eterler, vb), birkaç çözücüsüz boya ve toz kaplama sistemi dışında su bazlı boyalar dahil tüm boya formülasyonlarında bulunmaktadır ve işyeri havasını kirletirler.

Sanayide kimyasal maddelerden etkilenmenin büyük bir bölümü solunum yolu ile olmaktadır. Solunum yolu ile alınan toksik maddelerin oldukça hızlı bir şekilde kana karıştığı dolayısıyla organizmaya girdiği bildirilmektedir(2). Örneğin tipik boya çözücülerinde bulunan tehlikeli hava kirleticiler ve çalışma ortamında izin verilen maksimum değerler aşağıda verilmiştir.

Tablo I: Tehlikeli hava kirleticileri ve çalışma ortamında izin verilen maksimum değerleri.

Kirletici	Ppm	mg/m ³
stiren	100	420
Aseton	1000	2400
Metanol	200	260
Metiletilketon	200	590
Metilzobutylketon	100	410
Toluen	200	345
Ksilen	100	435

Hava kirleticilerden olan solventler organizmada geri dönülmez zararlara sebep olurlar. Vücuda giren solvent, ya hava yoluyla dışarı atılır veya enerji olarak kullanılır yahut da daha az toksik maddelere metabolize olarak böbreklerle dışarı atılır. Bu nedenlerden dolayı karaciğer ve böbreklerde ciddi bozukluklar görülebilir.(3). Bu uçucu organik maddeler en düşük seviyede kullanılmalı ve işyeri ortamından havalandırma sistemi ile uzaklaştırılmalıdır.

Hava kirliliği insan ve canlı sağlığı açısından çok önemlidir. Bu nedenle işyerlerinde ortam havasının kirliliğine ne tür maddelerin neden olduğunun ve havada bulunması gereken limit değerlerinin bilinmesi, insan ve işçi sağlığına etkilerinin araştırılması, çalışan sağlığı açısından büyük önem taşımaktadır. Boya kimyasallarının kullanıldığı ve üretildiği alanlarda karşılaşılan meslek hastalıkları insan hayatına maddi ve manevi zararlar vermektedir(4).

Günümüzde özellikle kritik risklere sahip boya ve kimyasal üretimi ve kullanımı yapan işletmeler için sadece acil eylem planları oluşturulmasının yeterli olmadığı görüşü hâkimdir

1.1. ÇALIŞMA HAYATINDA İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİNİN BİLİNCİ

Türkiye İstatistik Kurumunun yapmış olduğu çalışmada 2008 yılı istatistiklerine göre Türkiye nüfusunun %32 lik bir kısmı 15 yaş ve üzeri bir potansiyeldir. Bu iş gücünün %19,5'lik kısmında sanayide çalışmaktadır. Sanayide çalışan nüfusunda ortalama 8 saatlik bölümü iş yerinde geçmektedir. İşyeri ortamları da evlerinde ve diğer kapalı alanlarda olduğu gibi kişilerin temel sağlık gereksinimlerini karşılayacak nitelikte olmalıdır. Fakat ülkemizde bu konuda çok eksiklerin olduğu kaçınılmaz bir gerçektir. Birçok sanayi kolunda çalışan işçiler gün içerisinde çalıştıkları işyerinin imalat çeşitliliğine bağlı olarak çeşitli miktarda işyeri kirtelicileriyle karşı karşıya kalmaktadırlar. Endüstride iç ortam havasında kirtelicilerin türü ve konsantrasyonu üretimin türünde kullanılan hammaddeye ve proses sırasındaki işlemlere bağlı olarak değişir. İşçi sağlığı ve güvenliği kapsamında işverenin çalışanın sağlık risklerini ordadan kaldırması gerekir. Sanayi kolunda imalat türü ne olursa olsun işçi sağlığını tehlike altına alan kısa sürede olmasa bile uzun sürede çalışanın sağlığını olumsuz etkileyen birçok etmen vardır.

İşçi Sağlığı: Bütün mesleklerde, çalışanların fiziksel, ruhsal ve sosyal tam iyilik halinin takviyesini ve en yüksek düzeylerde sürdürülmesini iş koşulları ve kullanılan zararlı maddeler nedeniyle çalışanların sağlığına gelebilecek zararların önlenmesini, işçinin psikolojik ve fizyolojik özelliklerine uygun yerlere yerleştirilmesini gerektirir şekilde tanımlanmıştır. İşçi sağlığının en temel amacı işçilerin meslek hastalıklarından korunmasıdır.

Meslek Hastalığı: 506 sayılı sosyal sigortalar kanunu meslek hastalıklarını şu şekilde tanımlamıştır. “Meslek hastalığı, işçinin çalıştığı işin niteliğine göre tekrarlanan bir nedenle veya işin yürütüm şartları yüzünden uğradığı geçici veya sürekli hastalık, sakatlık veya ruhi arıza halleridir. Herhangi bir hastalığın meslek hastalığı sayılabilmesi için meslek hastalığının klinik ve laboratuvar bulgularıyla kesinleşmesi ve meslek hastalığına yol açan etkenin, işyeri incelemesiyle kanıtlanması gerekmektedir.” Meslek hastalığı bazı durumlarda işçinin fiilen işten ayrılmasından sonrada ortaya çıkabilir. Meslek hastalığına neden olabilecek dolayısı ile işçi sağlığını olumsuz etkileyecek etmenler tek tek ele alınmalıdır. Bunlar ortaya çıkarılmalıdır. Bu etmenlerin sağlığa etkileri tespit edilmeli işverenlere iletilmelidir. Amerika’da iş sağlığı güvenliği OSHA (Occupational Safety and Healty Administration) kanunu ile denetlenmekte ülkemizde ise 2003 yılında güncellenip yayınlanmış olan 4857 sayılı iş kanunu yürürlüktedir ve iş sağlığı ve güvenliği tüzüğü mevcuttur.

İşçi Sağlığını Etkileyen Faktörler: a) Kimyasal Faktörler b) Fiziksel Faktörler c) Biyolojik Faktörler d) Ergonomik Faktörler

- **Kimyasal Faktörler:** Çalışma ortamına (havaya, gıdaya, kişinin kullandığı araç gerece veya dış ortamla ilişkide bulunan vücut kısımlarına) karışabilen (Sıvı, katı, toz, duman, tütsü, sis, buhar, solventler ve gazlar), çevrenin normal ve sağlıklı yaşam uygun kimyasal bileşimini az veya çok değiştiren etkenlerdir. Kimyasal maddeler havayla ve ayrıca birbirleriyle reaksiyona girerek yeni maddeler ve çeşitli zararlı etkiler oluşturabilir. Bazı kimyasal maddeler safsızlıkları içerdiklerinden çoğu kez riskli ve tehlikelidir. Birçok kimyasal maddenin çeşitli yollarla organizmaya girerek bağımlılık oluşturdukları ve organizmada enzimatik veya kimyasal reaksiyonlar sonucu çeşitli toksik reaksiyonlara sebep oldukları bilinir. Çalışma ortamında kullanılan kimyasalların büyük bir bölümü, toksik, kansorejen ve bağımlılık yapıcıdır. Her imalat türüne göre işyeri ortamında bulunabilen kimyasal maddeler çeşitlilik göstermektedir. Genel olarak asit ve alkali özellikli maddeler, metaller (kurşun zehirlenmesi), çözücüler, toz halindeki kimyasal maddeler, diğer organik ve inorganik kimyasallar.
- **Fiziksel Faktörler:** Çalışma ortamının kimyasal yapısını belirgin bir şekilde değiştirmeyen yüksek sıcaklık ve basınç, elektromagnetik ve iyonlayıcı ışınlar, gürültü, titreşim, nem ve hava hareketi sayılabilir. Ancak bazı koşullarda fiziksel etmenler ortamın kimyasal yapısı üzerine etki edebilir. Örneğin belirli dalga boyundaki morötesi ışınların oksijenden ozon oluşturarak ortam atmosferinin kimyasal yapısını değiştirebilir.

- **Biyolojik Faktörler:** Çalışan bir insan gününün büyük bir bölümünü işyeri ortamında geçirir. Bu kadar zaman geçirdiği ortamda dikkat etmesi gereken en önemli konu temizliktir. Temizlik kişisel temizlik, iş yeri temizliği ve ürüne yönelik temizlik olarak incelenmelidir. Temizlik temel olarak hastalık yapan mikroplar olmak üzere istenmeyen biyolojik faktörlerin gelişimini engelleyen beraberinde hastalıklardan korunmayı, sağlığı devam ettirmeyi ve buna bağlı olarak iş verimini ve üretimde kalitenin artmasını sağlayan önemli bir etkidir. Böcek, parazitler, küf, maya, mantarlar, bakteriler ve virüsler biyolojik etkenlere örnek olarak verilebilir.
- **Ergonomik Faktörler:** Ergonomi:İş kanunu olarak bilinen, iş şartlarını, insan fizyolojisine ve bilimsel esaslara uydurmak suretiyle, verimi artırmaya çalışan bir sağlık hizmetidir.İnsanın, anatomi, fizyoloji ve psikolojisine uygun olarak işin düzenlenmesi çalışmalarıdır. Yeterince olumlu dizayn edilmemiş el aletleri veya çalışma bölgeleri, uygunsuz bir şekilde kaldırma veya uzatma görme koşulları, vücut durumunun işle ilişkisi, monotonluk, sıkıcılık, üzüntü, iş baskısı ve yorgunluk olarak verilebilir.Ergonomik etkenler bir işyerinde sağlanması gereken en önemli çalışmalarıdır.Bu çalışmalar iş verimini artırdığı gibi aynı zamanda işçinin iş kazasına uğrama oranını oldukça düşürecektir.

1.1.1. İŞÇİ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ YÖNÜNDE İŞ YERİ TEDBİRLERİ

09 Aralık 2003 25311 Sayılı Tarihli Resmi Ticari Sicil Gazetesi ile 4857 Sayılı İş Kanunu ile bazı alt yönetmelikler iş yerlerinde sağlık ve güvenlik şartlarının iyileştirilmesi için alınacak önlemleri belirler(5)

Cinsiyet, yaş ve özel durumları sebebi ile özel olarak korunması gereken kişilerin çalışma şartları ile ilgili genel prensipler ve diğer hususlar yukarıda belirtilmiş kanun maddesi ve yönetmelikler ile düzenlenmiştir(6).

Risk değerlendirmesi; İşyerlerinde var olan ya da dışarıdan gelebilecek tehlikelerin, işçilere, işyerine ve çevresine verebileceği zararların ve bunlara karşı alınacak önlemlerin belirlenmesi amacıyla yapılması gerekli çalışmaları, ilgili madde ve yönetmelikler denetim altına almıştır.

İşveren, işle ilgili her konuda çalışan işçilerin sağlık ve güvenliğini korumakla yükümlüdür. İşverenin iş sağlığı ve güvenliği konusunda işyeri dışındaki uzman kişi veya kuruluşlardan hizmet alması bu konudaki sorumluluğunu ortadan kaldırmamaktadır.

İşçilerin iş sağlığı ve güvenliği konusundaki yükümlülükleri, işverenin sorumluluğu ilkesini etkilememektedir. İşveren, işçilerin sağlığını ve güvenliğini korumak için mesleki risklerin önlenmesi, eğitim ve bilgi verilmesi dâhil her türlü önlemi almak, organizasyonu yapmak, araç ve gereçleri sağlamak zorundadır. İşveren, sağlık ve güvenlik önlemlerinin değişen şartlara uygun hale getirilmesi ve mevcut durumun sürekli iyileştirilmesi amacı ve çalışması içinde olmalıdır. Bir işletmede çalışma ortamında

sağlık ve güvenliğin korunması ile ilgili önlemlerin alınmasında aşağıdaki genel prensiplere uyulması gerekmektedir(7).

Özellikle sanayi devrimi sonrasında teknolojik gelişmeler sonucunda üretimin yapısı oldukça karmaşıklaşmış, hızlı ve kontrolsüz sanayileşme süreci ve üretimin giderek yoğunlaşması iş kazaları ve meslek hastalıkları ile çevre kirliliği gibi sorunların önemli boyutlara ulaşmasına neden olmuştur(8).

Risklerin kontrolü,işyerindeki tehlikeleri ve bunlardan doğabilecek kötü sonuçları önlemeye veya etkilerini azaltmaya yönelik süreçtir.Önceliklerin ve belirlenmiş amaçların ışığında yürütülür.Tehlikeler belirlenmeli ve maruz kalan işçilerin maruziyet durumları belirlenip alınması gereken tedbirler araştırılmalıdır(9).

Çalışılan iş yerinde sağlık ve güvenlik açısından ciddi bir tehlikenin olduğu kanaatine varıldığı anda yapılan her türlü çalışmanın bitirilerek gerekli tedbirler alındıktan sonra çalışma sathına dönülmesi gerekmektedir.

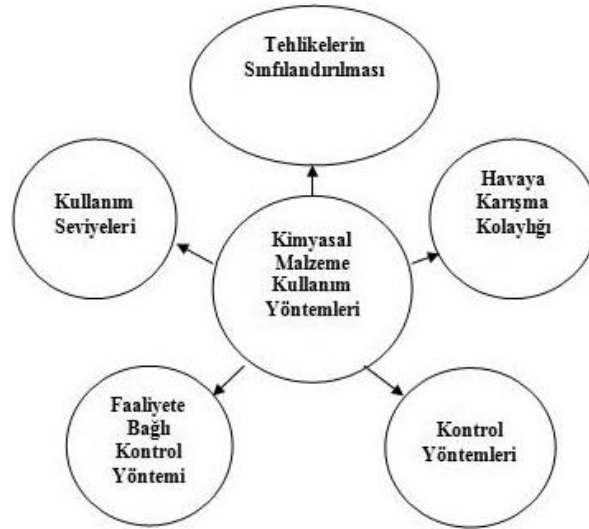
İşyeri ortamında çalışanların kimyasal maddelere en kolay ve çoğunlukla farkında olmadan maruz kalma yolu solunum yoludur. Çalışanların kimyasal maddelere karşı zarar görmelerini önlemek ya da kabul edilebilir seviyelere çekmek için ülkelerin ilgili ve yetkili mercileri birçok mevzuat geliştirmiştir(10).

Örneğin ülkemizde Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı'nın yayınlamış olduğu “Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik bu yapılan amaca yöneliktir(11). Yayımlanan bu yasal koruma kontrol teknikleri dışında endüstri teknolojisinde de etkin koruma sistemi için araştırmalar yapmış ve önemli teknikler/yöntemler geliştirmiştir.

UK Health and Safety Executive (HSE) (İngiltere Sağlık ve Güvenlik İdaresi) özellikle küçük ve orta ölçekli kuruluşlarda mesleki maruziyetin kontrolü için geliştirmiştir. Bu sistemin adı “Control of Substances Hazardous to Health Essentials – COSHH Essentials dir(11).

International Labour Organization – ILO (Uluslararası Çalışma Örgütü) aynı amaçla “International Chemical Control Toolkit (Chemical Toolkit)-CCTK ”Uluslararası Kimyasalların Kontrol Sistemini geliştirdi. International Occupational Hygiene Association (IOHA) desteğiyle hazırlanan bu program da risklerin nitelik analizine yöneliktir(12).

Aşağıdaki Şekil 1’de görüldüğü gibi kimyasal malzeme kullanım yöntemleri ve şekilleri risk dağılım durumlarına göre değişir. Bunları ise aşağıdaki gibi açıklayabiliriz.



Şekil 1: Kimyasal Malzeme Kullanım Yöntemleri ve Şekilleri

- a.) Risk durumları veya GHS sınıflandırması kullanılarak maddenin A, B, C, D ve E tehlike bantlarına yerleştirilmesini sağlamak.
- b.) Kullanılan kimyasal maddenin hacmi (az, orta, çok) şeklinde belirlenmesinin sağlamak.
- c.) Kullanılan sıvıların uçuculuğunu (kimyasalın kaynama noktası ve proses sıcaklığına yönelik dayanıklılığı) ve katıların tozlanmasını (az, orta, çok) belirlemek.
- d.) Hazırlanmış matrise göre çeşitlerin dört halinin yöntemlerle 1. Seyreltme, havalandırma, 2. Teknik olarak mühendislik kontrolünün yapılması, 3. Kimyasalların sınırlandırılması ölçütlerinin belirlenmesi, 4. Mühendislik açısından ve kimyasalların içeriği konusunda uzmanlık bilgisinin alınması ve sağlanması.
- e.) Kontrol yöntemlerinde belirlenen yaklaşım şekilleri için kullanılan kimyasalın kullanım şekli ve kullanım alanına yönelik olarak ilgili kullanım proseslerine uygun kullanımını sağlanması şeklinde belirtilebilir.

1.1.1.1. Kimyasalların Kullanımında Tehlike Sınırlandırılması ve İş yeri Tedbirleri

COSSH Essential, Avrupa Birliği'nin tehlikeli maddelerin sınıflandırmasını düzenleyen 67/548/EEC sayılı Direktifinin sınıflandırmasına bağlı olarak belirlenen Risk cümlelerini temel almaktadır. CCTK ise hem 67/548/EEC'deki Risk Cümlelerini hem de GHS'in sınıflandırmasındaki tehlikeleri temel almaktadır. Bu tehlikelere dayanarak da "tehlike kontrol bantları" oluşturmaktadırlar(13).

Kimyasalların tehlike sınıflandırılması kontrol sistemlerinin oluşturulması kimyasalın içeriği ve uçuculuğu yönünden değerlendirilerek yapılmalıdır. Bunun için ilk öncelikle kimyasalların tehlike bantlarına ayrılması gerekir. Her bir kimyasal kullanım şekline ve kullanılan ortam ve tehlike boyutlarına göre sınıflandırılmalı ve bu sınıflandırmalar tehlike bantlarına ayrılmalıdır. Ayrımı yapılan kimyasallar kendi grupları içinde tanımlanmalıdır. Kimyasallara yönelik olarak tehlike sınıflandırılmasını kapsayan tehlike bantları ve kodları Ek-B'de verilmektedir.

1.1.1.2. Avrupa Birliğ VOC Uygulamaları REACH Tüzüğü

REACH, Avrupa birliğinde kimyasal maddelere ilişkin bir çok mevzuatı tek bir çatı altında toplayan bir AB tüzüğüdür.(Registration,Evaluation,Authorisation and Restriction of Chemicals) kimyasalların kaydı,değerlendirilmesi,izni ve kısıtlanması anlamına gelmektedir.18 aralık 2006 tarihinde Avrupa parlamentosu tarafından kabul edilmiş ve 1 haziran 2007 de yürürlüğe girmiştir.AB üye ülkelerinde faaliyet gösteren ve yılda bir tondan fazla kimyasal madde üreten veya ithal eden firmaların,söz konusu kimyasal maddeleri,AB örgütlenmesi içinde yer alan Avrupa kimyasallar ajansı yönetimindeki merkezi bir veri tabanına kaydettirmeleri zorunlu bulunmaktadır.Bu tüzüğün amacı insan ve çevre sağlığını en üst düzeyde tutmaktır.Kimyasal maddeler hakkında çok daha fazla bilgiye sahip olunmasını ve bu bilgilerin toplumla paylaşılmasını zorunlu kılmaktadır.REACH tüzüğü,kimyasallardan kaynaklanan risklerin yönetiminde ve üretilen kimyasal maddeler hakkında sağlıklı bilgilerin paylaşılması konusunda sanayi kuruluşlarına büyük sorumluluk yüklemektedir.Türkiye den AB ye ihraç edilecek kimyasallar içinde REACH uygulaması geçerlidir.Türkiye de 2008 yılı sonlarına doğru çıkardığı yönetmeliklerle özellikle kimyasal madde ve müstahzarları üreten veya ithal eden firmalara yükümlülük getirmiştir.2009 yılı itibariyle kimyasalların envanteri ve kontrolü hakkında yönetmelik yürürlüğe girmiş diğer yönetmelikler için bir yıl geçiş süresi tanınmıştır.2010 yılı itibariyle diğer yönetmeliklerde uygulamaya konulmuştur.Tez çalışmam sırasında yapmış olduğum araştırmalarda ve gözlemlerde malzemeler hakkında bilgi eksikliğinin olduğudur. Firmalarda bir çok alanda çok sayıda kimyasal madde kullanılmakta ama bu kimyasal maddeler tanınmamaktadır. Kimyasallarla ilgili zararları önlemenin birinci yolu o kimyasal maddeyi tanımaktır.Söz konusu kimyasal madde`nin kişiye ve çevreye verebileceği zararlar bilinirse ona göre tedbir alınabilir.REACH Tüzüğü kimyasal maddelerin etiketlenmesinde ve malzeme güvenlik formu konusunda birçok zorunluluk getirmiştir.Kimyasal maddelerin tanınması yanında bir çok özelliğtede kısıtlama getirmiştir.1999/13/EC direktifi ve 2004/42/EC direktifiyle yenilenen dekoratif boyalar,vernikler ve otomotiv endüstrisinde kullanılan boyalardaki uçucu organik maddeler(UOM/VOC)miktarlarında kısıtlamalar getirmiştir.VOC içeriği ve müsaade edilen en fazla miktar g/l olarak malzemenin etiketinde belirtilecektir.(14)

1.1.1.3. Kimyasalların Kullanım Seviyesi

Kullanılan kimyasalların kullanım şekilleri ve kullanım miktarları çalışanlar yönünden önemlidir. İnsan sağlığı ve iş güvenliği için kimyasal kullanım şekli ve kullanım düzey ile seviyelerinin iyi belirlenmesi ve bu yönde gerekli tedbirlerin alınması gerekir. “CCTK aşağıdaki tablonun kullanılarak kullanım miktarlarını tespit edilmesini istemektedir”(15).

Tablo II: Kullanım seviyeleri(16).

Miktar	Kati		Sıvı	
	Ağırlık	Tedarik şekli	Hacim	Tedarik şekli
Az	Gram	Paket veya şişe	Mililitre	Şişe
Orta	Kilogram	Bidon veya fıçı	Litre	Fıçı
Çok	Ton	Dökme	Metreküp	Dökme

1.1.1.4. Kimyasalların havaya karışma kolaylığı

Kimyasallar içindeki bileşenlerle birlikte ve ayrıca fiziksel özelliğine göre değişmekte ve farklılıklar göstermektedir(17).

a) Katılar;

Katı halde bulunan kimyasallar tozlanabilme özelliği göstermekte, çalışma ortamında alınmayan tedbirler ve gerekli teçhizatların kullanılmaması sonucu uçuşma özelliği ile havaya karışmaktadır. Havaya karışan kimyasallar solunum yolu ile vücuda alınmaktadır. Tozlaşma yönünden kimyasallar az, orta ve çok olarak sınıflandırılabilir. Aşağıda bu sınıflandırmanın kolaylaştırılması için gerekli bilgiler Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı bünyesinde yapılan bir çalışmada gösterilmiş ve bu yönde oluşabilecek risklere yönelik açıklamalar getirilmiştir.

Tablo III: Katıların Sınıflandırılması(18).

Az:	Pelet halinde olup kırılmayan maddeler. Kullanım esnasında az bir toz görülür. ör. PVC peletleri, vaksli pullar
Orta:	Kristal, granüler katılar. Kullanıldığı sırada toz görülür ancak bu toz çabucak yere iner. Genellikle kullanımdan sonra yüzeyde tozlar kalır. Ör. Sabun tozları.
Çok:	İnce, hafif tozlar. Kullanıldığında, toz bulutunun oluştuğu görülür ve bir süre kalır. Ör. Çimento, karbon black, tebeşir tozu

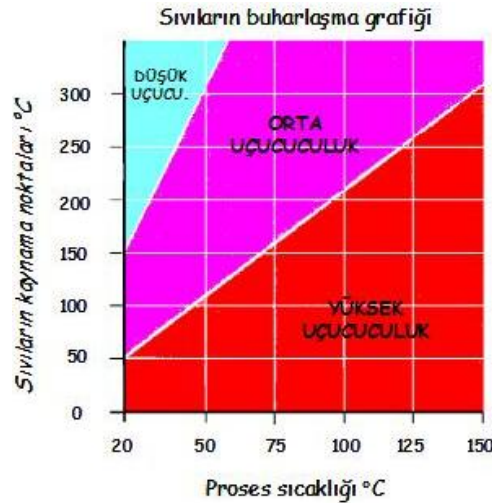
b) Sıvılar;

Kimyasallar kullanım özelliklerine ve kullanım şekillerine göre katı, toz ve sıvı halde bulunmaktadır. Bazı kimyasallar sıvı olma özelliği ve kullanım şekline göre uçucu özelliği yönünden riskli hava ortamı meydana getirmektedir. “Sıvıların uçuculuğunu tespit etmek için kaynama noktalarının bilinmesine ihtiyaç vardır. Bu bilgileri GBF’nin 9 no’lu başlığı altında bulabiliriz. Bu bilgilere göre aşağıdaki sınıflandırmayı yapabiliriz”(18).

Tablo IV: Sıvıların Uçuculuğunun Sınıflandırılması(18).

Uçuculuk Sınıflandırması	Kaynama noktası
Yüksek	< 50 ° C
Orta	> 50 ° C < 150 ° C
Düşük	> 150 ° C

Ayrıca çalışma ortamının ve prosesin de sıcaklığı önemli bir faktördür. Aşağıdaki grafikten uçuculuk faktörünü tam olarak bulabiliriz (CCKT)(18).



Grafik 1: Sıvıların uçuculuğunun proses sıcaklığı gruplandırılması grafiği(18).

1.1.2. İŞ SAĞLIĞI VE İŞ GÜVENLİĞİ MEVZUATI

İş sağlığı ve iş güvenliği açısından yönetime katılımı güvence altına alan en önemli kanun maddesi 4857 sayılı iş kanununun işveren ve işçilerin yükümlülüklerini düzenleyen 77. maddesidir. Gerçekten de iş sağlığı ve iş güvenliği açısından işverenlerin kusursuz sorumluluğunu düzenleyen bu maddeye göre “İşverenler işyerlerinde iş sağlığı ve güvenliğinin sağlanması için gerekli her türlü önlemi almak, araç ve gereçleri noksansız bulundurmak, işçiler de iş sağlığı ve güvenliği konusunda alınan her türlü önleme uymakla yükümlüdürler.” Bu maddeyi iş hukukunun işçiyi koruyucu vasfını ve işçi lehine yorum ilkesini göz önüne alarak yorumlayacak olursak, işverenin işyerinde iş sağlığı ve iş güvenliğini gerçekleştirmek için alması gereken her türlü tedbire yönetime katılma tekniklerini de ilave edebiliriz(19).

Öte yandan sosyal güvenlik hukukunun en temel amacı olan risklerin meydana gelmeden kaynağında yok edilmesi ilkesi, bir başka deyişle sosyal güvenliğin dikey kapsamının gerçekleştirilebilmesi 4857 sayılı iş kanununun 77. maddesinin tam anlamıyla uygulanmasıyla mümkün olacaktır. İşverenlerin iş kanununun 77. maddesi çerçevesinde yükümlülüklerini tam anlamıyla yerine getirebilmesi işçilerin bu önlemlere katılabilmesiyle mümkün olabilecektir(20).

İş sağlığı ve iş güvenliği açısından 4857 sayılı iş kanununun diğer bir önemli maddesi iş sağlığı ve güvenliği kurullarını düzenleyen 80. maddedir. Gerçekten de söz konusu maddeye göre “Devamlı olarak en az 50 işçi çalıştıran ve 6 aydan fazla sürekli işlerin yapıldığı işyerlerinde her işveren bir iş sağlığı ve güvenliği kurmakla yükümlüdür. İşveren iş sağlığı ve güvenliği mevzuatına uygun olarak iş sağlığı ve güvenliği kurullarınca verilen kararları uygulamakla yükümlüdür”. İş sağlığı ve güvenliği kurullarının oluşumu, çalışma yöntemleri, ödev, yetki ve yükümlülükleri Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığınca hazırlanan yönetmelikte gösterilmiştir(21).

Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığınının 7 Nisan 2004 tarih ve 25426 sayılı iş sağlığı ve güvenliği kurulları hakkındaki yönetmeliğin 7. maddesine göre işçi temsilcileri ve işveren temsilcilerinden oluşan söz konusu kurullar aşağıdaki konularda görev yapmaktadır:

- İş sağlığı ve iş güvenliği konularında çalışanlara yol göstermek,
- İşyerinde iş sağlığı ve güvenliğine ilişkin tehlikeleri ve önlemleri değerlendirmek,
- Tedbirleri belirlemek,
- İşveren veya vekiline bildirimde bulunmak,
- İş sağlığı ve güvenliğiyle ilgili araştırma ve incelemeler yapmak,
- Eğitim ve öğretimi planlamak

Bu kurulların iş sağlığı ve iş güvenliğinde yönetime katılmasının işlerlik kazanması için kurulların etkin çalışmasının önemi kendiliğinden ortaya çıkar(22).

İş sağlığı ve iş güvenliğiyle ilgili birçok yönetmelik yürürlüğe konmuştur. Bu yönetmeliklerin teknolojiye meydana gelen gelişmeler çerçevesinde sürekli yenilenmesi ve gözden geçirilmesi gerekmektedir. İş Sağlığı ve İş Güvenliği Mevzuatı Ek-A`da belirtilmiştir.

1.2. UÇUCU ORGANİK BİLEŞİKLERİN (VOC) SAĞLIK ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

1.2.1. İÇ ORTAM HAVA KALİTESİNİ ETKİLEYEN İŞYERİ KİRLETİCİLERİ

İç hava kalitesinin insan performansı üzerine etkilerini bildiren çalışmalar son zamanlarda giderek yaygınlaşmaya başlamaktadır. İç hava kalitesini bozan kirleticiler solunan havadaki CO₂ oranı, koku, mikro organizmalar, nem, radon gazı, organik buhar, toz, alerji yaratan maddeler, sigara dumanı ve dâhili kaynaklı biyolojik kirleticilerdir. Çalışma ortamındaki zararlı maddeler kavramı altına bütün katı, sıvı ve havada bulunan zararlı maddeleri toplamak mümkündür. Zararlı maddeler solunum, deri teması veya mide bağırsak kanalı yoluyla vücuda geçebilmektedir. Çalışan kişiyi doğrudan doğruya rahatsız etmelerinin yanı sıra zehirleyici ve kansorejen etki yapabilirler.

Kötü kokunun neden olduğu semptomlar sıklıkla göz, burun ve boğaz iritasyonu, baş ağrısı, bulantı, ishal, ses kısıklığı, boğaz ağrısı, öksürük, göğüs darlığı, burun tıkanıklığı, çarpıntı, nefes darlığı, stres, uyku sersemliği ve ruh hali değişmesidir(23).

İnsanlar seçme şansı olmadan buldukları ortamdaki havayı solurlarsa ve bu soludukları hava kirli bir hava ise içerisinde bulunan kirletici gazlarda solunur. Bu kirleticiler çalışanların akciğerine, kalbine ve diğer organlarına zarar verir. Öksürük, gözlerde yanma, solunum problemi ve kanser gibi pek çok hastalığa sebep olmaktadır. Bu hava kirleticilerinin işyeri ortamındaki konsantrasyonları çok önemli olmakla birlikte düşük konsantrasyonda olan bir kirletici uzun yıllar solunduğunda bile aynı sağlık problemlerinin oluşumunu sağlamaktadır.

Hava kirleticilerinin örneğin karbonmonoksit (CO), kükürdioksit (SO₂), azatoksitler (NO₂), uçucu organik bileşikler (VOC), ozon (O₃), ağır metaller, solunabilir partikül maddenin (PM_{2,5}-PM₁₀) kimyasal bileşimi, reaksiyon özellikleri, kısa ve uzun aralıkta dağılma özellikleri farklıdır.

İşyeri kirleticilerinin kompozisyonu dozu ve maruz kalınma süresi farklıdır. Çalışanlar sadece bir maddeye değil kirletici karışımına maruz kalmaktadırlar. Buda işçi sağlığı üzerinde çeşitli etkilerin oluşumuna neden olur. İşçinin sağlığı üzerine etkileri mide bulantısı, solunum güçlüğü, çiltte kızarıklık, egzema, kanser gibi geniş aralıkta görülebilir.

- **Toz:** İşyeri ortamında kötü hava kalitesine neden olan etmenlerin biride tozdur. Bu ilk duyulduğunda masum gözükten etmen birçok sağlık probleminin oluşmasına ve başlangıcına nedendir. Toz dediğimizde aklımıza mekanik süreçler sonucunda oluşan katı maddelerin gaz içinde teknik bir işleme tabi tutulabilecek dağılımı gelir. Metalik, mineralojik veya bitkisel kökenli olabilir. Her ne kadar toz kendi başına gerçekten kötü değilse de bakteri ve virüsleri içeren inanılmaz çeşitlilikteki topluluklar toz partikülleri içine yerleşir ve problemlere neden olan bu tozlar içersine tutunarak vücuda girer.
- **Asbest:** İç ortam hava kalitesini etkileyen inorganik liflerden en önemlisi asbesttir. Asbest ya da amyant olarak bilinen materyal doğada bulunan bir silikatlı bir mineraldir. Mineral silikatlarda ısı ve sıcaklığa karşı dirençli ve yüksek gerilime kuvvetli fiberlerden oluşur. Bu özellikler onların birçok sanayi kuruluşunda imalat aşamasında hammadde olarak kullanımını gerektirmektedir. Asbest 1972 yılında EPA tarafından tehlikeli bir madde olarak kabul edilmiştir(24).Solunum yoluyla vücuda giren asbestin çeşitli akciğer hastalıklarına fibrojenik bir akciğer hastalığı olan asbestozise, akciğer kanseri ve mesoteliomaya (abdominal boşluk ve göğüs zarı kanseri) neden olduğu tespit edilmiştir.
- **Uçucu organik bileşikler – VOC:** VOC'ler Alifatik veya aromatik yapıda ve kaynama sıcaklığı 250°C' ye kadar olan atmosferik fotokimyasal reaksiyon ile hava kirliliğine neden olan hidrokarbonlardır. Fosil yakıtları ile çalışan motorların eksozları, çözücüler, benzinin bularlaşması, kimyasal madde üretimi, petrol rafine etme, atık giderme sahaları ve atık su arıtma tesislerinden yapılan emisyonlar ve buharlaşma ile atmosfere yayılmaktadır. VOC'lerin pek çoğunun etkisi konusunda çok net çalışmalar olmamakla birlikte hayvanlar üzerinde yapılan çalışmalar neticesinde kansere, çocuklarda ve yeni doğanlarda gelişme bozukluğuna, hamilelerde düşüğe neden olduğu ve merkezi sinir sistemi, göz, solunum yolları tahrişi, baş ağrısı, koordinasyon bozukluğu, mide bulantısı, karaciğer ve böbrek üzerinde olumsuz etkileri olduğu bildirilmektedir. Bu etkiler maddeye maruz kalınan süre ve maddenin miktarı ile yakından ilgilidir. Bu maddelere yüksek oranda maruz kalınması durumunda narkotik özellikler de gösterdiği saptanmıştır(25).

Endüstride yaygın olarak kullanılan aromatik hidrokarbonlar insanlarda akut ve kronik zehirlenmelere neden olurlar(26). Yaşadığımız ortam ve hava içerisinde bulunan kimyasal uçucular hava kalitesinin düşmesine sebep olamakta ve insan ve canlı sağlığı üzerinde etkilerini giderek yoğunlaştırmaktadır(27). Bilinçsiz üretim, kontrolsüz ve tedbirsiz çalışma sahalarının artması, artan talebe hızlı ve teknik

ekipmanların sağlanmaması nedeni ile kontrolsüz çalışma ortamları oluşturulmakta ve insan sağlığını riske etmektedir(28).

Birleşmiş Milletler için yapılan bir araştırmaya göre günlük zamanın %88'i kapalı alanlarda ve çalışma ortamlarında geçmektedir(29).

Elde edilen bu veriden yola çıktığımızda iş ve çalışma hayatı içinde bulunan bireylerin iş sağlığı ve güvenliği önemli bir noktayı kapsamaktadır. Her birey sosyal yaşam içinde çalışma hayatı ve çalışma ortamları içinde günün yaklaşık olarak 3/2 sini geçirmektedir. Kontrolsüz ve sistemsiz çalışma hayatının insan sağlığı üzerinde önemi bu nedenle daha çarpıcı bir hale gelmiştir.

Bazı çalışma ortamlarında özellikle ofis, kırtasiye, matbaa gibi kurumların sarf malzemesi olan mürekkep, kalem, kâğıt ve özellikle fotokopi makinelerinde kullanılan sarf malzemelerinde bulunan uçucular ve kirleticiler yine insan sağlığı üzerinde etkiler ve olumsuzluklar meydana getirmektedir(30).

Kullanılan bu kimyasallar ve içinde bulunan uçucular nedeni ile insanlar ve canlılarda düşük konsantrasyonlarda uyusukluk, baş ağrısı ve yorgunluk gibi özellikle sinir sistemleri ile ilgili şikâyetlere sebep olduğu bildirilmektedir(31). organik bileşikler ve formaldehit, maruziyetin kronik hale gelmesi ile kanserojen oluşumlar meydana geldiği bildirilmektedir. Ayrıca düşük konsantrasyonlardaki VOC'lere sürekli maruziyet, solunum yolu hastalıklarına ve astım rahatsızlığına neden olduğu vurgulanmaktadır(32).

İş hayatı içinde sürekli çalışma ortamında bulunan ve özellikle temiz hava sirkülasyonunun olmadığı kapalı ortamlarda kalan kişilerde, bu konsantrasyon oranları yükseldikçe kişilerin sağlığı üzerinde etkileri giderek şiddetini artırmakta olduğu ve artan bu şiddet nedeni ile koma ve ölüme neden olan sonuçların ortaya çıktığı bildirilmiştir(33).

VOC'lerin kapalı çalışma ortamlarında konsantrasyonları üzerinde havalandırma, sıcaklık gibi faktörlerin yanında uygulamadan sonra geçen sürenin de çok önemli olduğu bildirilmektedir.³⁷ Yapı malzemelerinde ve kimyasallar içinde bulunan VOC'ler çabuk buharlaşabilme özelliğine sahip olup, en fazla inşaat alanında ve inşaat malzemelerini kullanan işçiler üzerinde etkileri kolaylıkla gözlenmiştir(34).

İnşaat sanayi içinde yer alan ve bu sanayi içinde sarf malzemesi olarak kullanılan hazır sıva ve inşaat sıvaları içinde sıklıkla rastlanan uçucu organik bileşikler ise, etil benzen formaldehit ve toluendir. Yine bu kimyasalların yoğun olarak kullanıldığı iç dekorasyon malzemesi ve yapı malzemesi duvar kâğıtlarının yapısında toluenin sıklıkla kullanıldığı bildirilmiştir.

Yapısında en az bir karbon ve hidrojen atomu içeren kimyasal bileşikler organik bileşikler adını alırlar(35).Organik bileşikler, uçucu organik bileşikler, yarı uçucu organik bileşikler ve uçucu olmayan organik bileşikler olmak üzere üç ana grupta incelenirler(36).Çalışma ortamı ve dış ortam havasında sıklıkla gözlenen ve hava kalitesi açısından VOC olarak adlandırılan grup ise genellikle bazı parafinler ve

benzenden başlayarak naftaline kadar olan bileşiklerdir. Bu bileşiklerin kaynama noktaları farklılık göstermektedir.

Uçucu organik bileşiklerin kaynama noktaları 50–260°C arasında değişmektedir. Düşük kaynama noktaları nedeniyle iç ortam havasında buhar halinde bulunmaktadır.

Sanayi grubu ve özellikle piyasada en yaygın gözlenenleri BTEX olarak adlandırılan benzen, toluen, etilbenzen ve ksilenler'dir. Bu kimyasal bileşiklerin içinde çalışma ortamında en yüksek seviyelerde rastlanılanı ise toluendir. Benzen çalışma ortamı ve havasında sıklıkla rastlanan ve seviyesi yüksek olduğunda insan ve canlı açısından kanserojen olarak kabul edildiği için önem arz eden bileşiktir. Bu nedenle çalışma ortamında ve havasında maruz kalınan benzen seviyelerinden ötürü ortaya çıkması beklenen kanser riskini bu bileşik için hesaplamak mümkündür(37) “Benzen için yapılan risk hesabında, risk seviyesi 1/10000’in üstüne çıktığında, riski azaltmak için müdahale yapılması gerektiği belirtilmektedir(38)

VOC'ler hemen, hemen her ortamda az veya çok miktarda bulunabilir. VOC'lerin iç ortamdaki seviyeleri olası insan aktiviteleri kadar kaynaklarının bulunma yoğunluğuna bağlı olarak değişkendir. Kolonya, parfüm, deodorant, sabun, deterjan, şampuan, hava kokusu giderici spreyleyler gibi tüketim malzemeleri ile ahşap ve cilası, boya gibi bina malzemeleri önemli VOC kaynaklarıdır(39).

Hava sahası ve çalışma ortamında bulunan bu kimyasal bileşikler nedeni ile işçi sağlığının korunması ve geliştirilmesine yönelik uygulamalardan, iş yeri ve yöneticileri doğrudan sorumludur.

Fiziksel ve biyolojik ayrıca sosyokültürel çevre, yaşam standartlarının sağlanabilmesi için önemlidir. Doğal dengenin bozulması insan sağlığı ve fiziksel çevre üzerindeki olumsuzlukları artıran en büyük nedendir. Oluşan bu bozulmalar ile birlikte hastalık nedenleri çoğalmakta, hormon ve metabolik rahatsızlık yönündeki çeşitlilik giderek artış gösterdiği bildirilmektedir(40). Mesleki kanserler arasında en sık görülen tür akciğer kanseridir. Nedeni ise çalışma yaşamında karşılaşılan kanserojen maddelerin çoğunlukla solunum yoluyla vücuda girmesidir.(41). Bunun da en önemli nedenleri arasında fiziksel ve hormon dengelerinin bozulması olarak gösterilmektedir(42).

VOC sınıfında yer alan bazı organik bileşiklerin kaynama noktaları ile buhar basınçları Tablo V'de gösterilmektedir.

Tablo V: Bazı Organik Bileşiklerin Kaynama Noktaları ve Buhar Basınçları(43).

Uçucu Organik Bileşik	Kaynama Noktası Sıcaklığı (°C)	Buhar Basıncı (mm Hg)
Benzen	80.1	95.2 (25 °C)
Toluen	111	22 (20 °C)
Kloroform	62	160 (20 °C)
o-ksilen	144	7(20 °C)
1,1,1, Trikloroetan	74.1	10 (20 °C)
1,2,4- Trimetilbenzen	169	2.03 (25 °C)
p-ksilen	138	9 (20 °C)
Undekan	196	0.28 (20 °C)
1,3,5 Trimetilbenzen	165	1.86 (20 °C)
Etilbenzen	136	10 (20 °C)
Stiren	145	5 (20 °C)
Karbon tetra klorür	76.8	91.3 (20 °C)
Dikloro benzen	174	10 (55 °C)
p-dikloro-benzen	174	10 (55 °C)
Metil klorür	39.8	350 (20 °C)
Etilen dibromür	131.5	11.0 (25 °C)

Tablo VI: Çalışma Ortamında ve Havasında Bulunan Uçucu Organik Bileşiklerin Kaynakları(44).

Kaynaklar	Tipik kirleticiler
Ticari ürünler	Alifatik hidrokarbonlar (n-dekan, dallanmış alkanlar, aromatik hidrokarbonlar (toluen, ksilen), halojenlenmiş hidrokarbonlar (metil klorür), alkoller, ketonlar (aseton, metil etil keton), aldehydler (formaldehit), esterler (glikoleterler), terpenler (limonen, alfa-pinen)
Boyalar	Alifatik hidrokarbonlar (n-hekzan, n-heptan), aromatik hidrokarbonlar (toluen), halojenlenmiş hidrokarbonlar (metil klorür, propilen diklorür), alkoller, ketonlar (metil etil keton), esterler (etil asetat), eterler (metil eter, etil eter, butil eter)
Yapıştırıcı malzemeler	Alifatik hidrokarbonlar (hekzan, heptan), aromatik hidrokarbonlar, halojenlenmiş hidrokarbonlar, alkoller, aminler, ketonlar (aseton, metil etil keton), esterler (vinil asetat)
Döşeme ve kumaşlar	Aromatik hidrokarbonlar (stiren, bromlanmış aromatikler), halojenlenmiş hidrokarbonlar (vinil klorür), aldehydler (formaldehit), eterler, esterler.
Yapı malzemeleri	Alifatik hidrokarbonlar (n-dekan, n-dodekan, aromatik hidrokarbonlar (toluen, etil benzen), halojenlenmiş hidrokarbonlar (vinil klorür), aldehydler (formaldehit), ketonlar (aseton), eterler, esterler.

Tablo VI'dan anlaşıldığı gibi bazı organik kimyasallar içinde yer alan yapıştırıcılar, vernikler, inşaat boya ları, tutucular ve iç mekân dekorasyon malzemelerinin yapısında sıklıkla bulunmaktadır. Birçok yapılan araştırmalar bu malzemelerin ve ürünlerin kullanıldığı ortamlarda organik karbon bileşikleri yönünden zengin olduğunu ortaya çıkarmıştır(45).

Çalışma ortamı ve açık ortamda çok sıklıkla rastlanan uçucu organik karbon bileşiklerinin iç ortamlardaki konsantrasyonları genellikle kokuyla algılanabilen seviyenin altındadır ve dış ortamdaki seviyeden yaklaşık beş kat fazladır(46).

Çalışma Bakanlığı ve Sağlık Bakanlığının yapmış olduğu bazı çalışmalarda ve bazı bilimsel kaynaklardan elde edilen sonuçlarda çalışma havasında yapılan incelemeler sonucunda 350'den fazla uçucu organik bileşiğin konsantrasyonları 1 ppm'in üzerinde bulunmuştur(47).

Bu konuda yapılan çalışmalardan biri Kocaeli büyük şehir belediyesi tarafından işletilmekte olan İZAYDAŞ düzenli depolama alanında kapatılmış bulunan atık lotlardan kaynaklanan uçucu organik bileşiklerden BTEX (Benzen, toluen, etilbenzen ve ksilen) emisyonlarını USEPA Metoduna göre termal desorpsiyon yöntemi ile belirlenmesidir(48). Benzer bir teknik kullanılarak yapılan diğer bir çalışma iç ortam hava kalitesini tespit etmek amacıyla İskenderun ve Payaş'ta 4 okulda öğrencilerin giysilerine takılan örnekleyiciler ile toplanan kirleticilerin GC-MS ile analizidir(49).

F. Karataş ve ark. Tarafından Elazığ ili Sanayi Bölgesi'nde meslekleri gereği inhalasyon yolu ile çeşitli işyeri kirleticilerine maruz kalan işçiler ile aynı şartlarda ama işyeri kirleticilerine maruz kalmayan kişilerin kan örnekleri alınarak çeşitli tahliller yapılmış ve farklılıkları değerlendirilmiştir(50).

Yapılan bir diğer çalışmada, Adana'da trafik kaynaklı hava kirliliğine yol açan ve tehlikeli atmosfer kirleticilerinden olan organik bileşenlerin Türkiye'de ilk defa ele alınan Poliaromatik Hidrokarbonların (PAH) miktarı ve farklılıklar belirlenmiştir. Bu nedenle trafik yoğunluğunun farklı olduğu Adana Merkez ve ilçelerinden Adana Çevre Müdürlüğü aracılığı ile yüksek hacimli bir toplayıcı ile sağlanan örneklerin Soxhlet ekstrakte edildikten sonra GC-MS ile analiz sonuçları karşılaştırılmıştır(51).

Yapılan bir çalışmada ayakkabı deri imalatında çalışan ve çalışma ortamı havası nedeniyle hekzan maruziyeti yaşayan 27 erkek işçi, polineropati oluşumu nedeniyle İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi Nöroloji bölümünde incelemeye alınmıştır(52).

Sayırsız ürünün imalatında özellikle çözücü olarak kullanılan VOC'lerin, kimyasal proses endüstrileri tarafından yayılan kirleticilerin büyük bir kısmını kapsadığını bildiren bir diğer çalışmada, çevre için tehlikeli olduğu kabul edilen 189 adet tehlikeli hava kirleticisi belirlenmiş ve çok büyük miktarlarının VOC'den oluştuğu bildirilmiştir(53).

Çevre havasında tanımlanan belli başlı VOC'ler metan, etan, butan, pentan, hekzan, benzen toluenmetil klorür, kloroform, karbon tetraklorürdür. VOC'ler çok geniş bir kullanım alanına sahiptir. VOC'leri gidermede en yaygın teknoloji yakma ve geri kazanmaktır. Yakma ile yok etmek, diğer hava kirleticilerin yanması sonucu atmosfere karışması sorununu oluşturabilir. Ama karbon adsorpsiyonu sistemi ikincil kirleticileri üretmemekte ve değerli hidrokarbonlar yeniden kullanılabilir.

Bir diğer çalışmada, matbaa ortamında çalışan işçilerin sağlıklarını etkileyen faktörler incelenmiştir. Yapılan araştırmalar sonucunda genellikle birçok sektörde olduğu gibi matbaacılık sektöründe çalışanlarında birçok işyeri kirleticilerle karşı karşıya olduğu görülmüştür.

Yine konuyla ilgili ilk çalışmalardan biri Molhave tarafından yapılmıştır. Yapılan bu çalışma Danimarka'da bazı ofis ve iş yerlerinin hava sahası içinde 29 farklı uçucu organik bileşik belirlenmiştir ve insan sağlığı yönünden risk oluşturan kimyasallardan olduğu bulunmuştur. Bu araştırma sonunda en çok rastlanan VOC türünün, konsantrasyonları 0.03–2.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ arasında değişen alkil benzenler olduğu görülmüştür. Shah ve Singh, iç ortamlarda bulunan 66 farklı VOC üzerinde yaptıkları incelemede konsantrasyonların 0.4–4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ arasında değiştiğini bulmuşlardır(54).

Yapılan diğer bir çalışmada ise kapalı ve çalışma ortamlarında ölçülen pek çok VOC konsantrasyonunun 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ değerinin altında olduğu tespit edilmiştir(55).

Bir başka çalışmada ise Fellin ve Otson, Kanada'da 754 konutta 26 farklı VOC türünü incelemişlerdir. Yapılan bu çalışmada incelenen uçucu organik karbon bileşiklerinin ortalama değerleri 4.4-10.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ aralığında bulunmuştur. Toluen ve dekan için maksimum değerler 84 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ve 48 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak belirlenmiştir(56).

Bu çalışmalar ile günümüzde kullanılan teknolojinin niteliği iyi yönlendirilmez ise doğal kaynaklar başta olmaz üzere, canlı ve insan faktörü üzerinde olumsuz etkilerinin her geçen gün giderek artış göstereceğinin kaçınılmaz olacağı bildirilmektedir. Ayrıca doğal hava sahası başta olmak üzere, çalışma ve kapalı alanlardaki hava, yaşam standartlarını önemli ölçüde düşürmektedir.

1.2.1.1 İşyeri Ortamında Kullanılan Kimyasal Maddelerin İşçi Sağlığı Üzerindeki Olumsuz Etkileri

Yukarıda adı geçen benzer çalışmalar model alınarak farklı özellikteki işletmeler üzerinde bu çalışma yürütülmüştür. Bu işletmeler, otomobil tamir atölyeleri, oto-boya sanayi, mobilya lake ve cila sanayi, ayakkabı sanayi v.b. kuruluşlarıdır. Çok sayıda işveren ve çalışanlar ile yüz yüze görüşmeler yapılarak konuyla ilgili bilgiler alınmıştır. Bu işletmelerde kullanılan teçhizatlar irdelenmiş ve incelenmiş ve yapılan incelemeler üzerinde gerekli bilgiler edinilmiştir.

Gelişen Türkiye sanayisinde, 1978 yılında TARKAN organik çözücüler sorunu üzerine yaptığı bilimsel çalışmada oto boya sektöründe çalışan işçilere yer vermiştir. Bu çalışmada elde edilen bulgular oto sanayi ve kimyasal kullanımı yönünde insan ve çalışanların sağlığını önemli oranda etkilediği gözlenmiş ve bulunmuştur.

Winder 1992 yılında Avustralya'nın Sidney şehrinde yapmış olduğu çalışmada oto sanayisinde çalışan işçilerin boya çözücü buharından etkilenmeleri ve işyeri değerlendirilmesi ile ilgili bir alan çalışması yapmıştır. Ayrıca 1991 yılında Beving ve arkadaşları, organik çözücülere maruz kalan boya işçilerin merkezi sinir sistemi, karaciğer ve kanın fonksiyonel birimlerinde değişiklik gözlendiğini ve bunların organik özellikteki çözücülerin oluşturduğu sorunlarından birkaçı olduğunu öne sürmektedir. Ayrıca benzene maruz kalan çalışanların ise kemik iliği üzerinde yok edici değere sahip olduğunu göstermektedir(57).

1984 yılında zenci, beyaz, asyalı insanların üzerinde Chatterjee'nin yaptığı çalışmada, boya sanayisinde çalışanlarda maruziyetin ırklara göre farklılığını araştırılmıştır. Yapılan bu çalışmada başağrısı, yapılan işin dışında yorulma, cilt üzerinde oluşan sorunlar, göz organı üzerinde iritasyonlarının birçok oto boya sanayisinde çalışan üzerinde görüldüğü sonucuna ulaşmıştır. 1984 yılında Jayjok ve Levin de oto boya çözücülerinde birçok araştırma gerçekleştirmiştir.

EPA'ya göre VOC'lerin toksisite değerleri Tablo VII'de gösterilmiştir.

Tablo VII: Bazı Uçucu Organik Bileşikler için Toksikite Değerleri(58).

Kimyasal	Referans Doz (mg/kg/gün)	Kanser Faktörü (mg/kg/gün)	US EPA Kanser Sınıflandırması
Benzen	8.57×10^{-3}	2.73×10^{-2}	A (Kanserojen)
Toluen	1.14×10^{-1}	-	-
Etilbenzen	2.86×10^{-1}	-	-
Ksilen	2.86×10^{-2}	-	-
Stiren	2.86×10^{-1}	-	-
Karbon tetraklorür	7×10^{-4}	1.3×10^{-1}	B2 (Kanserojen olma olasılığı yüksek)
Vinil Klorür	9×10^{-3}	0.6	C (Kanserojen olma olasılığı yüksek)
Metil Klorür	6×10^{-2}	7.5×10^{-3}	B2 (Kanserojen olma olasılığı yüksek)
Etil dibromür	-	85	B2 (Kanserojen olma olasılığı yüksek)

Düşük dozlardaki VOC'ler, astıma ve diğer bazı solunum yolu hastalıklarına neden oluşturmaktadır. Bu konuda İsviçre'de yapılan bir çalışmada ve araştırmada 20–45 yaşları arasındaki 88 astım hastasında VOC'lere maruziyet ile nefes darlığı şikâyetlerinde artış gözlenmiştir(59).

1.2.1.2. VOC (Volatile Organic Components) Uçucu Organik Bileşiklerin Kabul Edilebilir Risk Düzeyi

Her madde her koşul için farklıdır. Maddenin kullanımı ile elde edilecek yararın ortaya çıkacak risk ile karşılaştırılmasıdır. Kabul edilebilir risk düzeyinin belirlenmesinde;

- Maddenin kullanımının sağlayacağı yararlar
- Alternatif maddelerin olup olmadığı özellikleri
- Toplumda bu maddenin kullanım derecesi
- Çevreye etkisi
- Doğa kaynaklarının korunması
- Üretim ile ilgili koşulların değerlendirilmesi

Risk değerlendirilmesi eldeki toksisite verilerinden hareketle, bir maddenin ölçülebilir miktarda ve öngürülen koşullarda kullanımı ile kişilerde toplumda ve çevrede ortaya çıkabilecek muhtemel zararlı etkilerin değerlendirilmesidir. Madde için kabul edilebilir riskin tanımlanması gerekmektedir.

Risk değerlendirilmesinde temas ve dozun değerlendirilmesi kritiktir. Bir insan popülasyonunda temas ve dozu değerlendirmek oldukça zordur. Temas pek çok faktörden etkilenir. Yaşam tarzı insanlar arasında değişkenlik gösterir. Küçük popülasyonda örneğin bir üretim yerindeki işçilerin temasını kan ve idrarlarında konsantrasyonunun ölçülmesi v.s. ile ölçmek mümkündür. Genel popülasyonda çok ufak miktarların tayini söz konusudur.

Risk değerlendirilmesi öncesi tehlikenin tanımlanması, takiben temas düzey ve sıklığının tespiti, in vivo dağılım, toksisite doz – cevap ilişkisiyle ilgili bilgileri içerir. Risk değerlendirmesi yapılırken; tehlike (hazard) canlıya önemli ölçüde zarar verebilecek veya önemli sayıda canlıya zarar verecek bir tehdit, zarar potansiyeli, maddenin temas derecesine (doz – süre) ve intrinsik (asli) toksisitesine bağlıdır.

Risk; bir maddenin belirli koşullarda veya belirli ortamlarda hasar yapma olasılığı, bir tehlikenin gerçekleşme olasılığıdır.

VOC sınıfına giren maddeler bu nedenle 11.7.1993 tarih ve 21634 sayılı Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren “Tehlikeli Kimyasallar Yönetmeliği” kapsamındadır. Bu yönetmelik hem solvent üreticisi hem de kullanıcılar için yükümlülükler içermektedir.

1.2.1.3. Solvent Nedenli Oluşan Sağlık Risklerinin Yönetimi

Türkiyede ve birçok dünya ülkesinde yoğun olarak birçok alanda kullanılan solvent ve çözücüler, bu kimyasallar kullanan bireyler ve işçilerin üç yol ile giriş yaparlar.

- **Solunum Yoluyla:** Çoğu solvent oda sıcaklığında hızla buharlaşabilir özelliindedir. Solvent buharı, zerrecikleri ve solventle kirlenmiş tozlar akciğerler aracılığıyla kolayca kana karışmaya aracılık ederler. En önemli etkilenme yolu budur.
- **Yutma Yoluyla:** Solvent bulaşmış ellerle yenilen yemek ya da doğrudan solvent bulaşmış yiyeceklerin tüketilmesi sindirim yoluyla maruziyete neden olur.
- **Deri Yoluyla:** Yağ çözen özellikleriyle derinin koruyucu etkisini azaltırlar. Deriden rahatlıkla emilir ve kana geçerler. Solventler içerdikleri maddelere göre insan sağlığını farklı şekilde etkileyebilir. Sürekli olarak bazı solventlere maruz kalındığında ise, kişilerin sağlığı üzerinde uzun süreli etkiler oluşabilir. Çalıştığımız ortamda solventlerin buhar ve gazlarını soluyorsanız, solventler cilt ile temas ediyorsa, sıvı solventler yutuluyorsa bunlara bağlı olarak çeşitli etkiler görülebilir. Ayrıca, solventlerin birçoğu yanıcı, uçucu, kolay buharlaşıp ortama zehirli veya patlayıcı gaz karışımları verebilen özelliğe sahiptir. Bazı solventlerin uyuşturucu etkileri de bulunmaktadır. Bu özellikleriyle iş kazaları oluşuna doğrudan ya da dolaylı olarak katkı sağlayabilirler.

Özellikle, holojen içeren solventler, yanmaları sonucunda dioksin ve furan gibi zehirli gazlar oluştururlar(60).

1.2.1.4. Solventlerin Sağlık Üzerinde Etkileri

Öncelikle hangi solventin kullanıldığına bağlıdır. Solventlerin sağlık bozucu etkileri birbirlerinden oldukça farklıdır ve solventler çoğunlukla çeşitli karışımlar halinde piyasaya sürülür ve kullanılırlar(61).

Etkilenme yolu sağlık bozukluğunun tipini, gelişimini ve ağırlığını değiştiren önemli bir faktördür. Solunum yoluyla vücuda alınan solventler kana karışıp diğer organlarda da zarar oluşturacaktır ancak öncelikle üst solunum yollarında (burun, yutak, gırtlak, bronşlar) ırgalamaya yol açacaktır. Deri yoluyla alınması durumunda ise benzer ırgalanma durumu etkilenen deri bölgesi için geçerli olacaktır. Deride kuruma, basit çatlaklardan süregen deri iltihabına sağlık sorunları öncelikle yaşanacaktır(62).

Etkilenme ağırlığına bağlı olarak sağlık bozukluğunun tipi, gelişim hızı ve ağırlığı değişecektir. Etkilenme süresinin fazlalığı, ortamda bulunan solventin yoğunluğunun fazlalığı etkilenme ağırlığını artırır. Aynı ortamda solventler dışında kimyasalların varlığı sağlık sorunlarını arttıracaktır. Bireysel hassasiyet sağlık bozukluğu oluşumunda etkilidir. Bireysel hassasiyet genetik yapıdan, daha önce geçirilmiş hastalıklardan, çeşitli metabolizma farklılıklarından etkilenir. Bireysel alışkanlıklar da etkilenme ve sağlık bozukluğu oluşumunda önemli faktörlerdir. Sigara içme alışkanlığı, alkol kullanımı, hijyen kurallarına uymama durumu etkilenmeyi kolaylaştırır. Sağlık bozucu etki temel olarak solventte ne kadar süre maruz kalındığı ve ne düzeyde maruz kalındığı ile ilişkili olarak ağırlaşır. Kısa süreli etkilenmelerle ortaya çıkan sağlık bozuklukları, tek bir etkilenme ya da kısa süreli etkilenme söz konusudur. Çoğunlukla geçicidir ve yoğun solvent maruziyeti gerektirir.

1.2.1.5. Kısa Süreli Etkilenme

Deri sorunlarına (temas eden deri alanında kuruma, çatlama, kızarma ve sıvı dolu kabarcıkların oluşması) baş ağrısına, uyuklamaya, dikkat dağınıklığına, mide bulantısına ve bu yönde rahatsızlığın hissine yol açmaktadır. Kısa süreli etkilenmelerin ortaya çıkışı için yoğun solvent maruziyeti gereklidir. Etkileri hızla başlar ve göreceli hızla sonlanır. Etkilerin sonlanması maruziyetin kesilmesinden bazen sadece dakikalar sonra gerçekleşir. Ancak, yoğun etkilenmenin baygınlık ve hatta ölümlerle de sonuçlanabileceği unutulmamalıdır. Solunum yollarında basit ırgalanma kısa süreli etkilenme ile oluşur. Burun, gırtlak ve akciğerde yanma hissi ve öksürüğe yol açar. Çok yoğun bir etkilenme akciğer ödemeine yol açabilmektedir(63).

1.2.1.6. Yaşamsal Tehlike Yaratan Durumlar

Gözlerde Irgalanma: Yüksek yoğunlukta solvent buharı olan ortamlarda gelişebilir. Gözlerde yanma, sulanma ve ağrı oluşur.

Deride Irgalanma: Solventlerin deri yüzeyindeki koruyucu yağ tabakasını ve deri yağlarını çözüp uzaklaştırması ile ilgilidir. Etkilenen deri kızarıklık, kuru ve kaşıntılıdır. Derinin

koruyucu tabakasının solventler tarafından uzaklaştırılmış olması, solventin ve ortamda bulunan diğer toksik kimyasalların deri yoluyla vücuda girişini kolaylaştırması açısından da önemlidir.

Merkezi Sinir Sistemi (Beyin ve Omurilik) baskılanması: Solvent etkilenmesi alkol kullanımını taklit eden bir sarhoşluk hissi oluşturur. Neşelilik hali, uyuşukluk, koordinasyon kaybı, başağrısı, yorgunluk ve bulantı yakınmaları görülebilir(64).

Kalp Ritim Bozuklukları: Bazı solventler kalp kasının duyarlılığını artırır. Düzensiz kalp atımları görülebilmektedir(65).

Söz konusu risk ve zararlar nedeniyle birlikte anıldıkları sağlık bozuklukları ve izin verilebilir değerleri Tablo VIII’de verilmektedir.

Tablo VIII: Kimyasalların Beraber Anıldıkları Sağlık Bozuklukları ve İzin Verilebilir Değerleri(66).

KİMYASAL	PEL (ppm)	EKİLENEN ORGAN	SAĞLIK BOZUKLUĞU
Alkoller			
Metanol	200	D,G,MSS	Görme sınırı hasarı, puslu görme
Etanol	1.000	G,ÜSY,D	Irgalanma, başağrısı, uyuklama, deri iltihaplanması
N propil alkol	200	G,ÜSY,MSS,D	Irgalanma, uyuklama, deri iltihaplanması
İsopropil alkol	400	G,ÜSY,MSS,D	Irgalanma, uyuklama, baş dönmesi
Alifatik Hidrokarbonlar			
Pentanlar	1.000	D,G,ÜSY,A	Irgalanma, deri iltihaplanması, kimyasal pnömoni
Hekzanlar	500	D,ÜSY, USS,MSS,A	Irgalanma, narkoz etkisi, kas gücü kaybı, kimyasal pnömoni
Heptanlar	500	D,ÜSY,A	Irgalanma, deri iltihaplanması, akciğer ödemi, kimyasal pnömoni
Petrol Nafta	500	D,G,ÜSY,MSS	Irgalanma, narkoz etkisi, deri iltihaplanması
Gazolin	-	D,ÜSY,MSS	Irgalanma, narkoz etkisi, deri iltihaplanması, kimyasal pnömoni, akciğer ödemi
Kerosen	-	D,A,ÜSY,MSS	Irgalanma, kimyasal pnömoni, narkoz etkisi
Aromatik Hidrokarbonlar			
Benzen	1	D,MSS,K, Kr,Kc,B	Deri iltihaplanması, narkoz etkisi, lösemi, aplastik anemi
Toluen	200	MSS,Kc,ÜSY,B,D	Kuruma, narkoz etkisi, koma, kas yorgunluğu, karaciğer, böbrek ve deri hasarı
Ksilen	100	ÜSY,D, MSS,Kc	Irgalanma, narkoz etkisi, akciğer ödemi, mide ağrısı, bulantı, karaciğer ve

			böbrek hasarı
Kömür Nafta	100	B,A,D,ÜSY, MSS	Irgalanma, narkoz etkisi, yanıklar
Nitrobenzen	1	G,MSS,K	Irgalanma, narkoz etkisi, morarma, dalak ve karaciğer hasarı
Klorinli Hidrokarbonlar			
Karbon tetraklorid	10	D,MSS,Kc,B,M	Irgalanma, narkoz etkisi, karaciğer iltihaplanması, sarılık, böbrek hasarı, mide ağrısı
Metilen klorid	500	D,ÜSY,MSS,KDS	Irgalanma, narkoz etkisi, uyuşukluk, akciğer ödemi, kalp ritmi bozukluğu, baş dönmesi
Metil kloroform	350	D,MSS,KI	Kuruma, narkoz etkisi, kalp ritmi bozukluğu, baş dönmesi
Tetrakloreten	5	D,MSS,K,Kc,B,USS	Titremeler, kol ve bacaklarda yorgunluk hissi, narkoz etkisi, sayıklama, çirpınma
Etilen diklorit	50	D,MSS,K,Kc,B,USS	Titremeler, kol ve bacaklarda yorgunluk hissi, narkoz etkisi, sayıklama, çirpınma
Trikloretilen	100	D,B,MSS,KI	Irgalanma, narkoz etkisi, kalp ritmi bozukluğu (Kansere yol açtığı şüphesi vardır)
Perkloretilen	100	D,MSS,Kc, ÜSY,KI	Irgalanma, narkoz etkisi, kalp ritmi bozukluğu, karaciğer hasarı, alkol kullanımı sonrasında kızarma, uykusuzluk (Kansere yol açtığı şüphesi vardır)
Ketonlar			
Aseton	1.000	D,ÜSY,MSS	Irgalanma, narkoz etkisi, deri iltihaplanması
Metil etil keton	200	D,ÜSY,MSS	Irgalanma, narkoz etkisi, deri iltihaplanması
Metil butil keton	100	D,ÜSY,MSS, USS	Irgalanma, narkoz etkisi, uç nöropatisi
Metil isobutil keton	100	D,ÜSY,MSS	Irgalanma, narkoz etkisi, deri iltihaplanması
Eterler			
Etil eter	400	MSS,D,ÜSY,G	Irgalanma, narkoz etkisi, bulantı, deri iltihaplanması
İsopropil eter	500	D,MSS,ÜSY	Irgalanma, narkoz etkisi, deri iltihaplanması
Etil format	100	G,ÜSY,MSS	Irgalanma, narkoz etkisi
Metil asetat	200	ÜSY,D,G,MSS	Irgalanma, narkoz etkisi
Etil asetat	400	ÜSY,D,G,MSS	Irgalanma, narkoz etkisi
İsopropil asetat	250	ÜSY,D,G,MSS	Irgalanma, narkoz etkisi
Amil asetat 100	100	ÜSY,D,G,MSS	Irgalanma, narkoz etkisi

Glikoller			
Etilen glikol	-	D,MSS,K,B,Kc	Irgalanma, ilgi azalması, kan hücreleri işlev bozukluğu, narkoz etkisi, böbrek Hasarı
Sellosolv	200	D,G,MSS,ÜSY,B,Kc	Irgalanma, akciğer ödemi, narkoz etkisi, ilgi azalması, böbrek hasarı Diğerleri
Turpentin	100	D,G,ÜSY,A, MSS,B,İ	Irgalanma, akciğer ödemi, deri iltihaplanması, narkoz etkisi, çarpınma, böbrek ve idrar torbası hasarı
Karbon disülfid	20	MSS,USS, KDS,G,B,Kc	Irgalanma, psikolojik, sinirsel ve kalpdamarsal hastalıklar, psikozlar, damar sertleşmesi
Dioksan	100	Kc,B,D,G	Irgalanma, uyku hali, uyuşukluk, mide ağrısı, karaciğer ve hastalıkları

1.2.1.7. Uzun Süreli Etkilenmelerle Ortaya Çıkan Sağlık Bozuklukları

Görece az yoğun solvent maruziyeti ve tekrarlayan maruziyet söz konusudur. Sağlık bozuklukları yavaş ilerleyen ancak ortaya çıktıklarında tedavileri zor ya da olanaksızdır. İnsan yaşam kalitesini ileri düzeyde ve uzun süreli ya da hayat boyu bozan ve bazen yaşam süresini kısaltan sağlık bozukluklarıdır(67).

1.2.1.8. Tekrarlayan Uzun Sereli Solvent Etkilenmesi

- Beyin ve sinir sisteminde,
- Deride (Süregen deri iltihaplanması),
- Karaciğerde (Karaciğer hasarı),
- Kan Üretim Sisteminde,
- Böbreklerde,
- Erkek ve Kadın üreme sisteminde,
- Hamile Kadınlarda fetüste sağlık bozukluklarına yol açar.

Solunum yollarında tekrarlayan ırgalanma bronş iltihabı oluşturarak süregen öksürük ve balgam yakınmalarına yol açmaktadır. Derinin tekrarlayan ırgalanmaları süregen deri iltihaplanması oluşturur. Deri kuru, sert, kalın, çatlamış ve pullanmış görünümündedir.

Sinir Sistemi: Birçok solvent merkezi sinir sistemini özellikle beyini etkiler. Etkilenme ağırlığı ile paralel biçimde, görülen belirtiler de ağırlaşır. Ayakların yerden kesilmesi hissi, alınganlık, sinirlilik, güçsüzlük, yorgunluk, sersemlik, uyku hali, disoryantasyon, çarpınma ve baygınlık sırası gelişir. Uzun süreli etkilenmeler düşüncelere yoğunlaşma güçlüğü kişilik değişiklikleri oluşturabilir. N-hekzan, karbon disülfid ve metil n-butil keton gibi bazıları duyu organları ve

kasların sinirleri olan uç sinirleri etkiler. Bu etkilenme önce parmaklarda sonra ilerleyen bacaklar ve kollarda yorgunluk, his kaybı, ağrı, hareket kaybına yol açar(68).

Karaciğer: Bazı solventler özellikle klorinli tiptekiler, karaciğer hasarına yol açabilirler. Çoğunlukla bulgu gözlenmez.

Kan: Etilen glikolün de içinde bulunduğu birkaç solvent, dolaşımdaki kan hücrelerine zarar vererek ya da kan hücresi üretimini bozarak kan hücre sayısı ve işlevini olumsuz etkilerler. Kan hücresi sayısının ileri düzeyde düşüşüyle bulgular izlenir. Yorgunluk ve enfeksiyonlara karşı direncin azalması görülür. Benzenin özellikle ileri düzeyde riskli olduğu, kan hücreleri sayısında azalma ve lösemi ye yol açabileceği de hatırlanmalıdır.

Kanser: Benzenin etkilenen işçilerde kansere yol açabildiği bilinmektedir. Vinil kloridin insan da karaciğer kanserine yol açabildiği de bilinmektedir. Karbon tetraklorid, kloroform, 1,4-dioksan, trikloretilen gibi bazı solventlerin hayvan deneylerinde pankreas, akciğer, böbrek, idrar torbasında kanser oluşturabildiği kanıtlanmıştır.

Karaciğerin kendi hücrelerinde kaynaklanan kötü huylu (habis) tümörlere primer (birincil) karaciğer kanseri denilmektedir. Karaciğerin kendi hücrelerinden çıktığı için hepatosellüler (karaciğer hücreli) karsinom adı ile anılır. En sık görülen ve en ölümcül tümörlerden birisi olarak onkoloji hekimleri belirtmektedir. En sık görülen ve en ölümcül tümörlerden birisidir. Karaciğer kanseri gelişimi açısından risk faktörlerini ise şöyle açıklamak mümkündür. (Hepatit B virüsü enfeksiyonları, Hepatit C virüsü enfeksiyonları, Hepatit D virüsü enfeksiyonları, Aflatoksin (aspergillus flavuszehiri), Sirozlar, Genetik konenital, Metabolik hastalıklar, Hemakromatozis, Wilson, Gilojen depo hastalığı, Kimyasallar, Nitritler, Hidrokarbonlar, Çözücüler, büyük olasılıkla multifaktöryel(69).

Gebelik: Gebelikte solvent etkilenmesinin düşük doğum ağırlığı ve anne karnında ölüme yol açabildiği düşünülmektedir. Tetrakloretilen, toluen ve alifatik hidrokarbonların düşüklere yol açabildiği yönünde güçlü kanıtlar söz konusudur. Benzer güçte kanıtlar gebelik öncesi solventlere maruz kalan baba durumunda gebeliğin etkilenebildiği yönünde mevcuttur. Toluene, ksilene ve boya incelticiler gibi karışım halinde bulunan solventlere maruz kalan boyacılar ve ağaç işçilerinin eşlerinin gebeliğinde kendiliğinden düşük, düşük ağırlıklı bebek doğumu, doğumsal anomali riski yüksek bulunmuştur.

1.2.1.9. Solvent Üreticisinin Uyması Gereken Yükümlülükler

“Güvenlik Bilgi Formlarının Hazırlanmasına İlişkin Tebliğ” kapsamınca Güvenlik Bilgi Formunu hazırlayarak alıcı, kullanıcı ve depolayıcıyı ilgilendirmekle yükümlüdür. Güvenlik Bilgi Formlarının, Profesyonel kullanıcılar ile tehlikeli kimyasalları depolayanlara iletilmesi zorunludur. Alıcının bilgilendirilmesinden üretici, ithalatçı ve dağıtıcı müteselsilen sorumludur.

Güvenlik Bilgi Formları, madde/müstahzar ve şirket/iş sahibinin tanımı, bileşim/içindekiler hakkında bilgi, tehlikelerin tanıtımı, ilk yardım tedbirleri, kaza sonucu yayılmaya karşı tedbirler, kullanma ve depolama, maruz kalma kontrolleri/kişisel korunma, fiziksel ve kimyasal özellikler, kararlılık ve reaktivite, toksikolojik bilgi, çevreyle ilgili bilgi, bertaraf bilgileri, taşımacılık bilgisi, mevzuat bilgisi ve diğer bilgiler olmak üzere 16 başlığı içerecek şekilde hazırlanmalıdır. Solventler, yönetmelik hükümlerine uygun olarak etiketlenmelidir. Etiket, üretici bilgileri, kimyasalın adı ve kapalı formülü, ürünün ticari adı, amaçlanan kullanım alanı ve içeriğine giren maddelerin tehlike sembolleri, risk ve güvenlik kodları, kimyasal tanımı ve etkin madde yüzdesi ve diğer katkı maddeleri ve en azından bunların grup tanımları içerecek şekilde etiketlenmelidir.

Solventler, normal depolama ve taşıma koşullarında, sızma, kaçak, dökülme, bulaşma vb. yollarla ambalaj dışına çıkmaları önlenecek şekilde ambalajlanmalıdır. Ambalajın şekli ve etiketleri, genel görünüm ve kapsamı açısından, gıda maddelerinin ambalajları ile aynı ve karıştırılabilir benzerlikte seçilmemelidir.

Solventler, çevre ve insan sağlığına zarar vermeyecek şekilde depolanmalıdır. Bu maddelerin kötü amaçlı veya sorumsuz kişilerin eline geçmemesi ve amaç dışı kullanılmaması için gerekli önlemler alınmalıdır.

1.2.1.10.Solvent Kullanıcısının Uyması Gereken Yükümlülükler

Üretici veya satıcıdan Güvenlik Bilgi Formunu temin etmelidir. Ürün etiketi ve Güvenlik Bilgi Formunda yer alan depolama, taşıma, kullanma talimatlarını uygulamalıdır.

1.2.1.11.Solvent İçeren Maddeler Kullanırken Nelere Dikkat Etmek Gerekir

- İş Sağlığı ve Güvenliği Mevzuatına uygun olarak gerekli kişisel koruyucu donanım ve kıyafetleri kullanın.
- Halojen içeren solventli maddelerden kaçınmın.
- Solventlerinizi tasarruflu olarak kullanın.
- Solvent içermeyen su bazlı ürünlerin kullanımını tercih edin.
- Her bir işlem için ayrı solvent yerine çok amaçlı bir solventin kullanılmasını tercih edin.
- Solventleri ya da solvent içeren ürünleri sadece iyi havalandırılan yerlerde kullanın.
- Bu maddeleri kullanırken, etiketlerin üzerindeki tehlike bilgilerine ve güvenlik önerilerine dikkat edin.
- Solvent ve solvent içeren maddeleri hiçbir zaman kanalizasyona atmayın.
- Solvent veya solvent içeren herhangi bir ürün ile cilt temasından kaçınmın ve gereken yerlerde koruyucu giysiler kullanın.
- Cildinizden boya, yağ vb. maddelerin giderilmesi için kesinlikle solvent kullanmayın.
- İş sırasında solvent kullanırken yemeyin ve sigara içmeyin. Ayrıca çalıştıktan sonra, yemeden ve içmeden önce ellerinizi iyice yıkayın.

- Toksik gaz oluşturabilen klorlu solvent bu-harı içerebilecek olan alanlarda sigara içmeyin, kaynak yapmayın, ateşle yaklaşmayın ve çıplak ateş kullanmayın.
- Solventleri kapalı konteynırlarda saklayın ve solvent atıkları için sızdırmaz konteynırlar kullanın. konteynırların altına sızma ve dökülmeyi önleyici tablalar yerleştirin.
- Kapalı alanlarda, gerekmedikçe ve uygun havalandırma olmadıkça solvent içeren maddeler kullanmayın ve bu alanlarda gerektiğinde uygun maskeler kullanımını sağlayın.

1.3. UÇUCU ORGANİK BİLEŞİKLER İÇİN ÖRNEKLEME VE ÖLÇÜM TEKNİKLERİ

Genel olarak işyeri ortamındaki havada uçucu bileşiklerin örnekleme teknikleri iki ana kategoriye ayrılmaktadır: Yakalama ve konsantrasyon

- Yakalama Tekniği (Capturing Sample):** Bu örnekleme sisteminde örnek bir kanister içinde ya da bir hava torbası içine örnek toplama noktasında alınmaktadır. Örnekleme işleminin üstün yanları çok büyük hacimlerde örnekler alınabilir ve birçok kere analiz edilebilir. Yakalama tekniği, sorpsiyon ve desorpsiyon basamağını atladığı için kirlenmelerden çok daha az etkilenmektedir (gazın istenmeyen difüzyonu veya örnek alınan malzeme cidarına gazın adsorpsiyonu gibi). Bu teknik kimyasal olarak stabil maddelerin örnekleme için çok uygun olmaktadır.
- Konsantrasyon Tekniği (Concentration Sampling):** Bu teknikte gaz molekülleri yüzeylerinde adsorblayan bir ortamdan geçirmek suretiyle toplanmaktadır. Bu metodun yakalama metoduna göre üstün yönü, moleküllerin göreceli konsantrasyonlarına oranla çok yüksek konsantrasyonlarda örnek alınması sayesinde çok düşük konsantrasyondaki gazları bile saptayabilmesidir. Adsorpsiyon amacıyla kullanılan birçok ortam vardır(70).

Bunlar:

- **Poröz Polimerleri:** Bu malzemeler moleküllerin kimyasına bakmaksızın adsorpsiyonunda ve sonradan desorpsiyonu için çok idealdir. XAD, Tenax ve birçok GC kolonunda kullanılan malzemeler poröz polimer malzemelerdir. Bu metod adsorpsiyon ile konsantre etmek ve sonra belli bir sıcaklıkta bileşenleri desorbe etmeyle sağlanmaktadır.
- **Tenax:** Bu malzemeler düşük konsantrasyonların (ppb) alınmasında çok güvenilirdir. Tenax 6 veya daha fazla karbon içeren bileşenlerin örnekleme için çok iyi sonuçlar verir. Tenax'ın vinil klorür ve metilen klorür gibi aşırı uçucu bileşikleri tutamadığı ve ayrıca Tenax içinde benzaldehit ve fenol gibi bazı sonradan oluşan bileşenlerin oluştuğu belirtilmektedir. Tenax'ta tutulan bileşenlerin geri alınması termal desorpsiyon sayesinde olmaktadır.
- **Charcoal:** Charcoal, poröz polimerler gibi olmakla birlikte tek farklı yanı ayırma metodunun farklı (kimyasal veya termal) olmasındadır. Termal ayırma, moleküllerinin yapısını bozduğundan

dolayı bu malzeme için uygun değildir. Adsorbe edilmiş moleküller karbon disülfid gibi bir solvent ile geri alınmaktadır. Bu malzeme düşük konsantrasyonlardaki tutulmasında uygun değildir ve genellikle 1–100 ppm arasındaki konsantrasyonlar için kullanılmaktadır. Charcoal'ın avantajı laboratuara kolayca taşınması ve birçok molekül için yüksek adsorbsiyon kapasitesidir.

- **Poliüretan Köpük:** PCB ve pestisitlerin tutulması için özel olarak geliştirilmiş metotlar bulunmaktadır. Bunlar büyük bileşiklerin tutulmasında poröz polimerlere benzemektedir. Ancak ayırma için birkaç solvent kullanılmakta ve adsorbe edilen moleküller kantitatif olarak bulunmaktadır.
- **Karyojenik Teknikler:** Bu teknik moleküllerin donma noktasına dayanmaktadır. U şekilli bir tüp, kuru ve içinde sıvı azot veya sıvı helyum olan bir ortama daldırılmıştır. Bu metot kullanılarak, bazı özel moleküller toplanabilmektedir. Eğer kaynaktan fazla su var ise su donmakta ve örnek toplama işlemi yapılmamaktadır.
- **Çoklu sorbent Sistemleri:** Çoklu sorbent sistemleri, çok geniş bir kimyasal ve uçucu gaz tipini tutmak için geliştirilmiş, peş peşe sıra dizilmiş sorbent sistemleridir. Örneğin birçok sorbent sisteminde önce Tenax ve sonra da aktif kömür kullanılabilir. Tenax ağır bileşikleri tutarken, Charcoal Tenax'ta tutulmayan bileşikleri tutar.

Aşağıda farklı endüstri alanlarının ortamlarındaki uçucu organik bileşiklerin türlerini belirlemek ve özellikle BTEX grubuna ait verilerin elde edilmesini sağlayan yaygın metotlar verilmiştir.

Tablo IX: BTEX grubuna ait verilerin elde edilmesini sağlayan yaygın metotlar

Metot	Analiz Edilen Gaz	Ekipman
EPA 3C	O ₂ , CO ₂ , CH ₄ , CO	GC19/TCD20
EPA 25C	NMOC	GC/FID
EPA 18	Özelleştirilmiş VOC (HAP)	GC/FID, ECD
EPA TO 14/15/17	Özelleştirilmiş VOC (HAP)	GC/MS, GC/FID
EPA 15/16	H ₂ S, COS, CS ₂ ve merkaptanlar	GC/FPD
EPA 25	NMOC	GC/FID
EPA 25A	TOC	FIA
SCAQMD Metot 25.3	VOC	GC/FID

1.3.1. LABORATUAR ORTAMINA GETİRİLEN ÖRNEKLERİN ANALİZLERİ

Laboratuar ortamına getirilen örneklerde uçucu organik bileşiklerin analizi için birçok metot bulunmaktadır. Genelde örnekler GC'de analiz edilecek şekilde ayarlanmaktadır. FID, ECD ve MS bilinen üç tanımlama ve bulma teknikleridir. Ancak GC-MS birçok kimyasal tanımlamada kuşkusuz daha yeteneklidir.

TCD, FID, ECD, PID gibi diğer GC dedektörlerinde, bileşenlerin tanımlanması maddenin tutulma zamanı (retention time-RT) irdelenmesi ile olur. Dolayısıyla tanımlama çıkarımla bulunur. Eğer bileşenlerin RT süreleri aynı değil ise tanımlama yapmak başarısız olur.

Gaz Kromatografisi-Kütle Spektrometresi (GC-MS): GC ile özelleştirilmiş kütle tanımlama spektrometresi. Her bir iyon için uygulanan voltaj farklı olup, 50.000'den fazla iyonun parmak izi olan verileri bir veri tabanında kayıtlıdır. GC, gelen karmaşık karışımli bileşenleri ayırarak aynı zamanda sadece bir tanesinin MS'e girmesini sağlayacaktır. MS bileşenler için uygulanan voltaj çizimi ile iyon yoğunluğunu bulur ve veri tabanındaki bilgiler ile anında karşılaştırma yapabilme özelliğine sahiptir. Veritabanı ile aynı olan bilgiler o bileşeni tanımlanmasını sağlar.

1.3.2. KAYNAKTA, ALANDA VEYA DEPOLAMA SAHASINDA YAPILAN ÖRNEKLEME VE ANALİZ

Eğer ölçümler kaynakta, alanda veya depolama sahasında yapılacak ise aşağıda detayları belirtilen teknikler kullanılabilir. Tek bir metot standart olarak kabul edilmemektedir. Tenax ve paslanmaz çelik kanisterlerin kullanıldığı metotlar çok yaygın olarak ABD'de kullanılmaktadır. USEPA ve ASTM tarafından yayınlanan birçok metot bulunmakla birlikte bunlar dış ortam havası metotları ve kaynak testi başlıkları altında yer almaktadır. USEPA'nın TO-01, TO-02, TO-05, TO-06, TO-07, TO-08, TO-11, TO-14, TO-17 metotları VOC'lerin belirlenmesi ve analizinde kullanılmaktadır(71).

Aşağıda alanda veya kaynakta gaz ölçüm teknikleri ve özellikleri verilmektedir.⁷⁴

Organik Buhar Analizörü: Ayırma kolonu olmayan sadece dedektörden oluşan bir GC'dir. Organik buharları ölçer. Taşınabilir ve kullanımı kolaydır. Yüksek organik buharların tespitinde iyidir. Çalışma limiti 500 ppb'dir. Endüstriyel hijyen çalışmalarında da iyi fakat koku ile ilgili konularda kullanışlı değildir.

Adsorbsiyon tüpleri: Kimyasal reaksiyon sonucu renk değişmesine neden olan bir madde kullanılmaktadır. Yarı nicel analizler için iyidir.

Taşınabilir GC ve GC-MS: Tek parça ve seslidir. Temiz örneklere gerek duyar. Deneyimli ve analitik kullanıcı gerekir.

Sürekli izleme (Monitör): Nokta emisyonları için iyidir. Amonyak, H₂S veya toplam organikler için özelleştirilmiştir.

Özellikle kanserojen olmaları ve çok sık rastlanmaları nedeniyle gerek ortam havasında gerekse iç ortam havasında VOC örnekleme ve analizleri çok yaygın olarak yapılmıştır. Literatürlerde kaydedilen bilgiler ışığında aktif veya pasif örnekleme metotlarına göre örnekleme yapılmış Purge&Trap veya TD-GC/MS ekipmanları kullanılarak analizler gerçekleştirilmiştir. Konuyla ilgili bazı önemli kaynaklar aşağıda genel olarak verilmiştir.

TD-GC/MS tekniği kullanılan farklı uygulama alanları vardır. Özellikle atmosferik araştırmalarda, şehir ve çevre havasının görüntülenmesi, endüstriyel emisyonlar, koku bileşenleri, iç ortam havası kalitesi, toprak içindeki gaz ve buhar analizleri gibi çevre toksikolojisi için önemli konularda kullanılmaktadır. Yangın analizlerinde hızlandırıcı belirlenmesi, uyuşturucu maddelerin analizinde, eser miktarda patlayıcı

analizlerinde, balistik amaçlı analizlerde ve son zamanlarda mürekkepte yaş tayin analizlerinde olamk üzere adli bilimler alanında da kullanılmaktadır. Gıda içinde yer alan kokuların gerektiğinde bozulmuşluğunu gösteren kötü kokular açısından gerektiğinde lezzetinin kalitesini değerlendirmek açısından TD-GC/MS kullanılmaktadır. Ayrıca materyallerin üzerinde uçucu organik analizlerin yapılması ile son zamanlarda plastik oyuncaklardaki çocuk grubu risk değerleri, tekstilde kimyasal beyazlatma, yine tekstilde boya analizlerinden yararlanılmaktadır.

Yapılan bir tez çalışmasında, işyeri havasında GC/FID kullanılarak metil klorürün kantitatif analizi ve metot validasyonu Y.T. Gagnon ve G. David Foley tarafından gerçekleştirilmiştir(72). Diğer taraftan yine işyeri ortam havasında vinil klorürün analizi ve metot validasyonu A.W. Teass tarafından gerçekleştirilmiştir(73).İşyeri ortam havasından alınan örneklerde metilen klorür için metot validasyonu Kevin J. Cummins ve ark. Tarafından yapılmıştır(74).Farklı adsorban türleri kullanılarak Termal Desorber ile ilk defa vinil klorür analizi için en uygun metot şartlarının belirlenmesi ve validasyonu Rainer A. Hallama ve ark. tarafından ilk kez 1998 yılında yapılmıştır(75).Tedlar torbalarının absorblayıcı olarak kullanılarak yol kenarında VOC'lerin emisyon faktörlerinin araştırıldığı GC/FID ile yapılan bir çalışma da yine bildirilmektedir(76).Carbotrap 3000 adsorban madde olarak kullanılarak ve 12 saatlik pasif örnekleme yapılarak katı atık merkezlerine yakın bölgelerdeki atmosfer havasında bulunan VOC'lerin belirlenmesi ve miktarının analiz edilmesi ile ilgili bir çalışma 1999 yılında gerçekleştirilmiştir(77). Başka bir çalışmada ortam havasında BTEX analizi Tenax tüpler ile yapılmıştır(78).

Bu çalışmanın amacı uçucu bileşiklerle çalışılan bazı iş yerlerinin atmosferinde en yoğun rastlanan uçucu organik maddelerin neler olduğunun belirlenmesini Termal Desorber-Gaz Kromatografi-Kütle Spektrometresi (TD-GC/MS) ile tayin etmektir.

Literatür verilerine göre işyeri havası kirleticilerinden olan uçucu organik maddelerin termal desorber ekipmanlı GC cihazı ile analizlerinin yaygın olduğu bilinmektedir. Bu tez için kullanılan sistemin GC cihazına bağlı kütle spektrometresi olması şimdiye kadar GC'nin diğer dedektörleri kullanılarak yapılan analizlere kıyasla daha fazla avantaj ve doğruluk kazandırmaktadır. Risk değerlendirmesi açısından BTEX bileşikleri hem kanserojen (benzen) hem de kanserojen olmayan bileşikler (toluen, etilbenzen, mpo-ksilenler) içerdiğinden dolayı çok daha iyi bir değerlendirmenin yapılacağı düşünülmüştür

2. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışma İstanbul'da seçilen on işyerinde yapılmıştır. Üç işyeri kimyacılar için ayrılmış sanayi sitelerinde, dört işyeri her iş grubunun bulunduğu sanayi sitelerinde diğer üç işyeri ise yerleşim bölgesi içinde bulunan işyerleridir. Çalışmanın yapıldığı işyerleri farklı konularda üretim yapmalarına rağmen tamamı, içerisinde uçucu organik bileşik bulunan vernik, boya tiner gibi malzemeler ile çalışmaktadırlar.

Uçucu organik bileşiklerin örneklenmesinde literatür ışığında belirlediğimiz metodla çalışılmıştır. Pompa (Airlite-SKC) kullanılarak işyeri hava örneği, şartlandırılması yapılmış Tenax TA tüplerine toplanmıştır. İşyeri hava atmosferinde bulunan işyeri kirleticilerinden uçucu organik bileşenlerin neler olduğunu saptamak istendiğinden akışölçer kullanılmamıştır. Tenax TA tüpleri, örnek alma yerlerine ışık almayan +4 °C de taşıma soğutucu ile getirilmiş ve burada oda sıcaklığında bekletilmiştir. Örnek alma işlemi tamamlandıktan sonra vakit kaybetmeden vakum pompasından sökülerek uçları kapatılmış ve yeniden taşıma soğutucu içersine yerleştirilmiştir. Sorbent tüpleri Taşıyıcı soğutucu ile laboratuvar ortamına taşınmış ve analiz yapılana kadar buzdolabında saklanmıştır. Uçucu organik bileşiklerin analizi termal desorber ünitesini (UNITY Markes) takiben bir gaz kromatografi (GC) (Agilent Teknolojies HP 6890N) ve bir kütle spektrometri (MS) dedektörü (Agilent 5875 B) ile yapılmıştır.

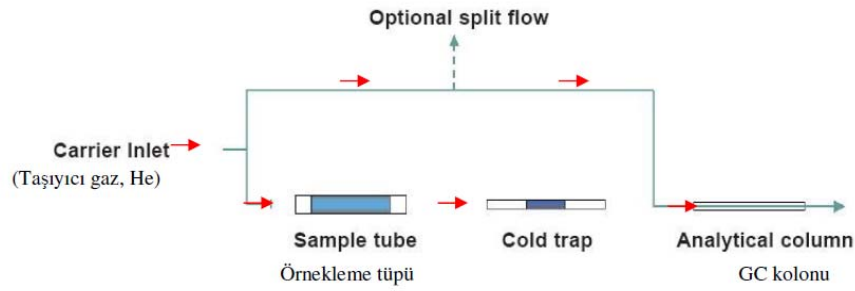
2.1. ADSORBAN TÜPLERİNİN ŞARTLANDIRILMASI

Ambalajından yeni çıkmış tüpler, ortamda örnekleme yapılmadan önce mutlaka şartlandırılması gerekir. Farklı tüplerin üretici firma tarafından belirtilmiş şartlandırma programlarından bu çalışmada Tenax TA tüpleri için öngörülen şartlandırma programı olarak, purge süresi 1.0 dakika olmak üzere, önce 2 saat boyunca 320°C'de daha sonra 30 dakika 335°C'de içinden en az 50 mL/dakika He gazı akış geçmesi sağlanarak gerçekleştirilmiştir.

Bu tüpler örnekleme yapıldıktan ve örnek analiz edildikten sonra yeniden şartlandırmaya bırakılmıştır. Bu yeniden şartlandırma için kullanılan metot 15-30 dakika arası 335°C'de yine en az içinden 50 mL/dakika He gazı akış geçmesi sağlanarak gerçekleştirilmiştir. Bu sayede temiz olarak yeni bir örnekleme yapılmak üzere hazır bulunması sağlanmıştır. Bir tüpün desorbsiyon ve şartlandırma dâhil 100 kez kullanılabilir olduğu bildirilmektedir.

Stand By konumunda TD cihazı akış şemasının detaylı gösterimi Şekil 2'de gösterilmektedir.

Ana bileşenleri: ısıtma valfi (PTFE), soğuk tuzak (kuartz), transfer hattı (kaplanmamış aktiflenmiş birbiriyle kaynaşık silika), bağlantı hortumları (nikel)ndan ibarettir.



Şekil 2: Termal desorpsiyon sisteminin şematik görünümü

Bu çalışma kapsamında GC/MS ve Termal Desorber cihazları için geliştirilen çalışma metodları literatür bilgileri ışığında geliştirilmiştir. Analiz düzeneği Unity Markes marka Termal Desorber ve Agilent Technologies HP 6890N model GC ve 5875B model Kütle Spektrometresinden oluşmaktadır. Termal Desorber üzerinde sıvı maddelerin direkt adsorban tüp içine aktarılması için bir kit bağlanmıştır. GC üzerinde takılı J&W Scientific marka (Kat No: 1221564) DB-WRX, 60 mt uzunluğunda, 0.250 mm çapında, film kalınlığı 1.40 mikron özellikli kolon kullanılmıştır. Kolonun çalışma sıcaklık aralığı -10 ila 260°C'dir.

Termal desorber cihazında gerçekleşen olaylar sırasıyla aşağıda verilmiştir:

1. Stand by modu
2. Kaçak testi (Leak test)
3. Purge modu (Cold trap kapalı)
4. Purge modu (Cold trap açık)
5. Birincil tüp desorpsiyon modu
6. Soğuk trapın aniden -10°C'den 300°C'ye çıkması ile tüm analiti transfer hattı aracılığı ile GC kolonuna ulaştırılması modu (Pre-trap fire purge modu)
7. İkincil desorpsiyon modu (GC'ye ulaşması modu)

Termal desorber için Taşıyıcı gaz olarak Helyum (He) ve cold trap içinde -10°C'de su buharı oluşumunu engellemek için kuru hava olmak üzere iki farklı gaz kullanılmaktadır. GC cihazı içinse sadece He gazı kullanılmaktadır. Çalışma sırasında önce GC ve sonra Termal desorber açılarak sistem devreye alınır. Her iki biriminde komuta etmek için kullanılan yazılım programları farklıdır. GC için kullanılan yazılım programı Instrument #1 ve Instrument #1 Veri analizleyicisi olup bilgisayar masaüstünde bu ikonlar açılır. Termal Markes için kullanılan yazıcı programı Unity de bilgisayar masaüstündeki ilgili ikon tıklanarak açılır. Açılırken cihazın ön panel üzerindeki renklerin erguvandan yeşile dönmesi beklenir. Her iki sistem de birbirleri ile bağlantı yaptıktan sonra sistemlerin çalışma koşulları girilir ve analiz yapmak için hazır hale getirilir.

2.2.GC VE TERMAL DESORBER İLE METOT GELİŞTİRİLMESİ

GC için cihaz üzerindeki parametreler Tablo X’de sunulmaktadır.

Tablo X: GC-MS için geliştirilen fırın ve dedektör programına ait metot detayları

GC Fırın Sıcaklık Programı	
Başlangıç sıcaklığı: 40°C	Başlangıç bekleme süresi: 3.00 dakika
15°C/dk ile 200°C	Bekleme süresi: 15.0 dakika
Toplam analiz süresi: 28.67 dakika	
Dedektör Parametreleri	
Quadrapol sıcaklığı	150°C
MS Kaynağı sıcaklığı	230°C
Taranan en düşük kütle	50
En büyük kütle	550

Termal desorber üzerindeki parametreler Tablo XI’de sunulmaktadır.

Tablo XI: Termal desorber için geliştirilen çalışma programı

Unity Termal Desorber Programı “VOCTD_M”		
Birincil Desorb	1.0	dak.
Tüp Desorb	5	dak.
Tüp Desorb Sıcaklığı	250	°C
Trap Desorb (düşük)	-10	°C
Trap Desorb (yüksek)	300	°C
Trap Desorb Tutma süresi	3	dak.
Transfer hattı sıcaklığı	190	°C



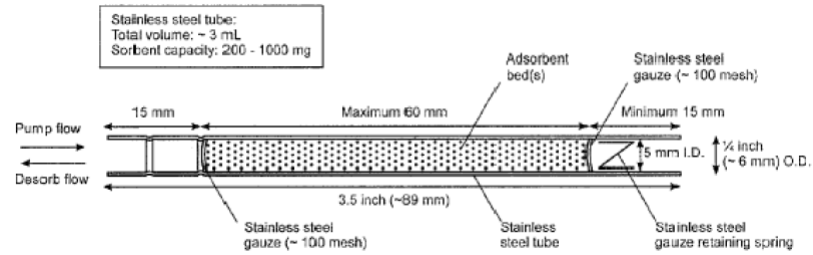
Şekil 3: Termal Desorber ve GC-MS sisteminin ve çalışmada kullanılan adsorban tüplerin görünümü

2.3. ÖRNEKLEME DÜZENİĞİ

Bu çalışmada kullanılan örnekleme yöntemi, sistem düzeneği ve analiz tekniği çeşitli literatür bilgileri ışığı altında yukarıda belirtildiği gibi gerçekleştirilmiştir. Sorbent tüplere aktif ve pasif örnekleme yapılması ve örneklerin Termal Desorber ekipmanlı GC/MS ile nasıl analiz edileceği açıklanmıştır. Şekil 4 ve Şekil 5 de örneklemede kullanılan sorbent tüplerin resimleri ve içyapısı görülmektedir. Bu tüplere sızdırmazlığı sağlamak amacıyla “PFTFE ferrul” uzun süreli saklama contaları tüplerin her iki tarafına da takılmıştır.



Şekil 4: Paslanmaz çelik sorbent tüplerin resimleri ve pirinç kaplama başlıkları.



Şekil 5: Sorbent tüplerin genel olarak yapısı ve yatak malzemesi.

Bu çalışmada yapılan örneklemelerde kullanılan Tenax TA sorbent malzemeli tek yataklı tüplere ait özellikler aşağıda verilmiştir:

Tenax TA:

Sorbentin gücü:	Zayıf
Sorbentin maksimum sıcaklığı:	350°C
Önerilen şartlandırma sıcaklığı:	325°C
Önerilen desorbsiyon sıcaklığı:	300°C'ye kadar
Analiz edebildiği bileşikler:	Benzenden daha az uçucu olan moleküller, yani toluenden C30'a kadar.

Not: Hidrofobik, düşük artefaklar (<1ng), inert.

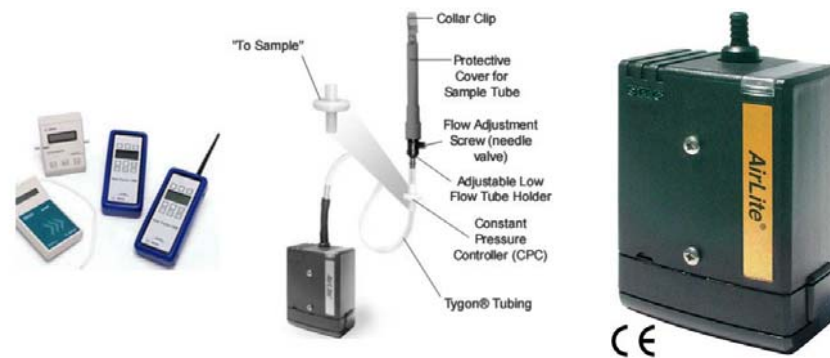
Temizlenen tüpler derhal pirinçten yapılmış yüzüklü PTFE kapatma contası ve kapağı ile iyice sıkılarak; kuru, ışık görmeyen ve ortam sıcaklığı max. 4°C olan saklama koşulları sağlandıktan sonra örnekleme alanında kullanılmıştır. Ölçüm zamanına kadar rejenere edilmiş temiz tüplerin kapakları hiçbir şekilde açılmamıştır.

Bu şekilde AirLite marka pompa sayesinde istenilen hacim istenilen sürede alınabilmektedir. Numune alma işlemi için kullanılacak olan sorbent tüplerin en geç 30 gün önceden rejenerasyonu veya temizlenmesi yapılmış olmalıdır. Numune alındıktan sonra sorbent tüpler, temiz ve 4°C'den daha düşük sıcaklıklarda saklanmalıdır. Sorbent tüplere uygun olarak alınan ve uzun süreli saklama imkânı sunan kapatma aparatlı kapaklar ile alınan numuneler 90 güne kadar belirtilen ortamlarda saklanabilmektedir. Havalandırmalarının mevcut fakat yetersiz olduğu 150-500 m² aralığında kapalı çalışma alanlarına sahip 10 farklı işyerinde yapılan aktif örneklemeleere ait analiz sonuçları Tablo XIV de gösterildiği gibidir.

Yapılan ön çalışmalar sonucunda pompa kullanılarak yapılan 8 saatlik örneklemenin birincil desorpsiyon sonuçları oldukça yoğun olduğu analiz kromatogramlarından anlaşılabilir. Tüpler daha iyi bir ayırımı elde edilmesi için ikincil desorpsiyona tabi tutulmuştur. Tüm 10 işyerine ait örneklerde (A1-A10) birincil desorpsiyon sonucu ve ikincil desorpsiyon sonucu elde edilen kromatogramlar Grafik 4/Grafik 25 arasında gösterilmektedir. Diğer taraftan örneklemenin optimizasyonunu sağlamak için yoğun olduğu ön çalışmalar sonucunda görülen A-3 örnekleme noktasında ayrı ayrı 1, 3 ve 6 saat boyunca pasif örnekleme (pompasız) yapılmış ve analiz edilmiştir. Bu analize ait kromatogramlar Grafik 26/Grafik 28 arasında verilmektedir.

Örneklemeleere ilişkin her bir örnek noktasında kullanılan tüpün numarası ve işyeri içinde belirlenen örnekleme noktaları Tablo XIII'de eşleştirilerek verilmektedir.

Alınan örnekler örnekleme süresi sonunda kapatma koşullarına uygun olarak PTFE contalı pirinç kapaklarla kapatıldıktan sonra buzlu taşıma kabına koyularak laboratuara getirilmiştir. Alınan numuneler analiz edilinceye kadar -20°C'de saklanmıştır. Aktif (pompalı) numune alma işleminin şematik görünüşü Şekil 6 da verilmiştir. Numune alma işlemini gösteren resimler Şekil 7 de verilmektedir.



Şekil 6: Aktif numune örnekleycisi (Pompa)

2.4. ÖRNEKLEME YAPILAN ENDÜSTRİLER VE FİZİKİ ŞARTLARI

Genellikle boya, vernik ve çeşitli yüzey işlem kaplama kimyasalları imalatı yapan firmalar, metal yüzeylerin boya vernik gibi kimyasallar ile kaplamasını yapan atölyeler ve imalatlarında kullandıkları malzemeler de oldukça fazla oranda uçucu organik bileşik barındıran elektrik ve elektronik sektöründe

çalışan firmalar bizim deney yaptığımız çalışma alanımızı oluşturmuştur. Bu çalışmaların yapıldığı ortamlar ortalama 15-20 çalışan barındırmaktadır.

“A-1” Kodlu işyeri Gaziosmanpaşa’da 10-12 çalışanı ile demir işi ile uğraşmaktadır. Hazırlamış oldukları iş parçalarını havalandırma olmayan takribi 150 m² atölyelerinde doğal havalandırma denilen metodu uygulayarak camları kapıları açarak sağladıkları hava sirkülasyonlu ortamda boyamaktadırlar. Dolayısıyla çalışanlar kullandıkları malzemelerde bulunan uçucu organik bileşikleri belki farkında olmadan solumaktadırlar. Kişisel korunma düzenli uygulanmamaktadır. Maske eldiven ve gözlük her zaman kullanılmamaktadır.

“A-2” Kodlu işyeri Kurtköyde 8-10 çalışanı ile elektrik sektöründe kullanılan izolasyon vernikleri kaplanmış bakır tel imalatı yapmaktadır. Yaklaşık 400 m² olan işyerlerinde çeşitli ebatlardaki telleri vernik kazanından geçirip 200-300 derece ısıdaki fırınlardan geçirerek kurutmakta ve sektöre sunmaktadırlar. Bu işyerinde havalandırma sistemi mevcuttur. Fakat kişisel korunma uygulanmamakta maske, eldiven ve gözlük kullanılmamaktadır. Doğal havalandırma yoluna da müracaat edilerek camlar açık tutulsa da ortama ilk girdiğinizde solvent kokusu ile karşılaşmaktasınız. Bu da havalandırmanın yetersiz olduğunu göstermektedir.

“A-3” Kodlu işyeri Tuzla kimyacılar sitesinde imalat yapmaktadır. Boya, vernik ve çeşitli sektörlerde kullanılan yapıştırıcı, tutkal, yüzey kaplama malzemeleri imalatı yapmaktadır. İlk önce bu yaptığı işi kimyacıların toplandığı bir sitede yapıyor olması çok iyi bir özelliktir. Bu bölgenin belediye tarafından daha iyi takip edildiği eksiklerin daha kolay giderilebileceği düşünülmektedir. İşyerimiz yaklaşık 500 m² bir alanda hizmet vermektedir. Ortalama 3-4 çalışanı vardır. Bunun dışında çalışanlar pazarlama ve mal sevkiyatında olduklarından günün çoğunu dışarıda geçirmektedirler. Bu işyerimizde havalandırma olsa da oldukça yetersiz durumdadır. Bu işyeri de gün içerisinde doğal havalandırmayı tercih etmektedir. Havalar soğuduğu zamanlar kış ortamlarında kapılar pencereler rahatlıkla açılmadığından işyeri havasının çalışanlar için bir risk oluşturduğu düşünülmektedir..

“A-4” Kodlu işyeri Yukarı Dudulu bölgesinde sanayi sitesinde çalışan elektrik ve elektronik sektörüne emaye kaplanmış bakır tel imalatı yapan bir firmadır. Bu işyerinde de çalışan sayısı oldukça fazla olmasına rağmen gün içerisinde büyük bir çoğunluğu dışarıda olmaktadır. İşyerinde gün içerisinde 10-15 kişi bulunmakta bunların 5-6 kişisi uçucu organik bileşiklerin olduğu ortamda çalışmaktadırlar. İşyerinde diğer yerlerde olmayan daha profesyonel bir havalandırma kullanılmaktadır. Fakat yinede işyeri ortamına girdiğinizde bir çözücü vernik kokusuyla karşılaşmaktasınız. Benim gözlemlediğim kadar ile bu ortamlarda dışarıdan temiz hava filtrelili bir sistemden geçirilerek içeriye gönderilmeli diğer bir havalandırma sistemi ile ortamdaki çekilmelidir. Her ne kadar vernik kazanları üzerinde havalandırma olsa da sıcak ortamlarda uçucu organik bileşikler iç ortama sızmaktadır. Hava sirkülasyonu yapılarak bu sızan VOC’ler ortamdaki uzaklaştırılmalıdır.

“A-5” Kodlu işyeri Hasköy de boya vernik imalatı yapan firmalara çeşitli kimyasal malzemeler ve çözücü pazarlayan bir firmadır Aynı zamanda bulunduğu yerde deri imalatçılarına yönelik lak imalatı ve

inceltici imalatı yapmaktadır. Havalandırma yetersiz durumda olup doğal havalandırmayı tercih etmektedirler. Dolayısıyla imalatın olduğu zamanlarda ortamda VOC daha çok hissedilmektedir. Kişisel koruyucu tedbirler alınmamaktadır.

“A-6” Kodlu işyeri Tuzla kimyacılar sitesinde 10-12 çalışanı ile faaliyet göstermektedir. Havalandırma sistemi kullanılmakta ve çalışanlar gün içerisinde işyeri ortamının özelliğine göre koruyucu tedbirler almakta eldiven maske ve gözlük kullanılmaktadır. Bu firma çok çeşitli sektörlerde kullanılan boya vernik gibi malzemeler imal etmekte ve İmalatının büyük bir kısmını ihracat yapmaktadır.

“A-7” Kodlu işyeri Gebze organize sanayi bölgesinde oldukça büyük bir alanda imalat yapmaktadır. Çeşitli sektörlerde kullanılan boya vernik ve yüzey kaplamaları imalat yapmaktadır. İmalatının büyük bir kısmını ihracat yapan firma Türkiye dışında diğer bazı ülkelerde de imalat yapmaktadır. Firma bu ürünlerin yanı sıra boya ve vernik imalatında kullanılan alkit reçine imalatı da yapmaktadır. Havalandırma sistemi bulunan firma aynı zamanda çalışanları tarafından gerekli olduğu zamanlarda koruyucu tedbirler almaktadırlar.

“A-8” Kodlu işyeri Kartal Yakacık semtinde 13 çalışanı olan elektrik sektörüne trafo imalatı yapan bir firmadır. Trafo imalatında en son aşama olarak izolasyon amaçlı vernik kullanılmaktadır. Hazırlanan trafolar vernik kazanına daldırılmakta ve yaklaşık 130 derece civarında ısı bulunan fırınlarda 2-3 saat kadar fırınlanarak verniğin sertleşmesi sağlanmaktadır. Fırınlama işlemi sırasında vernik içerisindeki çözücü daha kolay buharlaşmakta ve ortama katılabilmektedir. Havalandırma sistemi olan bir firma olmasına rağmen yinede ortamda çözücü kokusu çok rahatlıkla hissedilmektedir. Diğer firmaların genelinde olan sorun burada da gözlemleniyor havalandırma sistemi var fakat yetersiz. Ölçüm yapılarak bu takip edilse havalandırma sisteminin yeniden ayarlanması gerektiği anlaşılmaktadır. Firma çalışanları fırınlanma işlemi devam ettiği sürece kişisel koruyucular kullanmasına rağmen yinede çözücü buharlarını solumaktadırlar.

“A-9” Kodlu işyeri Küçükköy’de sanayi sitesinde faaliyet gösteren bir firmadır. 5 Çalışanı olan firma elektrik sektöründe kullanılan çeşitli malzemeler imalatı yapmaktadır. İmalatında kullandığı hammaddeler içerisinde uçucu organik bileşikler vardır. Havalandırma sistemi olan firma aynı zamanda içeriye temiz hava girişi sağlamış ve bu havayı içeride dolaştıktan sonra dışarı atan ikinci bir havalandırma yapmıştır. Her ne kadar havalandırma sistemleri olsa da gün içerisinde çözücü kokusu ve polyester stiren kokusu hissedilmektedir. Kişisel koruyucuların yetersiz kullanıldığı işyerinde doğal havalandırma metodu da kullanılmaktadır.

“A-10” Kodlu işyeri 20 çalışanı ile Mahmutbey Güneşli Semtinde faaliyet gösteren ve elektrik sektörüne yönelik imalatları olan bir firmadır. İmalatlarında çeşitli vernikler ve incelticiler kullanılmaktadır. Yaklaşık 2000 m² bir alanda faaliyet gösteren firma yaklaşık 30 m² bir oda şeklinde bir bölüm oluşturarak vernikleme işlemlerini burada yapmaktadır. Vernikleme yapılan bölümde ve ayrıca fabrikanın diğer alanlarında havalandırma sistemi kullanılmakta olup söz konusu kimyasallarla temas halinde olan çalışanlar koruyucu maske eldiven ve gözlük kullanılmaktadırlar.

Tablo XII Örnek alınan işyerlerine ait çeşitli bilgiler.

SIRA NO	KOD NO	ÇALIŞMA ALANI M2	HAVALANDIRMA	KİŞİSEL KORUNMA	ÇALIŞAN SAYISI	SEMT
1	A-1	150 m2	Var/Yetersiz	Uygulanıyor/Yetersiz	8	GAZİOSMANPAŞA
2	A-2	400 m2	Var/Yetersiz	Uygulanıyor/Yetersiz	7	KURTKÖY
3	A-3	500 m2	Var/Yetersiz	Uygulanıyor/Yetersiz	6	TUZLA
4	A-4	500 m2	Var/Yetersiz	Uygulanıyor	6	Y.DUDULLU
5	A-5	250 m2	Var/Yetersiz	Uygulanıyor/Yetersiz	4	HASKÖY
6	A-6	500 m2	Var	Uygulanıyor	7	TUZLA
7	A-7	400 m2	Var	Uygulanıyor	13	GEBZE
8	A-8	400 m2	Var/Yetersiz	Uygulanıyor/Yetersiz	12	YAKACIK
9	A-9	150 m2	Var/Yetersiz	Uygulanıyor/Yetersiz	4	KÜÇÜKKÖY
10	A-10	350 m2	Var	Uygulanıyor/Yetersiz	15	MAHMUTBEY

Tablo XIII: İşyerlerinden örnek alınan tüplerin numaraları, örnekleme süresi ve şekli

SIRA NO	KOD NO	TÜP NO	ÇALIŞMA ZAMANI	ÇALIŞMA ŞEKLİ
1	A-1	88241	8 SAAT	AKTİF
2	A-2	88214	8 SAAT	AKTİF
3	A-3	88215	8 SAAT	AKTİF
4	A-4	88213	8 SAAT	AKTİF
5	A-5	88245	8 SAAT	AKTİF
6	A-6	88246	8 SAAT	AKTİF
7	A-7	88247	8 SAAT	AKTİF
8	A-8	88248	8 SAAT	AKTİF
9	A-9	88249	8 SAAT	AKTİF
10	A-10	88250	8 SAAT	AKTİF
11	A-3	88216	6 SAAT	PASİF
12	A-3	88211	1 SAAT	PASİF
13	A-9	88217	8 SAAT	PASİF
14	A-10	88218	8 SAAT	PASİF
15	A-3	88242	3 SAAT	PASİF



Şekil 7 İşyeri ortamında pasif ve aktif örnekleme yapılırken çekilen bazı fotoğraflar

2.5. ÇALIŞMA SIRASINDA KARŞILAŞILAN BULAŞMA KAYNAKLARI VE ÖNLENMESİ

2.5.1. SOĞUK KAPAN (COLD TRAP) SOĞUTMA VE ISITMA

Unity, 30°C'lik bir ortam havasında tam 60 mm sorbent yatağını -10°C'ye soğutan 2-basamaklı peltier hücre içermektedir. Bu sıcaklıkta, uygun karbonlaştırılmış moleküler elekler ile ambalajlanmış bir soğuk kapan, 500 ml kadar gazdan etan kadar uçucu bileşiklerin miktar tayini için alıkonmasına müsaade etmektedir. Sıvı bir karyojene ihtiyaç yoktur.

Soğuk kapan fırını, kapan desorbsiyonunun kritik basamakları için saniyede 60°C'lik artış oranlarına ulaşarak balistik olarak ısıtır. Uyuşmayan kapiler kromatografi, kolon üzerine odaklanmayan ve 2mL/dk gibi düşük desorbsiyon akışları ile üretilir. Bu yüksek rezolüsyon kapiler GC ile split olmayan operasyonu kolaylaştırır.

2.5.2. ADSORBANIN KONTAMİNASYONU – KROMATOGRAMDA ARTEFAKLARIN VARLIĞI

Artefaktlar genellikle başarılı şekilde şartlanmamış tüplerden veya soğuk kapandan veya taşıyıcı gazdan veya taşıyıcı gazı sağlayan ekipmanlardan kaynaklanabilir.

2.5.2.1. Taşıyıcı gaz sağlayıcıdan kaynaklı bulaşma

Termal desorber'da en sık görülen bulaşma türü taşıyıcı gazdan kaynaklanan çeşitli artefaktların varlığıdır. Bulaşma gazın kendisinden, silindirik başlıklı regülatörlerden, gaz hattından veya taşıyıcı gaz filtrelerinden kaynaklanabilir. Bulaşmanın taşıyıcı gaz sağlayıcıdan kaynaklanıp kaynaklanmadığını anlamak için, aşağıdaki prosedür takip edilmelidir;

- Bir temiz boş tüp 2 dakika desorb edilir ve oluşan kromatogram görüntülenir.
- İlk desorbsiyon süresi 5 dakika daha uzatılarak kromatogram yeniden görüntülenir.
- Desorbsiyon süresi arttırılarak, kontaminasyon seviyelerindeki artışın, soğuk kapanın gaz akışına maruziyet süresinin artması ile olup olmadığı kontrol edilir.

Eğer gaz maruziyetinin süresinin artışı ile kontaminasyon seviyesi artıyor ise, taşıyıcı gaz sağlayıcı kirli demektir ve sistemin tüm bileşenleri kontrol edilmelidir. İdeal olarak, her termal desorber ünitesi için kendisine ait diğerlerinden kesinlikle bağımsız gaz sağlayıcı kullanılması gerekir.

Gaz sağlayıcılar aşağıdaki gereklilikleri sağlamalıdır.

- Minimum 5.0 derece (%99.999 saflıkta) helyum gazı kullanılmalıdır.
- Silindirik başlı regülatör, paslanmaz çelik diaframa sahip olmalıdır.
- Silindirler GC'ye mümkün oldukça kısa ve buzdolabında kullanılan kadar saflıkta bakır borulara sahip ve hiçbir pirinç bağlantısı olmamalıdır. Hortum bağlantıları için sadece pirinç veya paslanmaz çelik, gres yağı kullanılmayan “swagelok” tipli birimler kullanılmalıdır.

- Oksijen ve organikler için filtreler/kapanlar Unity'nin yanındaki taşıyıcı gaz sağlayıcı hattına takılmış olmalıdır.

2.5.2.2. Numune tüplerinden veya soğuk kapandan kaynaklanan bulaşma

Bulaşma yukarıda tarif edildiği gibi taşıyıcı gazdan kaynaklanmıyorsa, numune tüpleri ve/veya soğuk kapandan kaynaklanıyor olabilir. Bu da ikinci sıklıkla rastlanan bir türdür. Aşağıdaki prosedür takip edilerek sorun tespit edilmeye çalışılır:

- Numune tüpleri, ambalajında yazılı olan maksimum sıcaklığının altında ama bu sıcaklığa yakın bir sıcaklıkta 2 saat boyunca şartlandırılır. Unity, şartlandırma sırasında tüpteki bulaşıklığı soğuk kapana veya diğer kritik akış yolu bileşenlerine değil de atığa yönlendirmeyi sağlayan böyle bir tüp şartlandırma modu sunmaktadır.

Desorb ve inlet split akışları toplamı olarak)T üp şartlanırken akışın en az 100 mL/dk olmasına dikkat edilmelidir. (. Bir tüpün kullanım süresi en az 100 (porlu polimer sorbentler için), 200 (karbon tabanlı sorbentler için) kezdir. Bu noktaya gelene kadar defalarca tam bir şartlanma yapılarak temize yakın bir şekilde olması sağlanabilir. Tüpler şartlandıktan sonra gres yağı sürülmemiş metal vidalar ile kapatılır ve vidaların içine de PTFE'den yapılmış ferüller kullanılır. İçinde Ağzı kapalı temiz cam kavanozda veya kaplanmamış teneke kabı gibi kaplarda saklanabilir. Tüpleri buzdolabına koymaya veya dondurmaya gerek yoktur. Azot altında saklanmasına gerek yoktur. Fakat tüpler, buhar fazındaki organik kirlilikleri absorblaması için 1–2 gr kömür içeren kaplar içine yerleştirilmesi tavsiye edilir.

Tarif edildiği gibi tüpler şartlandırdıktan sonra, soğuk kapan da aşağıdaki gibi temizlenir:

Soğuk kapanı şartlamak için, kapanın maksimum sıcaklığının altındaki bir sıcaklıkta kapan desorbe edilir. Kapan desorb edilirken, dış split vent içinden mümkün olan (en az 50mL/dk) en yüksek taşıyıcı gaz akışı geçmesi sağlanır ve cihazın transfer hattı mümkün olan en yüksek sıcaklıkta (195-200°C'de) tutulur. Kapan 10 dk ısıtılır ve GC kolonu için tavsiye edilen en yüksek sıcaklığın altında bu sıcaklığa yakın bir noktada en az 30 dakika tutma süresi olan bir sıcaklık çalışma programı ile çalıştırılır. Eğer kolonda çok yüksek kaynama noktasına sahip bulaşıklıklar var ise kapan desorbsiyonundan sonra prosedür tekrar edilmelidir.

Tüpler ve soğuk kapan şartlandıktan sonra, cihaz üzerindeki tüm parametreler sıfırlanır ve uygun bir TD-GC/MS sistemi ile gerekli analitik parametreler kullanılarak bir şartlanmış tüp analiz edilir.

Örneğin Toluen eşdeğerliği bakımından bakıldığında, her bir artefakt karbon bazlı sorbentler veya Tenax TATM için 1 ng veya daha az olmalıdır ve diğer porlu polimer sorbentler için 10 ng altında olmalıdır.

2.5.2.3. Bulaşmaya sebep olan diğer potansiyel kaynaklar

Numune tüpünün hemen aşağı akış yönündeki numune akış yolundaki PTFE parça, zamanla bulaşık hale gelmiş olabilir. Görsel bir inceleme, temiz olup olmadığını belirlemek için yeterli olacaktır.

Split akış venti üzerindeki kömür filtre bazı durumlarda bulaşmanın kaynağı olabilir. Bu durumda yeni iyi durumda bir kömür ile değiştirilir ya da en az bir saat 100mL/dk saf azot veya helyum akışı ile GC fırınında 400°C bir sıcaklık kullanarak filtre tam olarak şartlandırılır.

Soğuk kapan ve numune tüplerinde standart olarak, silanlanmamış cam pamuk kullanılmalı ve kullanmadan önce mutlaka yüksek sıcaklıklarda şartlandırılmalıdır. Silanlanmış cam pamuk da kullanılabilir fakat bu sadece labile bileşiklerin analizi için kullanılabilir, sistem şartlandırılırken bile 250°C'nin üstünde asla kullanılmamalıdır. Eğer silanlanmış cam pamuk kasıtsız olarak 250°C'nin üstünde bir sıcaklıkta desorbe edilmişse sistem, numune akış yolunun temizlemesi için, en az 48 saat boyunca split vent açık olarak yüksek sıcaklıkta bir kör tüp kullanarak devir ettirmeye ihtiyaç duyar.

2.5.2.4. Örneklemeye sonrasında adsorban tüplerin birincil ve ikincil desorpsiyonu ve örnek alma optimizasyonu

Termal desorpsiyon sistemi, pek çok çözücü ekstraksiyon yöntemlerine göre oldukça belirgin avantajlara sahiptir. Bunlar;

- Hassasiyetindeki artış,
 - 10^3 ila 10^4 kat daha fazla belirleme limitlerine sahiptir.
 - %30 ila %85 geri kazanıma sahip diğer çözücü ekstraksiyon yöntemlerine kıyasla %95'lere varan bir geri kazanıma sahiptir.
- Maliyetinin az olması,
 - Ön numune hazırlama basamağı yoktur. Bu da her analiz için zamanı ve masrafı azaltır.
- Çözücü gereksinimi olmaması
 - Çözücüden kaynaklı istenmeyen bir pik olmadığı için kromatogram maskelenmemektedir.
 - Çözücüden kaynaklı kontaminasyon ile karşılaşılmamaktadır.
 - En sık kullanılan ve oldukça toksik olan CS₂ kullanımını en büyük avantajıdır.
 - Çözücü uzaklaştırmak için gerekli her hangi bir havalandırmaya ihtiyacı yoktur ve çözücü atığına yol açmaz.

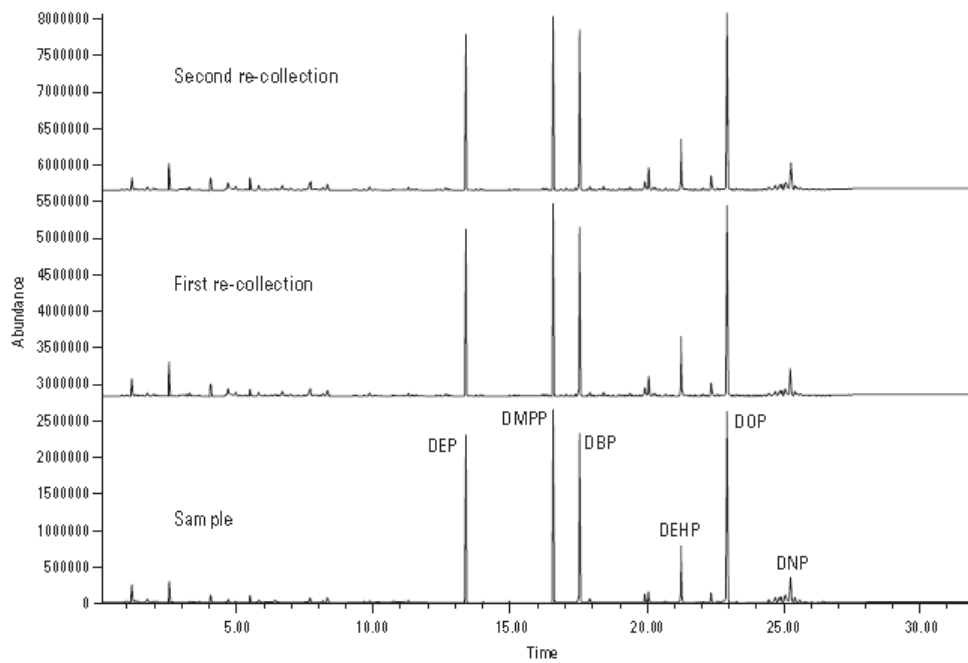
Bütün bu avantajlarına rağmen ısıtılan ve taşıyıcı gazın akışı ile sorbent tüpten ekstre edilen numune sadece bir defa analiz edilebilir. Tekrar analiz edilmesi gerektiğinde veya yanlış giden bir şeyler olduğunda ya da analizi optimize etmek için geriye numune kalmayacak dolayısıyla analizi tekrarlamak için ikinci bir şans olamamaktadır. Bunun tersine charcoal tüplerdeki CS₂ ekstreleri pek çok kez enjekte edilebilir. Bazı durumlarda Termal Desorberin bu dezavantajı, tüm avantajlarının yanında oldukça önemli bir durumdur.

Diğer taraftan çalışmamızda da karşılaşıldığı gibi yoğun VOC ortamında örneklemeye yapıldığında, birincil kromatogram verilerinin değerlendirilemeyecek kadar karmaşık olduğu görülmüştür. Bu durumda aynı sorbentin aynı koşullar altında tekrar analize tabi tutulması ile kromatogramın ayırıcılığının arttığı görülmüştür. Bu sayede elde edilen pikler, gerek kütle spektrumları ile gerekse alıkonma zamanları ile

değerlendirilerek anlamlı veriler elde edilmiştir. Bu da dezavantaj gibi görünen durumun avantajlı hale gelmesine yol açmıştır.

Bu durum kantitatif çalışmalar için boş bir tüpün analiz edilmesi ve daha sonra yoğun numunelerin aynı şartlar altında analiz edilerek sorbent tüpün geri kazanımının hesaplanması zorunluluğunu da beraberinde getirmektedir. Tekrar analizleri yapılarak sorbent tüpten belirlenmiş koşullar altında ne kadar maddenin sorbenti terk ettiği yani desorbe ettiği de belirlenerek optimizasyon işlemleri yapılması gerekmektedir.

Aşağıda çalışmamızda kullandığımız gibi Markes Termal desorber ile yapılmış aynı Tenax TA tüpün üç kez arka arkaya analiz kromatogramları gösterilmektedir. Görüldüğü gibi tekrar analizleri ile pik yüksekliklerinde belirli bir oranda azalma gözlenmiştir. Bu orantılı azalma tüpten ilgili maddelerin desorpsiyon verimliliğini hesaplamada önemli bir parametredir.



Grafik 2: Aynı tüpün tekrar analizleri ile elde edilen kromatogramları (111)

3. BULGULAR

Tablo-XII de bilgileri verilen işyerlerinin Ortam havasından aktif(vakum pompası çalışır durumda)olarak sekiz saat örnekleme yapılmış ve İstanbul Üniversitesi Adli Tıp Enstitüsü laboratuvarında TD/GC-MS cihazında analiz edilmiştir. Tüm işyerlerinde en yoğun olarak tespit edilen uçucu madde Toluen dir. Bir işyeri hariç tolueni yoğunluk bakımından stiren, p- ksilen,benzaldehit,benzoik asit,etil ftalat takip etmektedir.Analiz sonuçlarına göre örnekleme yapılan işyerlerindeki uçucu madde varlığını gösteren bilgi Tablo-XIV de verilmiştir.Aktif olarak 8 saat alınan örnekleme İşyeri havasındaki VOC yoğunluğundan dolayı kromatogramlar çok karmaşık çıkmış pikler üst üste gelmişlerdir..Aynı Tenax tüpleri ikinci bir desorpsiyona tabii tutulduğunda kromatogramlar daha anlaşılır bir ayırıcılığa gelmiştir.

Aktif olarak örneklemeden sonra vakum pompası çalıştırılmadan pasif olarak 1,3,6 ve 8 saat olarak farklı sürelerde örnekleme yapılmış ve Tenax tüpleri analiz edilmiştir. İşyerlerinde yapılan ortam havasından örnekleme işlemi ile ilgili özellikler Tablo-XIII de verilmiştir. Bu sınırlı süreler içinde örnekleme günün aynı saatinden başlanarak yapılmıştır.Böylece örnek alma optimizasyonu için veriler elde edilmeye çalışılmıştır.Bu verilerde 1 saatlik örneklemenin kromatogramda daha iyi ayırıcılığa sahip pikler elde edilmesini sağladığı görülmüştür.3 saatlik verilerde beklenildiği gibi 1 saatlik örnekleme süresine göre daha yoğun ve üst üste binmiş pikler oluşmuştur.5 saatlik örneklemenin de çok fazla yoğun olduğu gözlemlenmiştir. Toplam 10 işyerinden alınan ortam havasına ait örneklerin aktif ve pasif örnekleme tekniği kullanılarak analiz edilmesinden elde edilen uçucu organik bileşenlerin kromatogramları Grafik-4/Grafik-25 lerde ve Diğer taraftan yoğun olduğu ön çalışmalar sonucunda görülen A-3 örnekleme noktasında ayrı ayrı 1, 3 ve 6 saat boyunca pasif örnekleme ait kromatogramlar Grafik 26/Grafik 28 arasında verilmektedir.

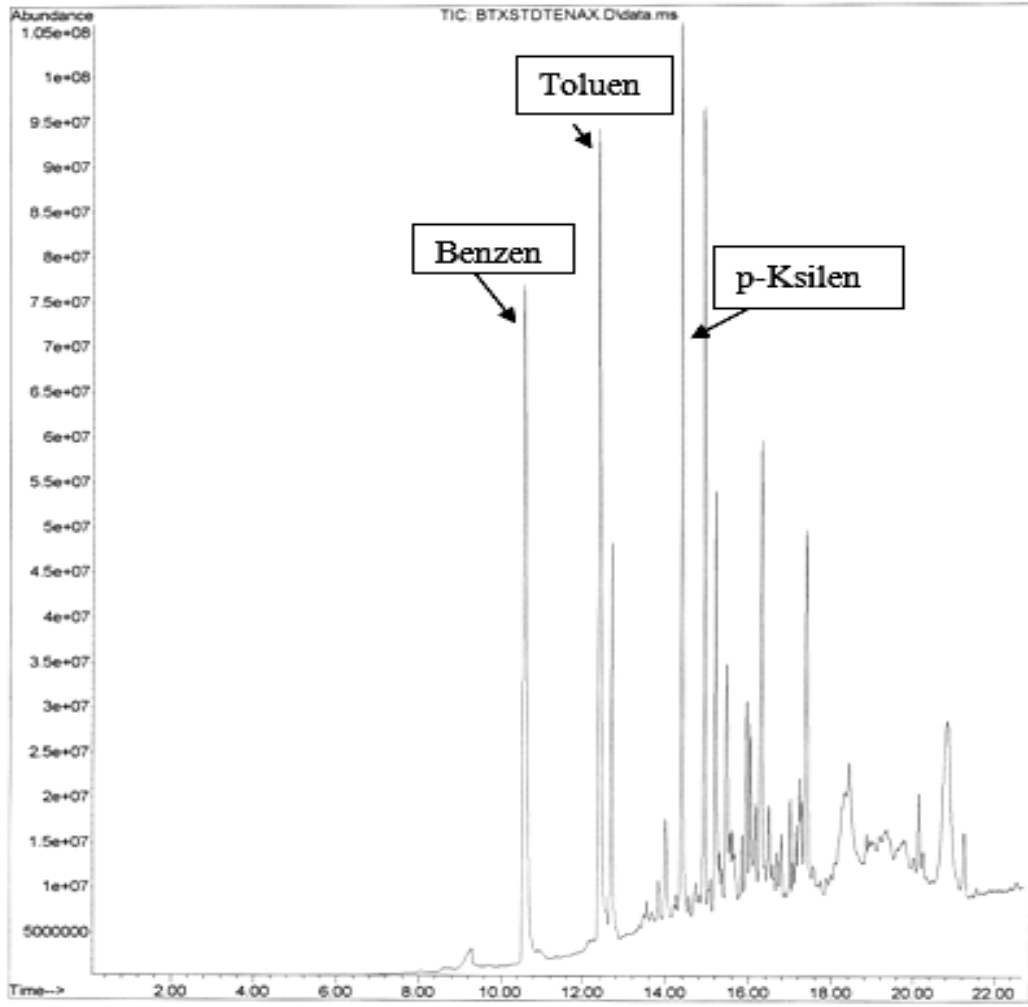
Ayrıca analiz sonucu işyerlerinde en çok görülen toluen, mop-ksilen, etilbenzen, stiren, fenol, benzaldehit, 1, 2, 4 trimetilbenzen ve etil ftalatın varlığını karşılaştırmak için alıkonma zamanları Tablo-XV de ve bu kimyasalların kütle spektrumları Grafik29/Grafik38 arası şekillerde verilmiştir.

Tablo XIV: Örneklenen noktalarda elde edilen kromatogram verilerinden elde edilen bileşikler

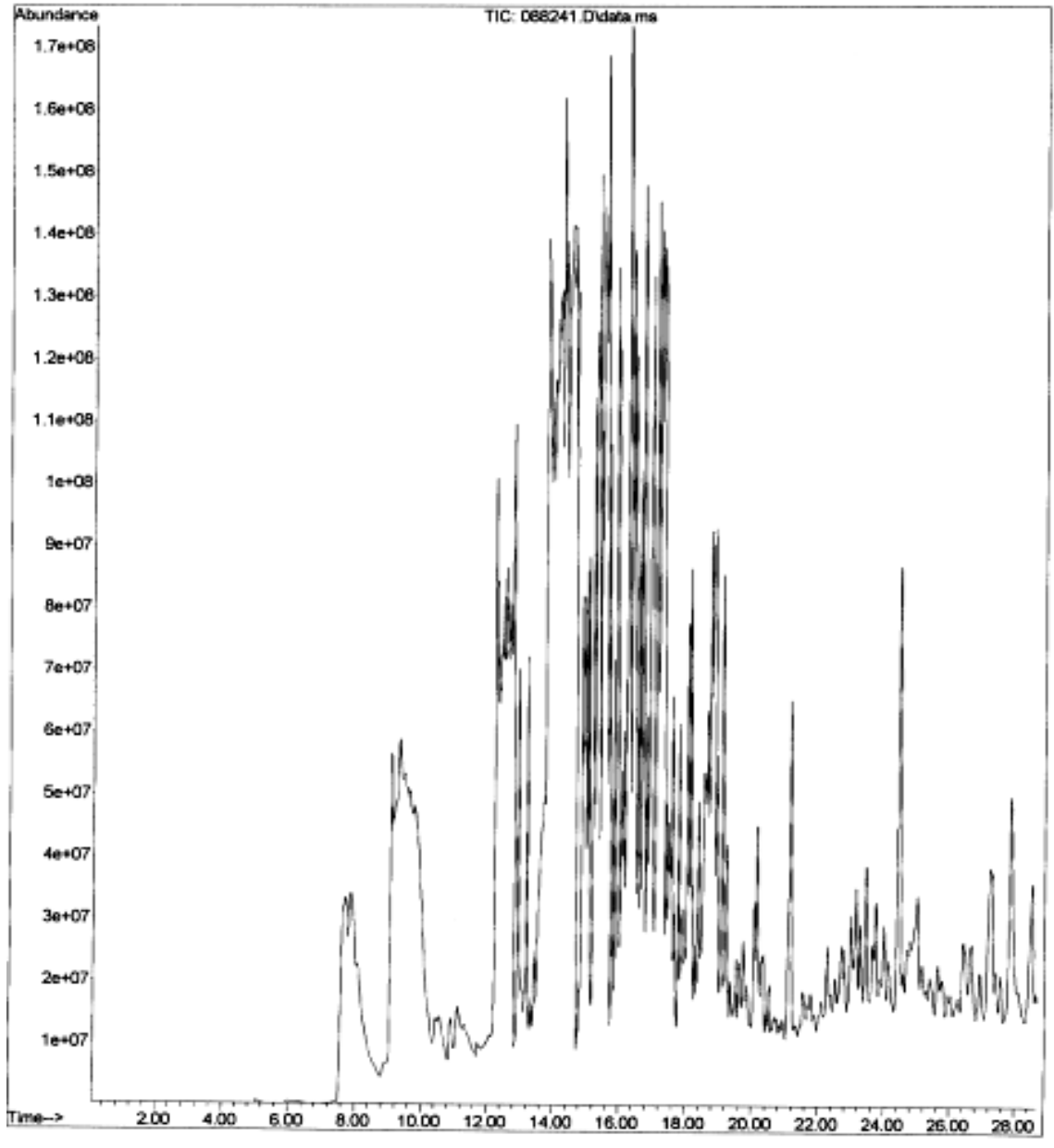
Belirlenen maddeler	Örnekleme yapılan noktalar									
	213	245	246	215	247	241	248	249	214	250
Toluen	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
p-Ksilen	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
o-ksilen			+			+	+	+		+
m-ksilen	+		+						+	
Etilbenzen	+		+			+	+		+	+
Stiren	+	+	+		+	+	+	+	+	+
Fenol	+	+						+		+
Benzaldehit		+	+	+	+	+	+	+		+
Benzoik asit	+		+	+	+	+	+	+	+	
1,2,4-trimetilbenzen	+	+					+	+		+
Etilfitalat			+	+	+	+	+	+		
m-etiltoluen	+	+								
Asetofenon		+				+		+	+	
n-hekzadekan	+	+		+		+		+		+
n-heptadekan			+			+			+	

Tablo XV: GCMS yöntemi ile kalitatif analizler sonucunda belirlenen bileşiklere ait alıkonma zamanları

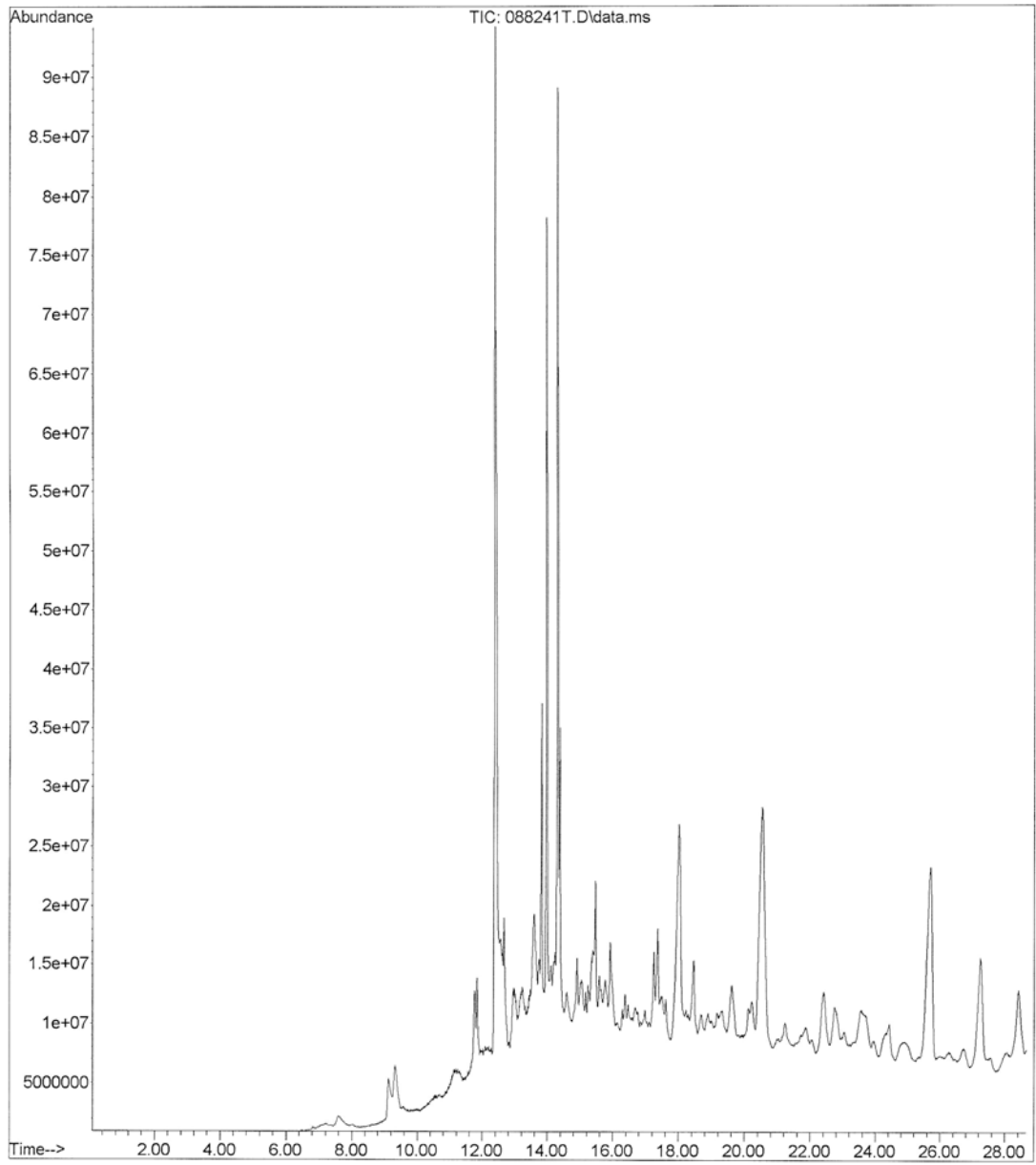
Bileşiğin adı	Alıkonma zamanları	MS iyonları (m/z)
Toluen	12.37	91, 92, 65, 39
p-Ksilen	14.36	91, 106, 105, 77, 65,
o-Ksilen	13.96	91, 106, 105, 77, 51, 65, 44
m-Ksilen	13.95	91, 106, 105, 77, 65, 41, 43
Etilbenzen	13.80	91, 106, 77, 65, 51, 39, 63, 78, 79
Stiren	14.30	104, 103, 78, 51, 77, 50, 63
Fenol	15.17	94, 66, 65, 39, 40, 55, 50
Benzaldehit	15.46	51, 77, 50, 105, 106, 52
1,2,4-trimetilbenzen	15.45	105, 120, 77, 91, 39, 51
Etilfitalat	20.37	163, 149, 164, 77, 176, 208



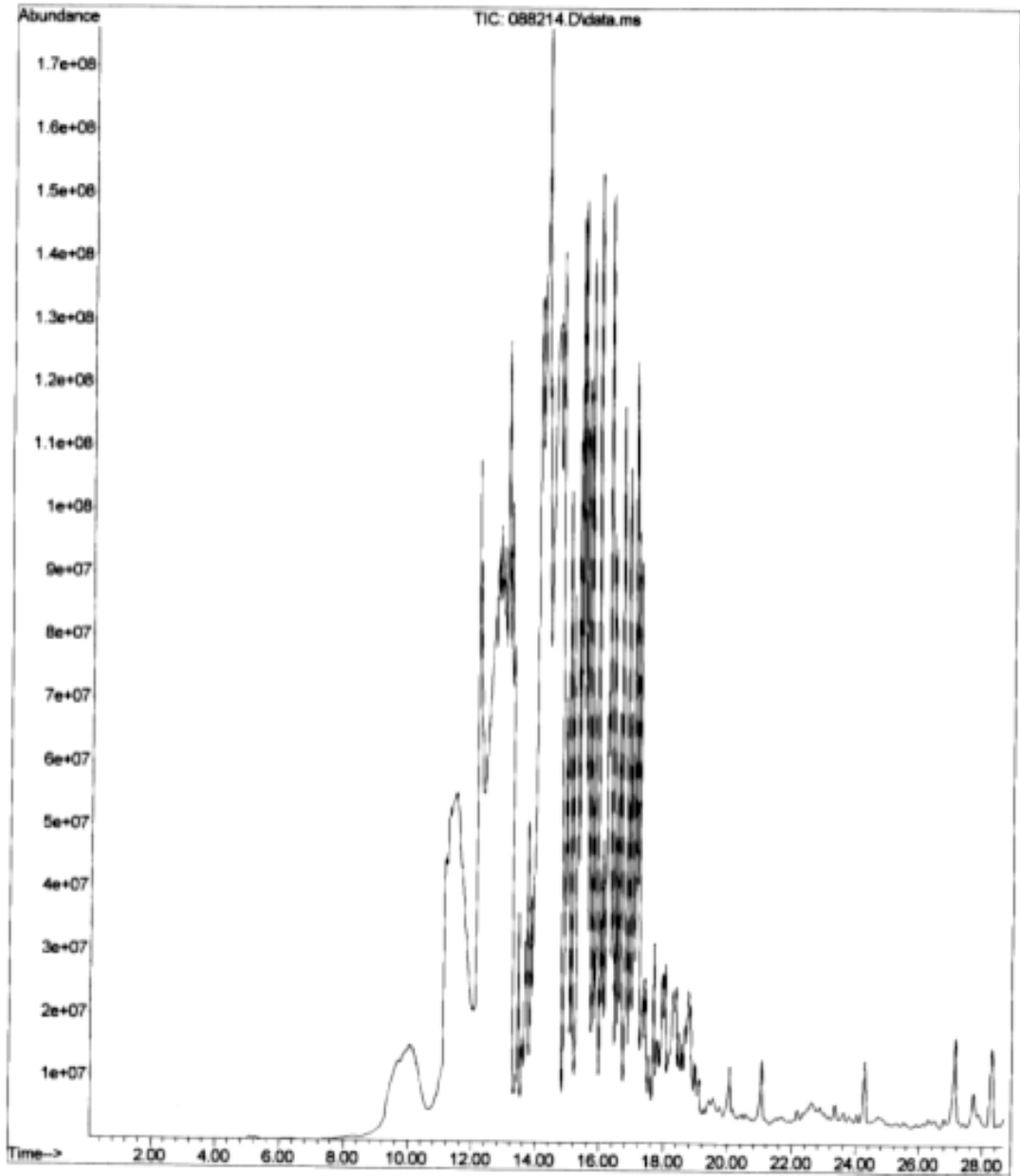
Grafik 3: 1 ppm BTEX karışımı ile hazırlanmış standart Tenax tüpüne ait kromatogram.



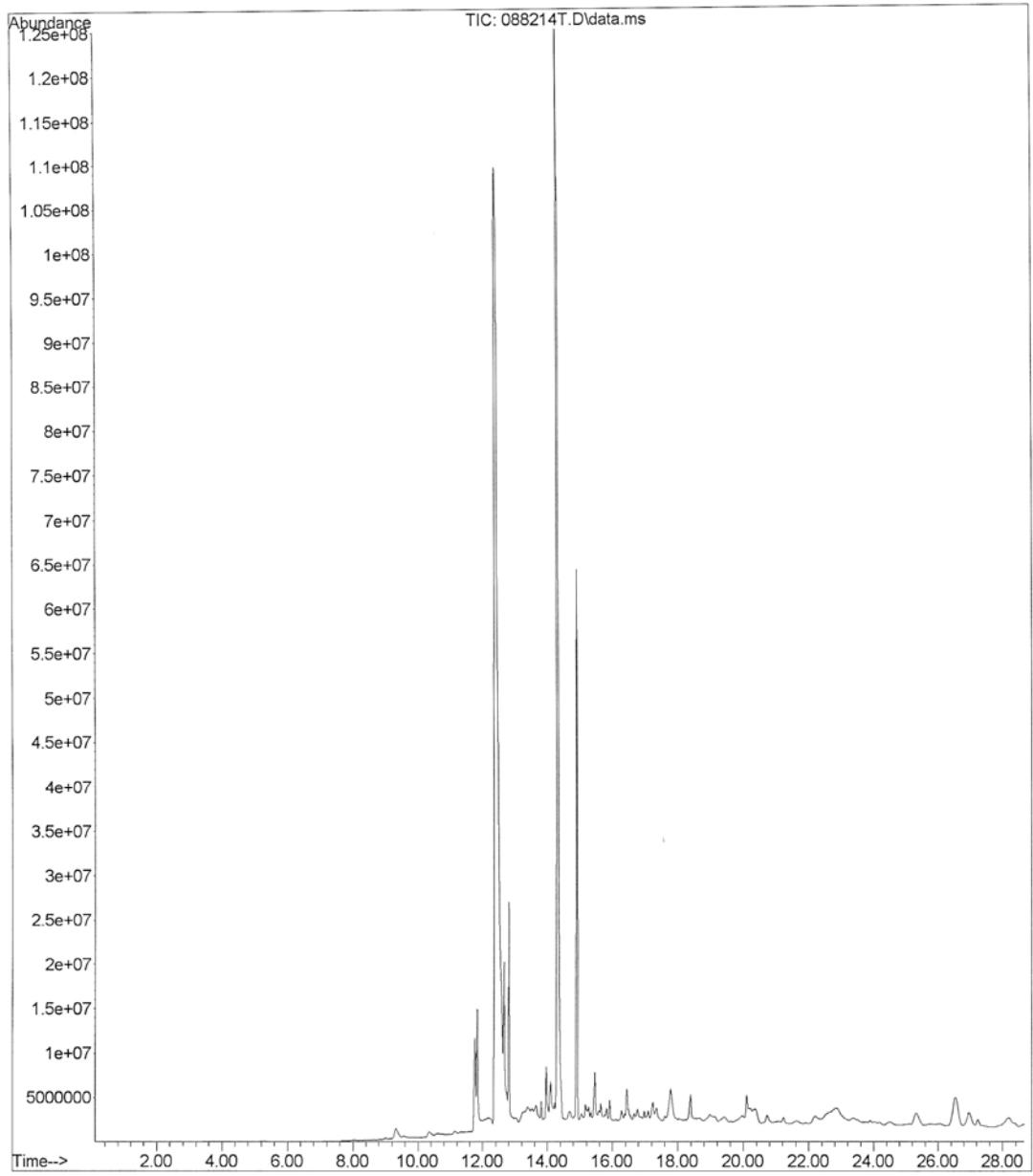
Grafik 4: A-1 kodlu işyerinden 8 saat aktif örneklenen Tenax tüpünün birinci desorpsiyonuna ait kromatogram



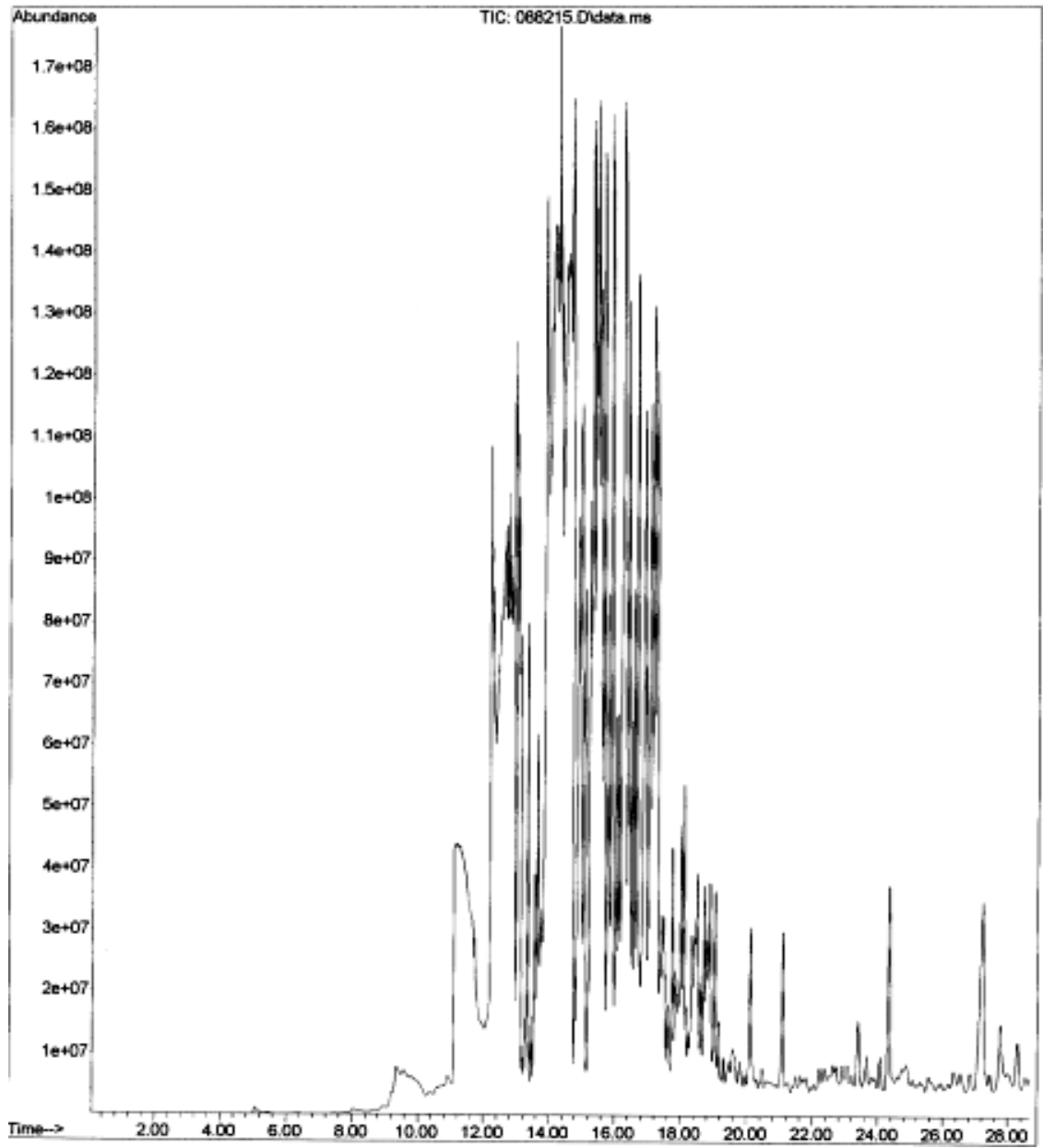
Grafik 5: A-1 kodlu işyerinden 8 saat aktif örneklenen Tenax tüpünün ikinci desorpsiyonuna ait kromatogram



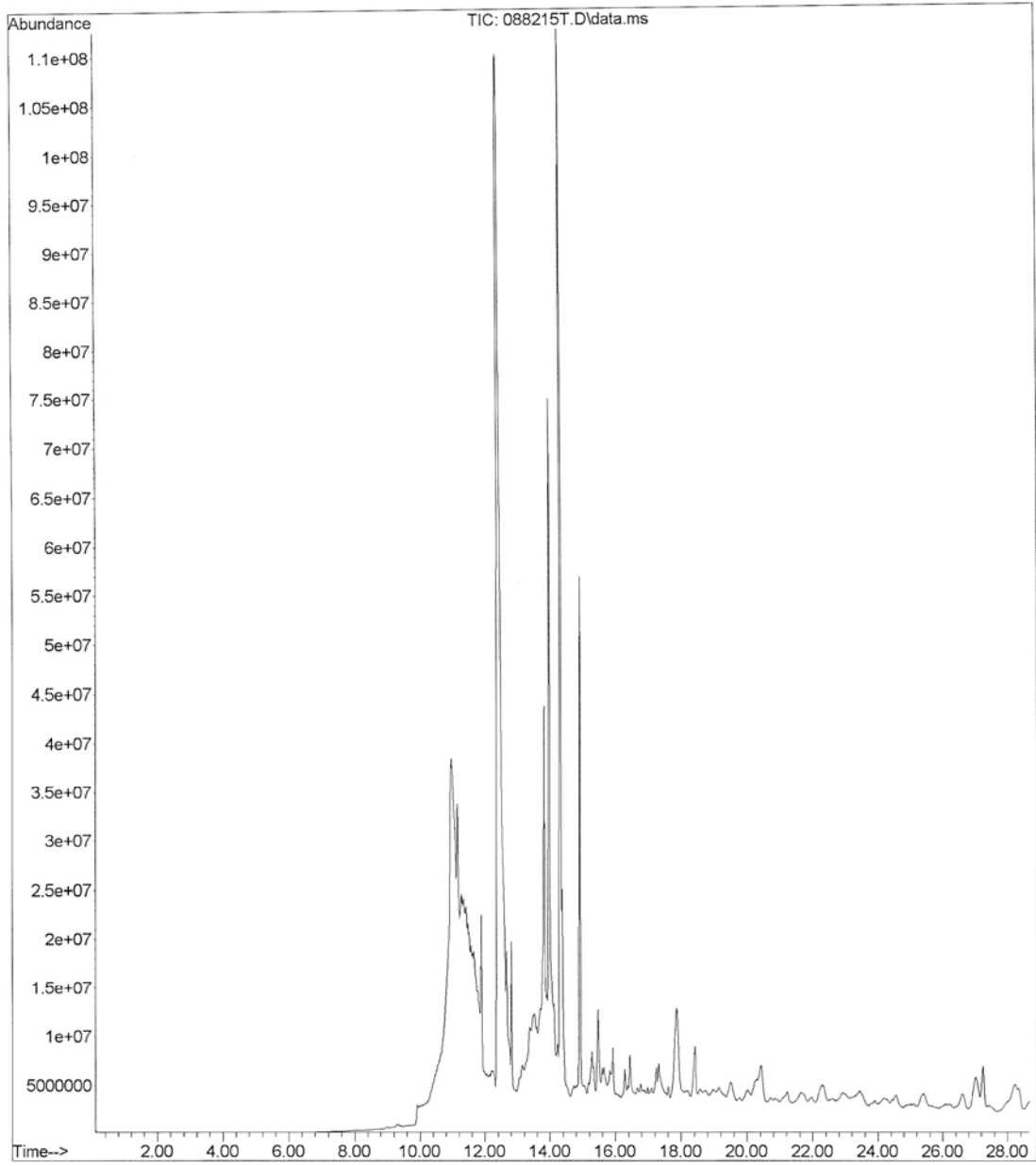
Grafik 6: A-2 kodlu işyerinden 8 saat aktif örneklenen Tenax tüpünün birinci desorpsiyonuna ait kromatogram



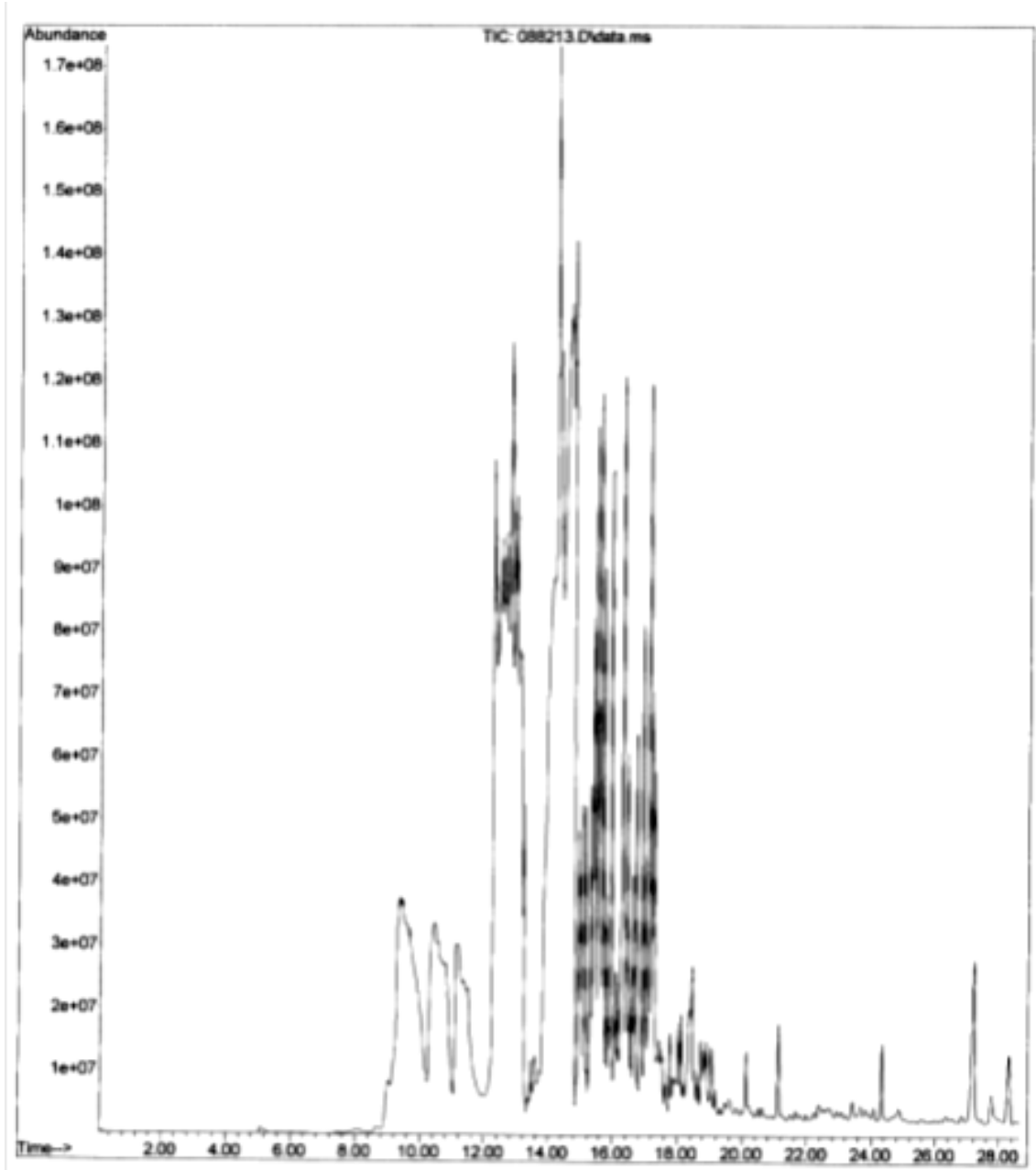
Grafik 7: A-2 kodlu işyerinden 8 saat aktif örneklenen Tenax tüpünün ikinci desorpsiyonuna ait kromatogram



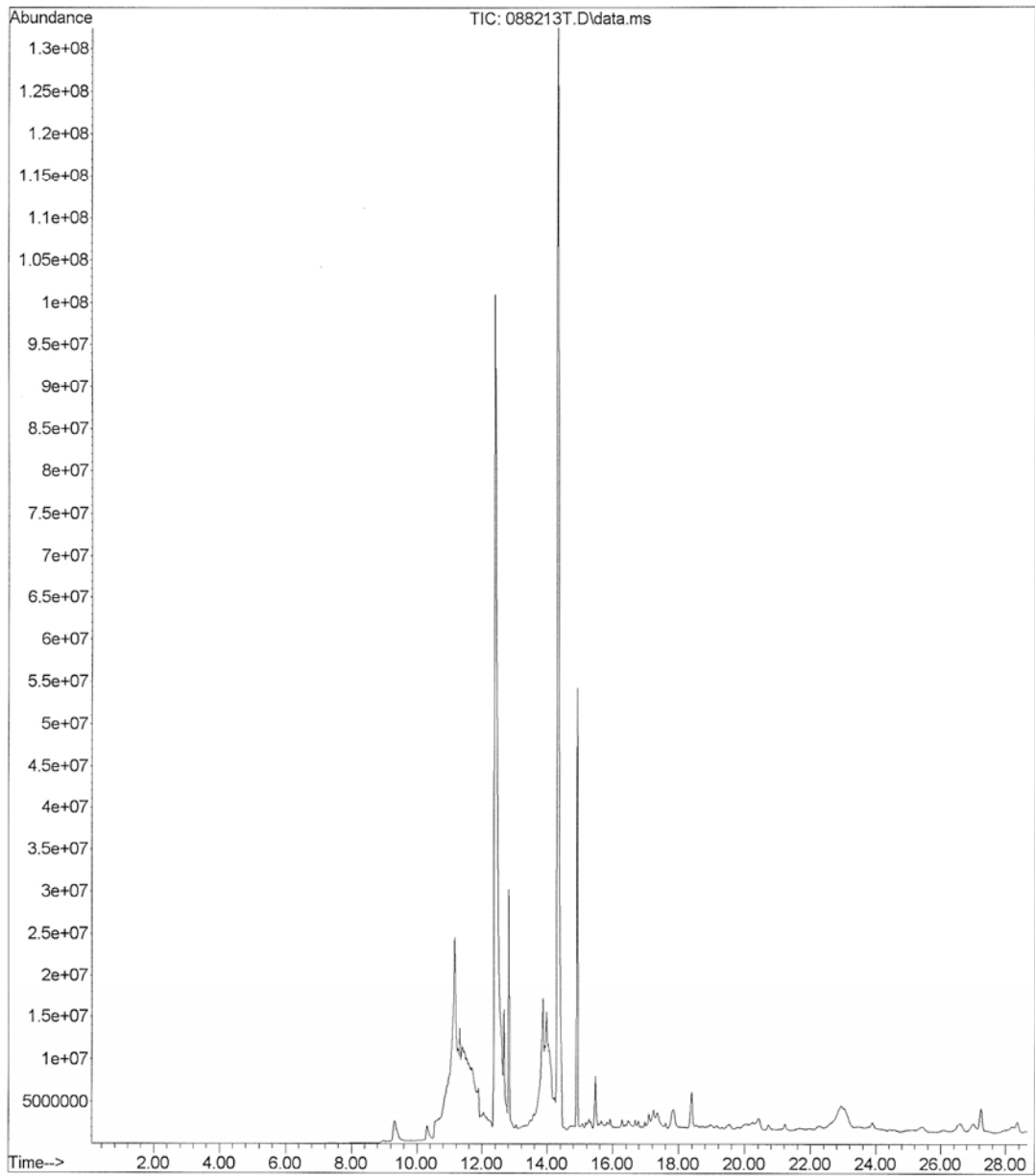
Grafik 8: A-3 kodlu işyerinden 8 saat aktif örneklenen Tenax tüpünün birinci desorpsiyonuna ait kromatogram



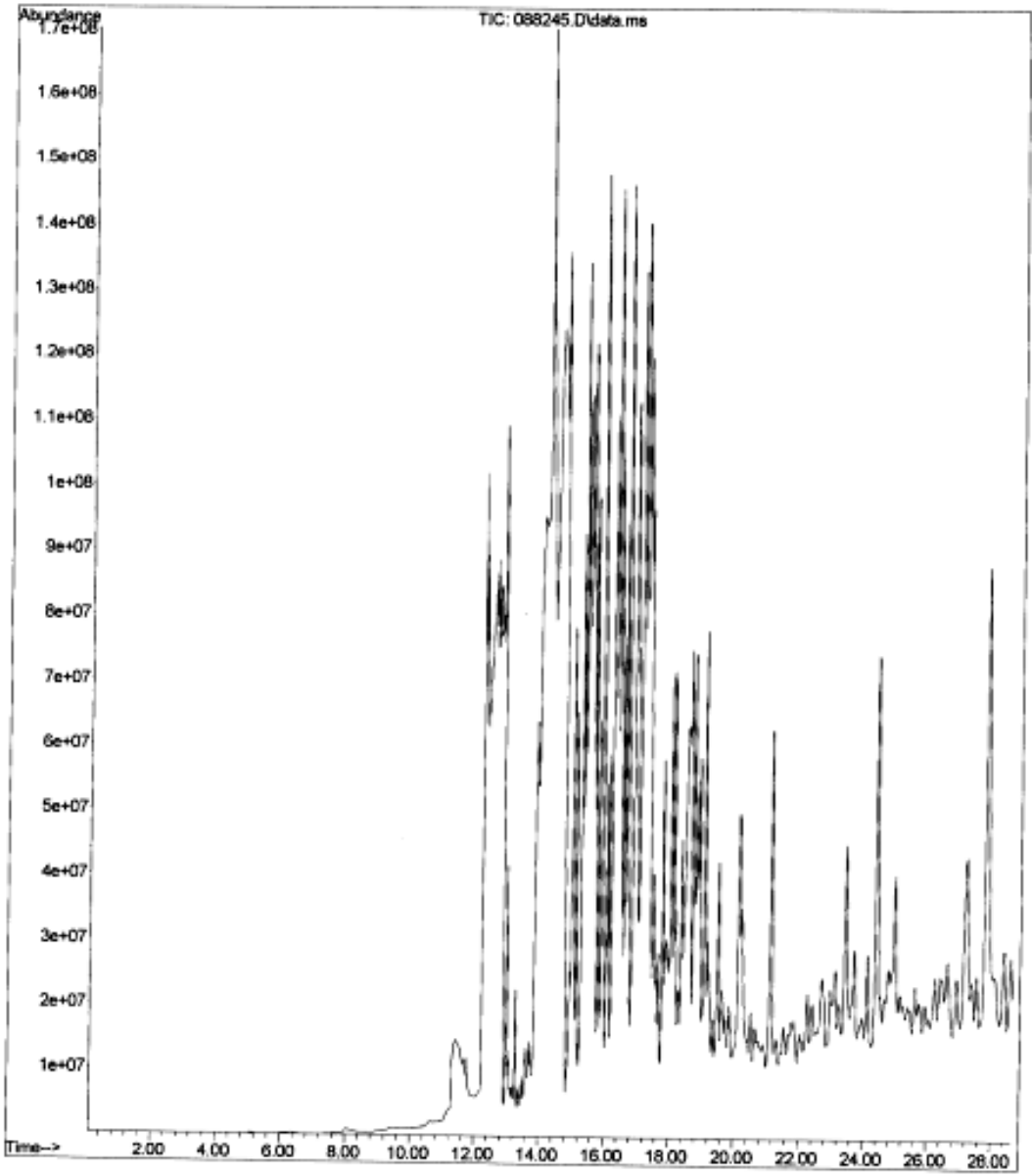
Grafik 9: A-3 kodlu işyerinden 8 saat aktif örneklenen Tenax tüpünün ikinci desorpsiyonuna ait kromatogram



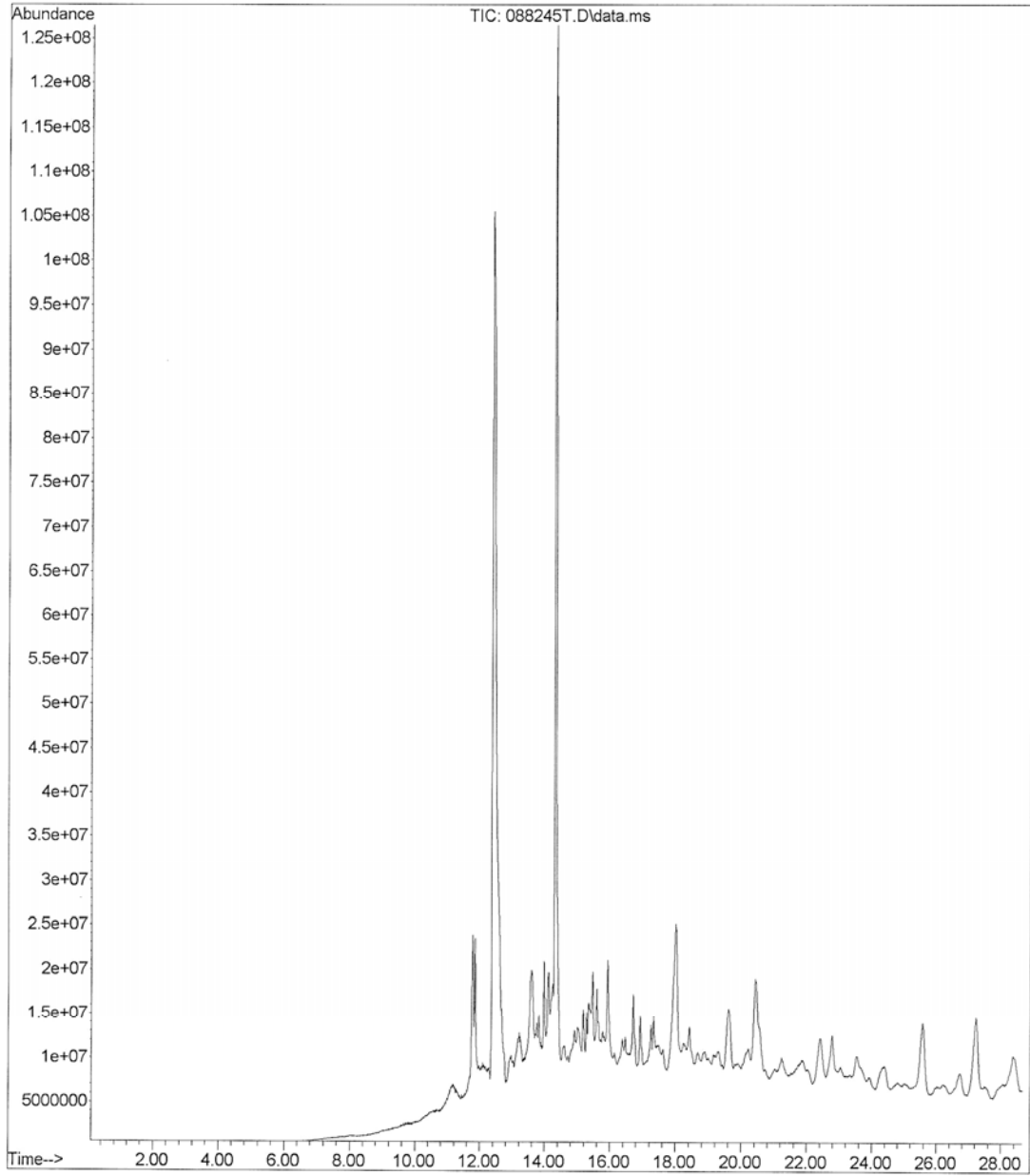
Grafik 10: A-4 kodlu işyerinden 8 saat aktif örneklenen Tenax tüpünün birinci desorpsiyonuna ait kromatogram



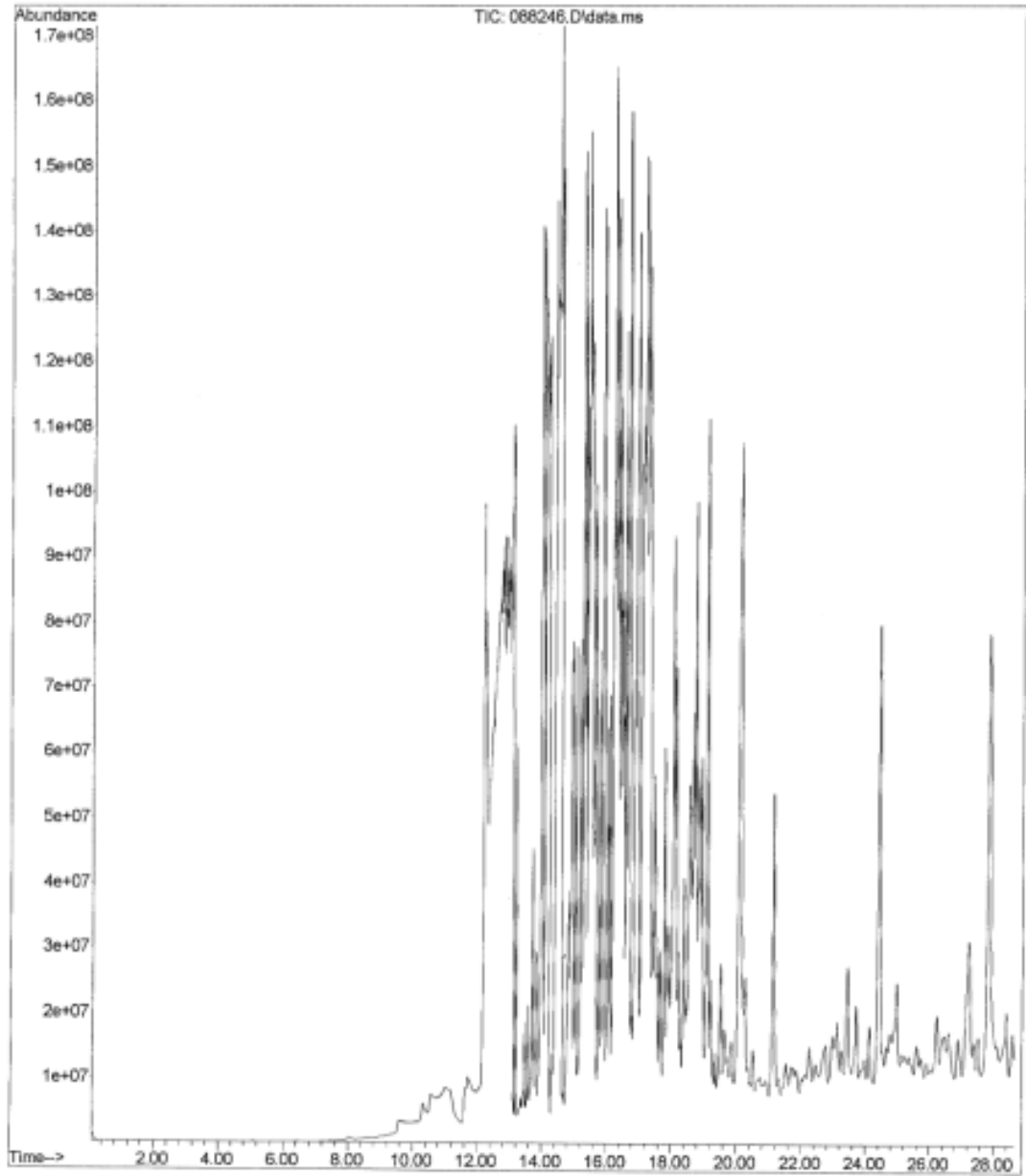
Grafik 11: A-4 kodlu işyerinden 8 saat aktif örneklenen Tenax tüpünün ikinci desorpsiyonuna ait kromatogram



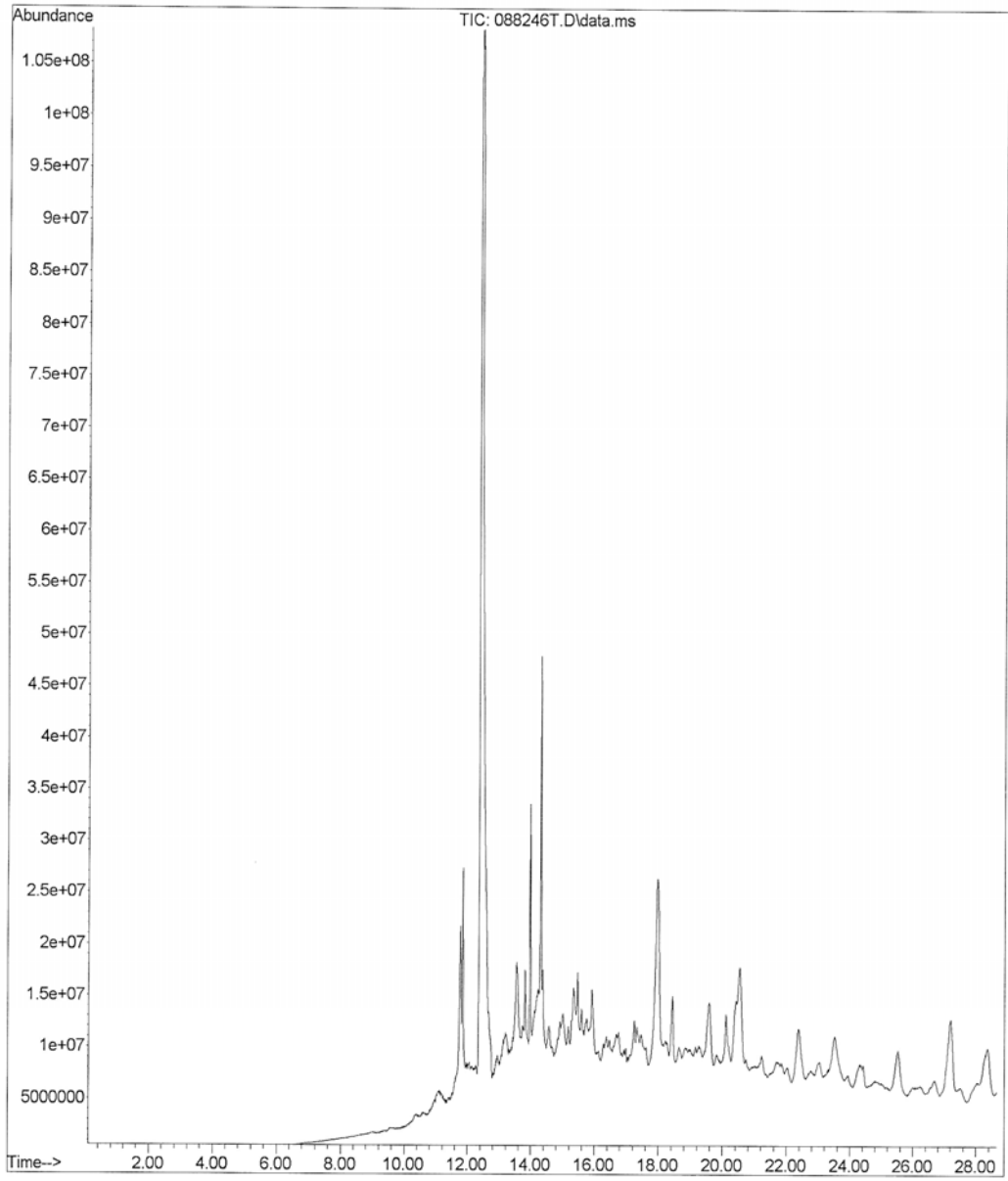
Grafik 12: A-5 kodlu işyerinden 8 saat aktif örneklenen Tenax tüpünün birinci desorpsiyonuna ait kromatogram



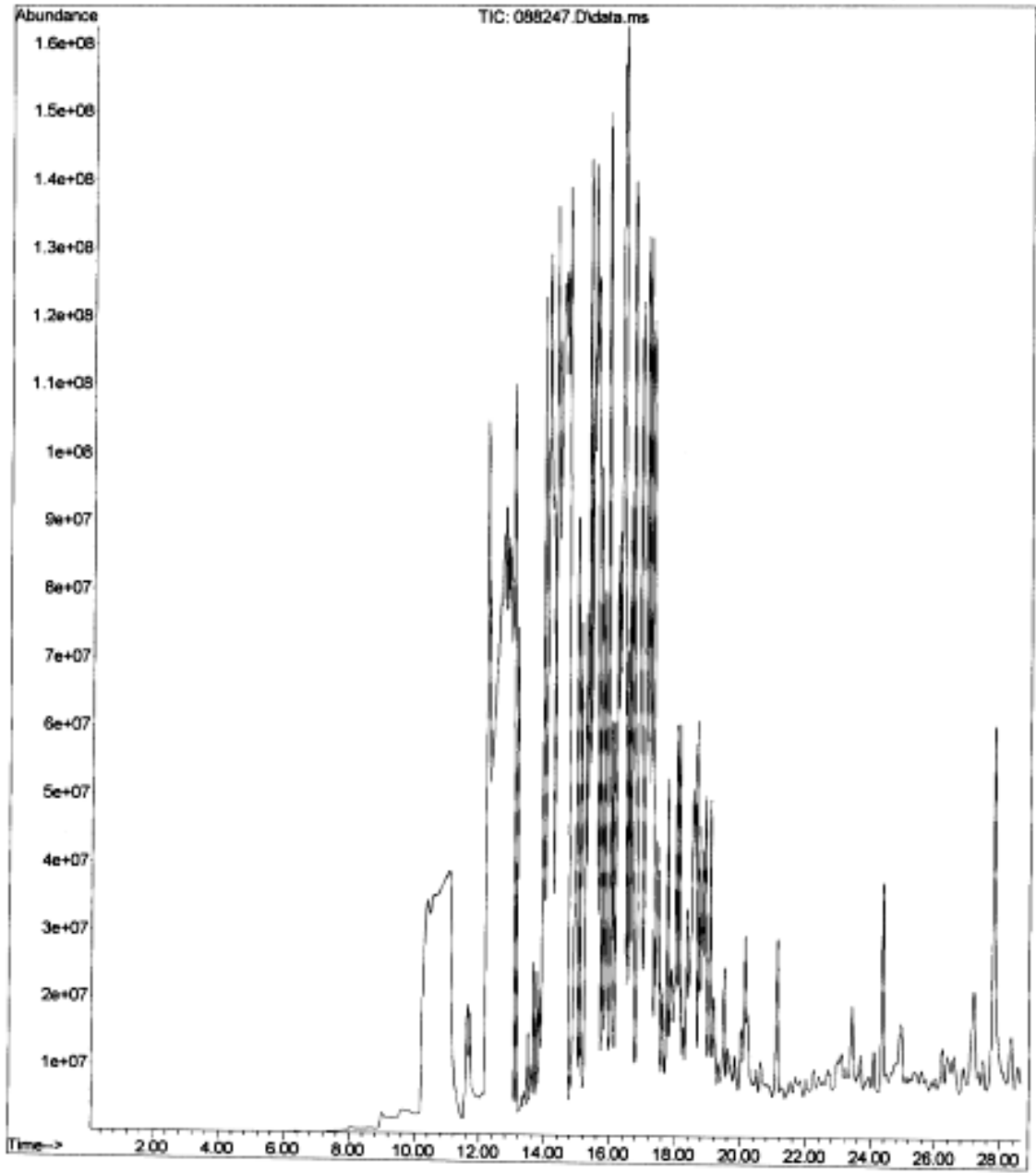
Grafik 13: A-5 kodlu işyerinden 8 saat aktif örneklenen Tenax tüpünün ikinci desorpsiyonuna ait kromatogram



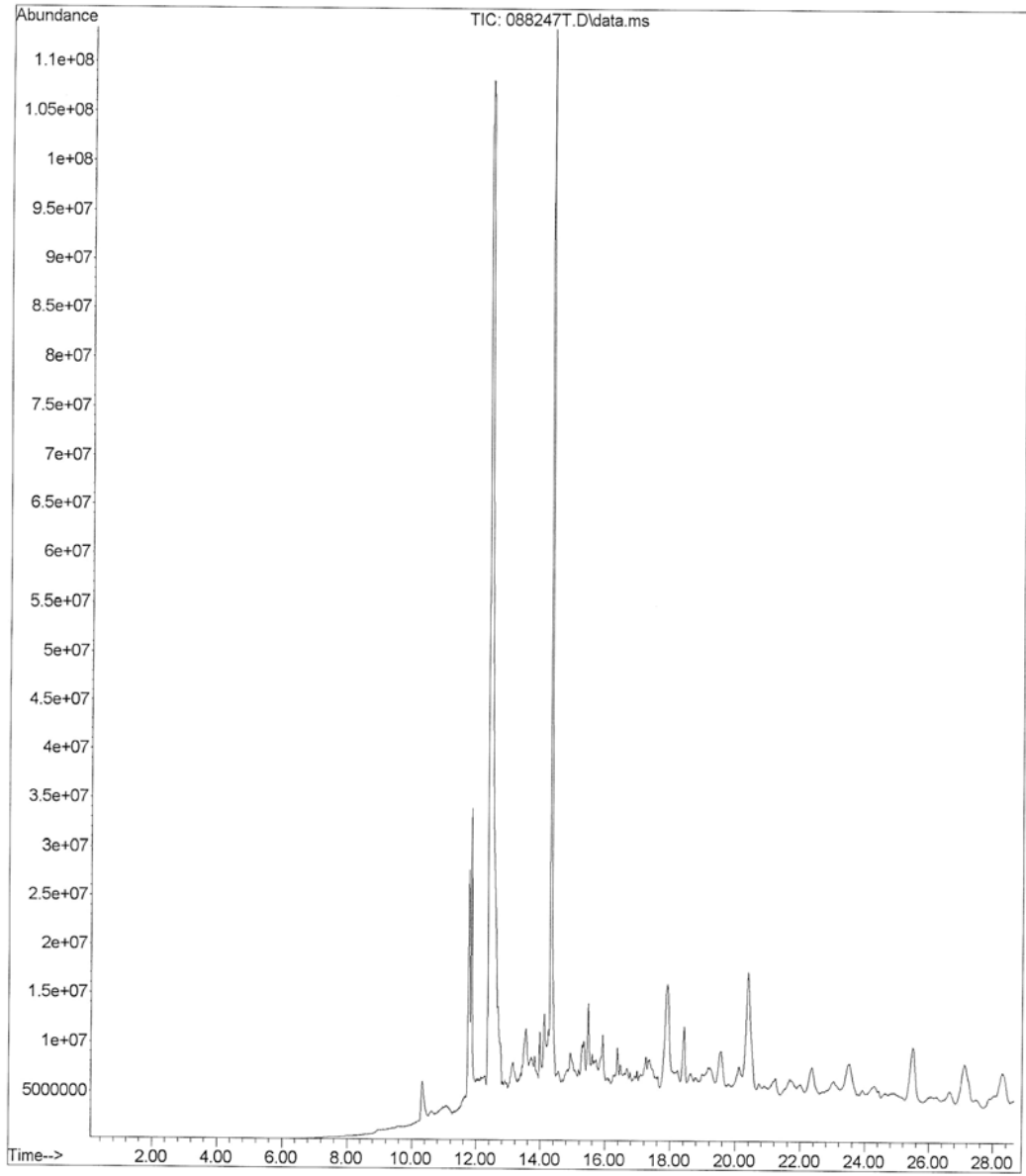
Grafik 14: A-6 kodlu işyerinden 8 saat aktif örneklenen Tenax tüpünün birinci desorpsiyonuna ait kromatogram



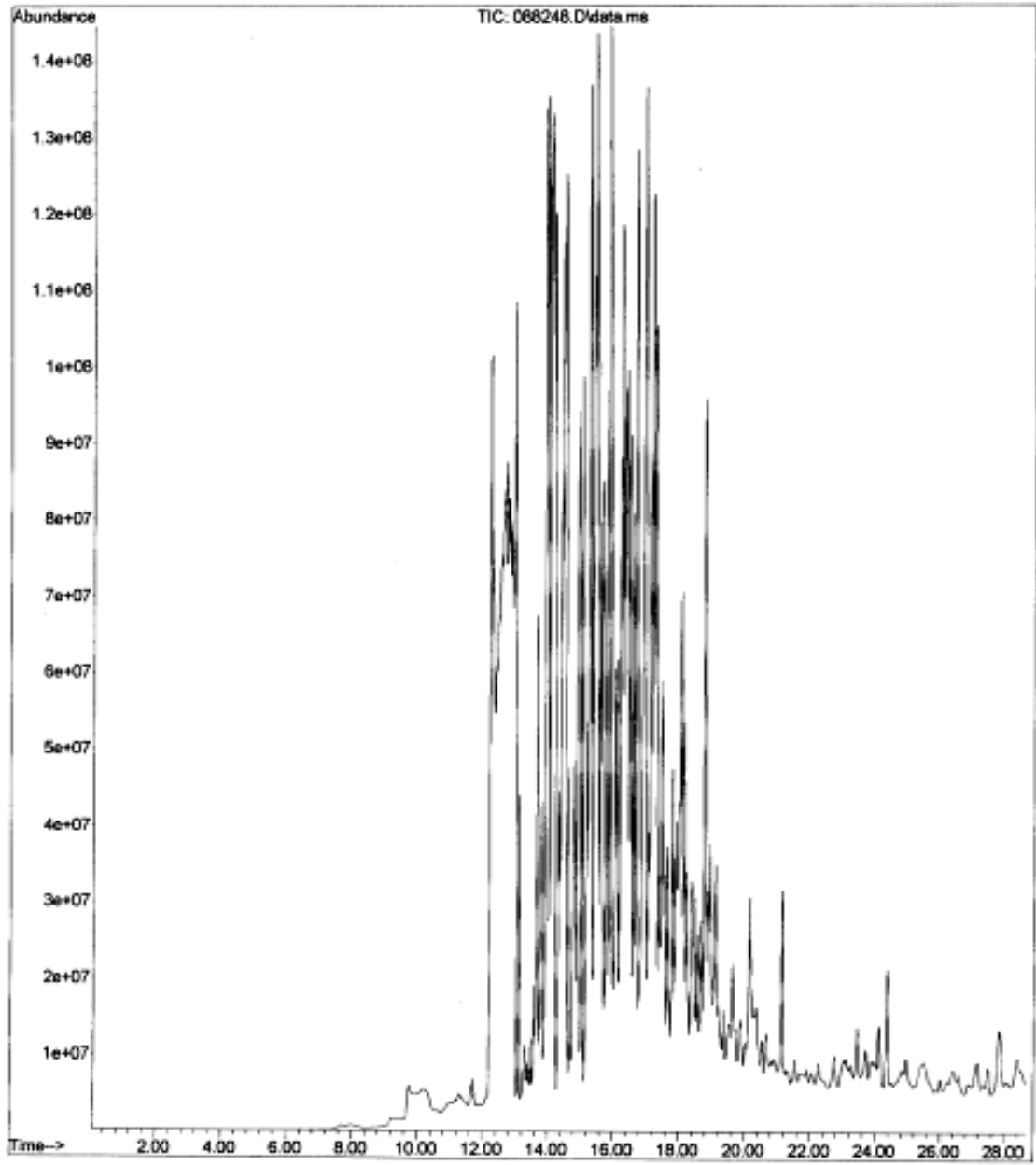
Grafik 15: A-6 kodlu işyerinden 8 saat aktif örneklenen Tenax tüpünün ikinci desorpsiyonuna ait kromatogram



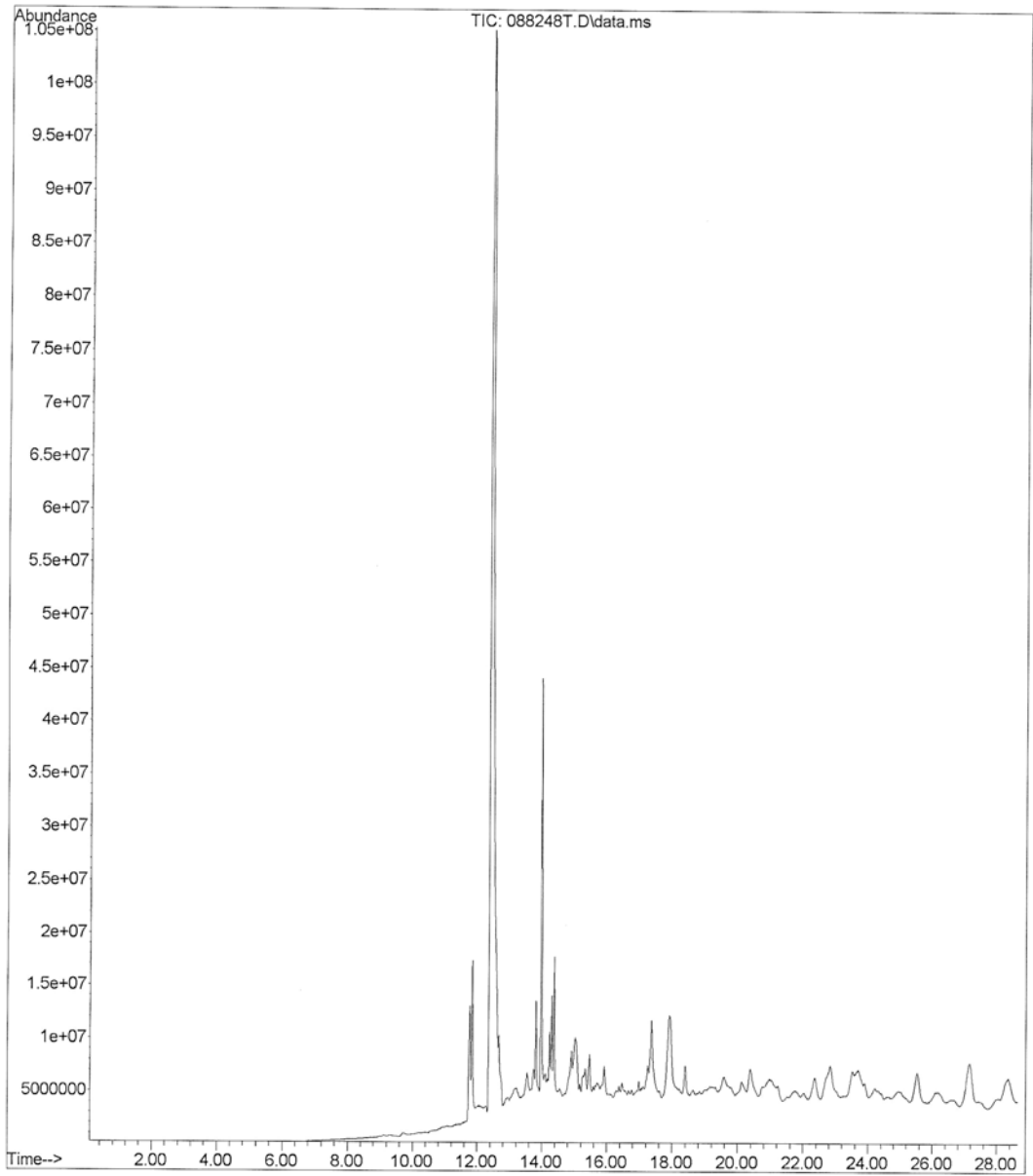
Grafik 16: A-7 kodlu işyerinden 8 saat aktif örneklenen Tenax tüpünün birinci desorpsiyonuna ait kromatogram



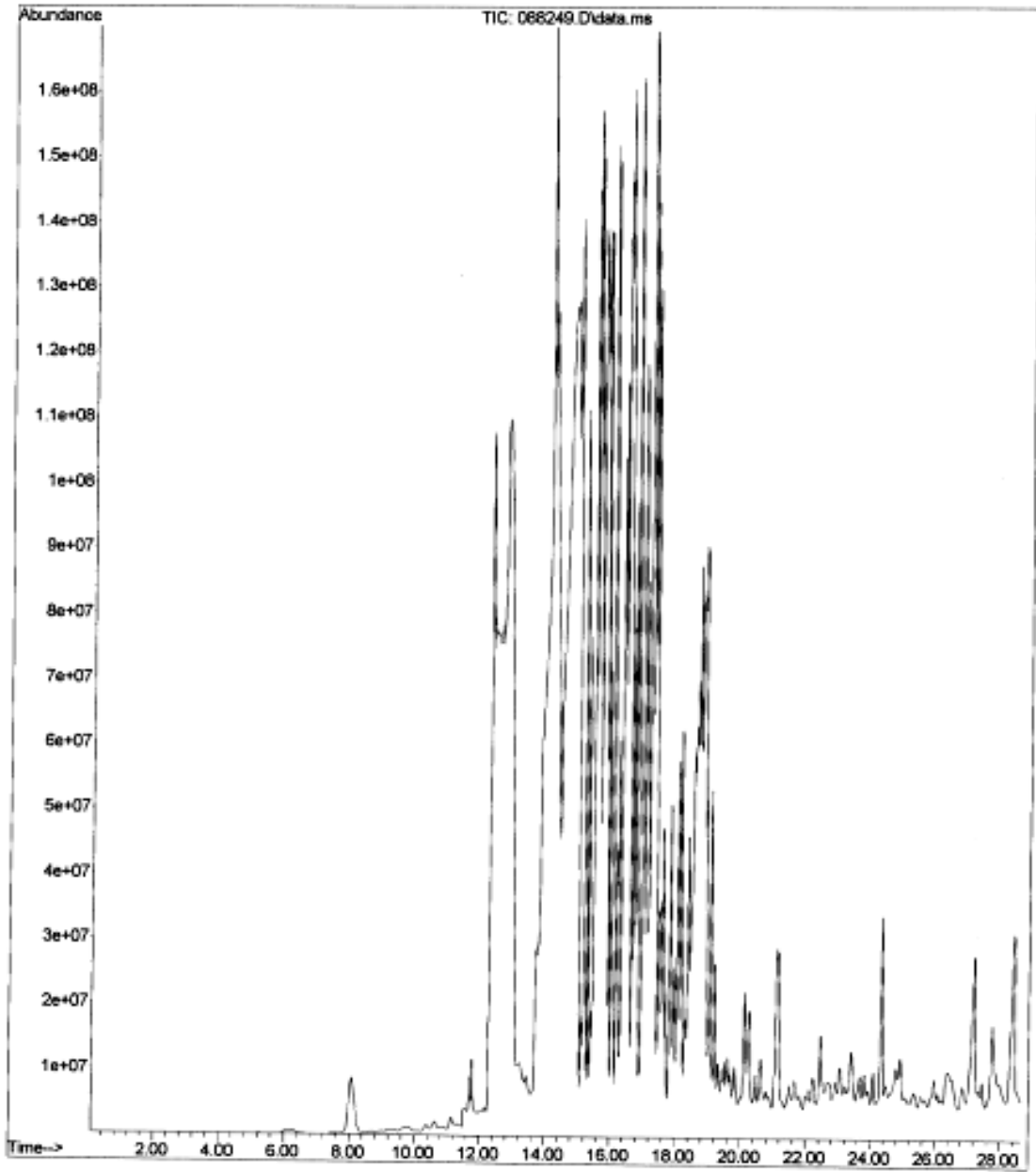
Grafik 17: A-7 kodlu işyerinden 8 saat aktif örneklenen Tenax tüpünün ikinci desorpsiyonuna ait kromatogram



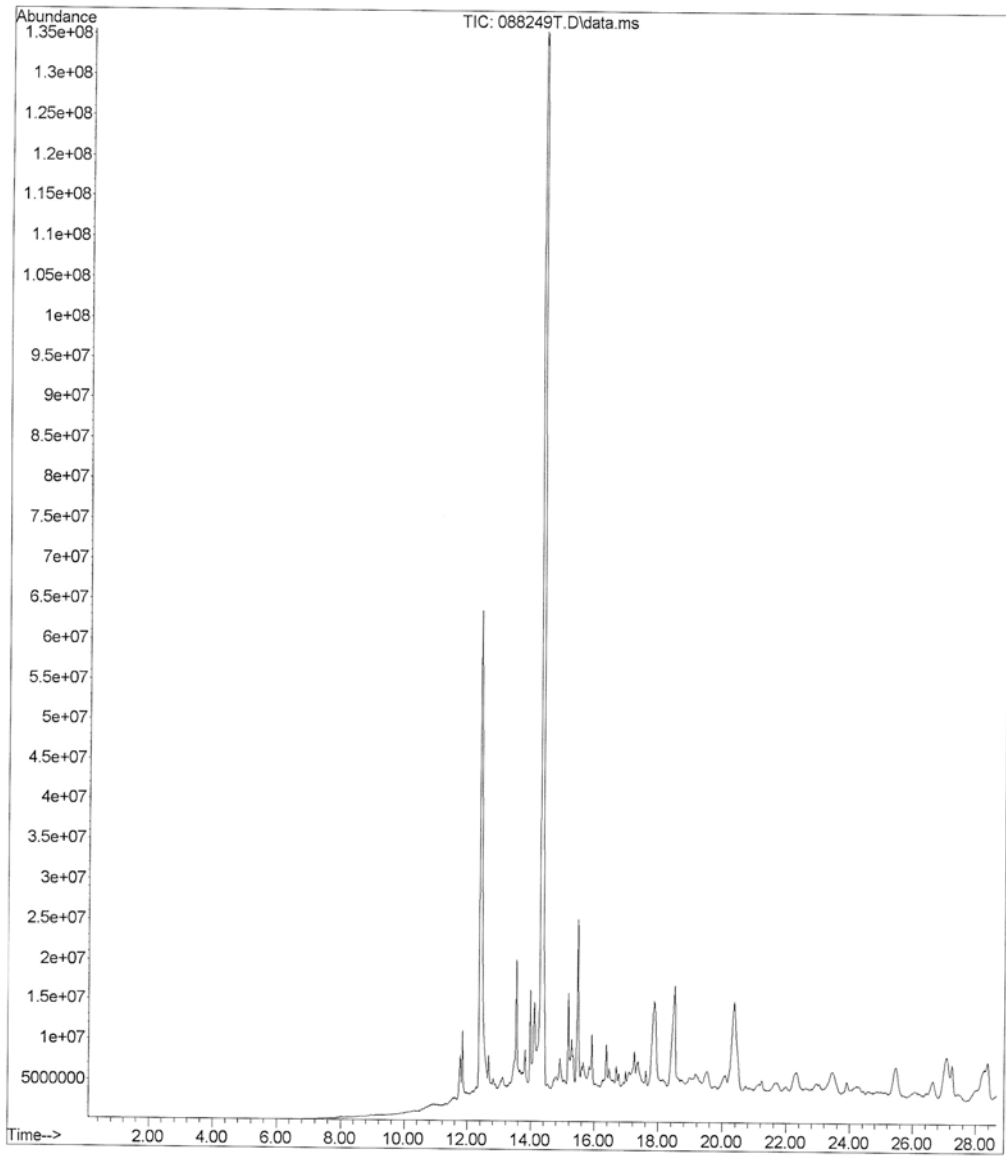
Grafik 18: A-8 kodlu işyerinden 8 saat aktif örneklenen Tenax tüpünün birinci desorpsiyonuna ait kromatogram



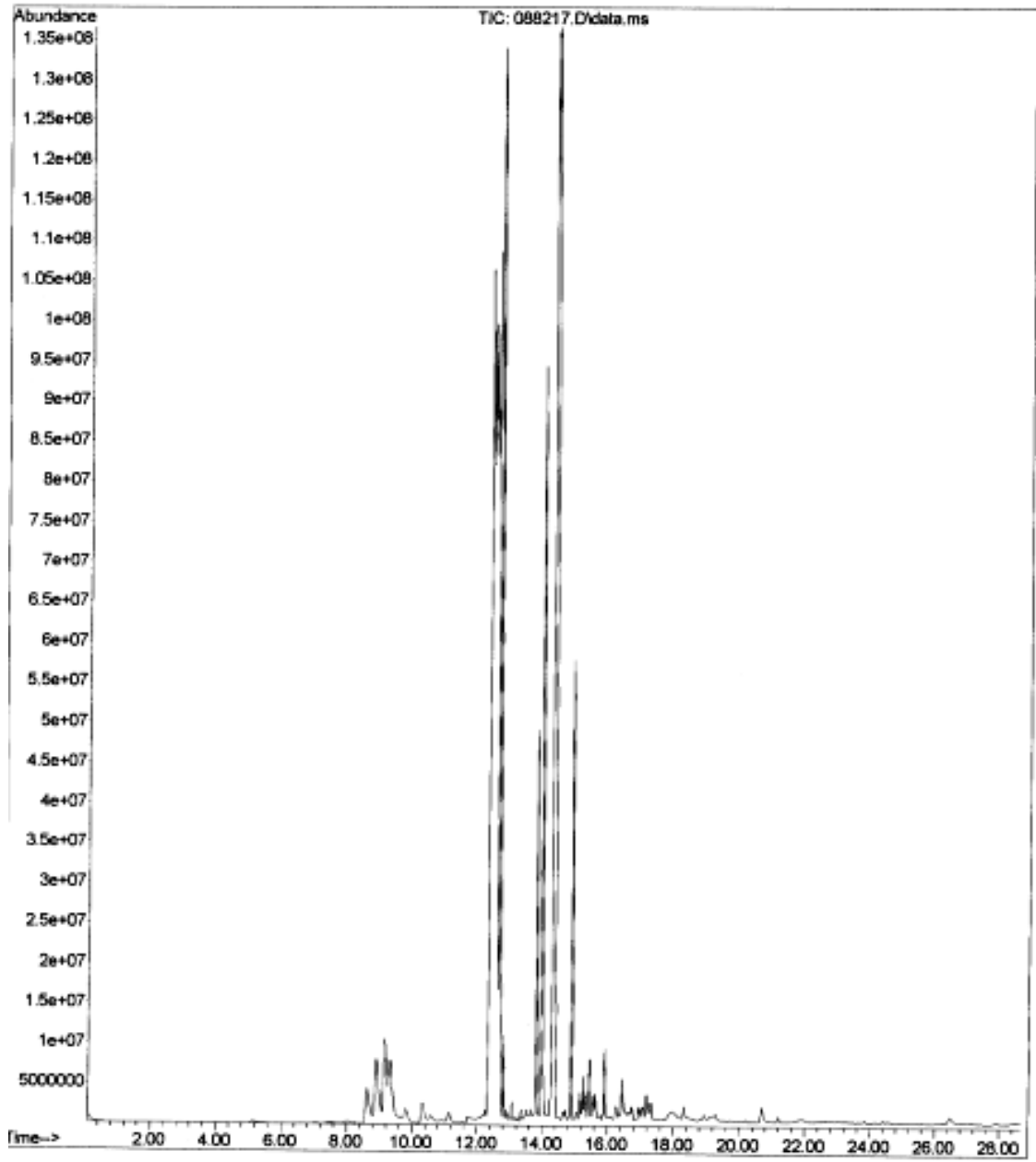
Grafik 19: A-8 kodlu işyerinden 8 saat aktif örneklenen Tenax tüpünün ikinci desorpsiyonuna ait kromatogram



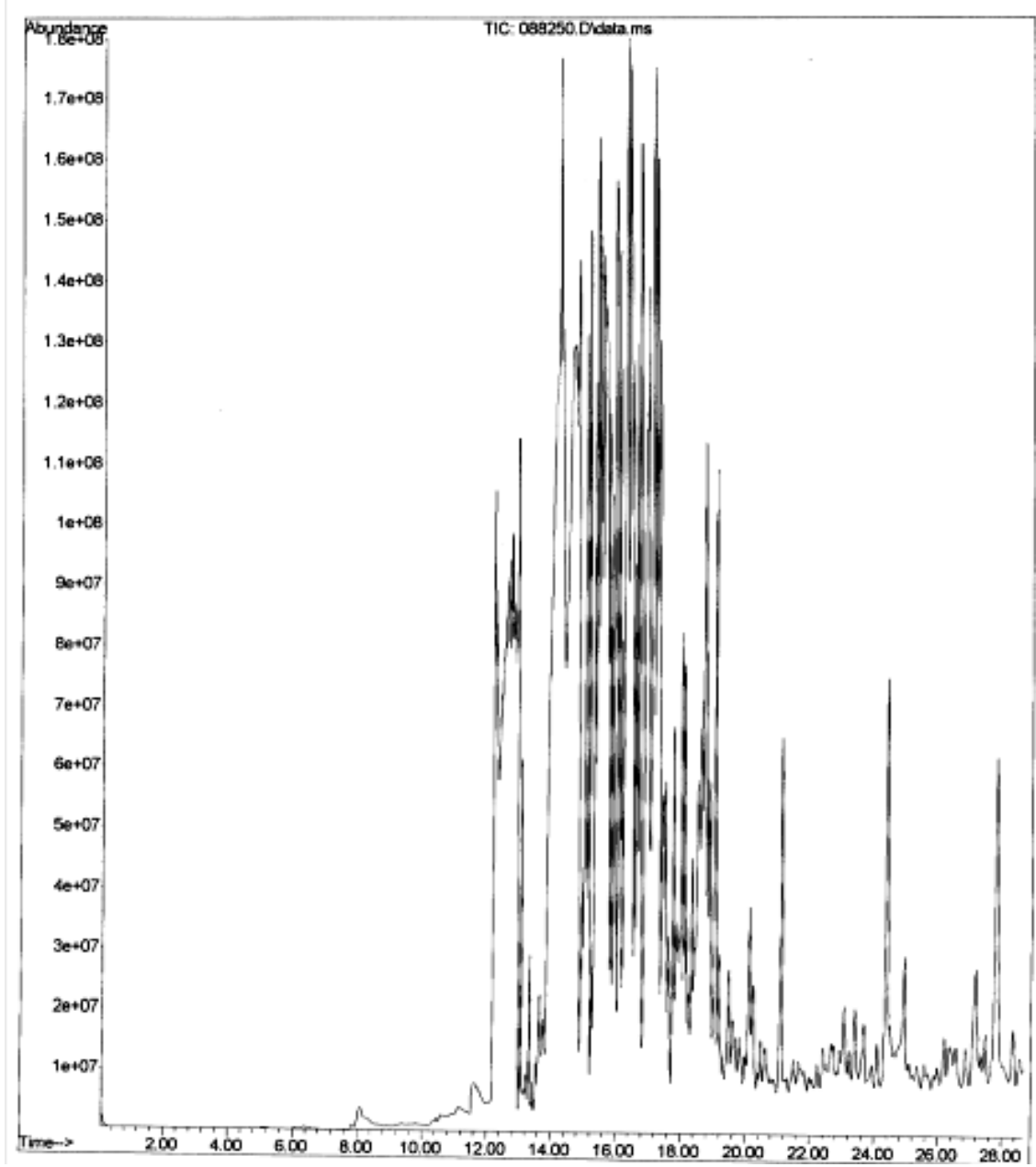
Grafik 20: M17. A-9 kodlu işyerinden 8 saat aktif örneklenen Tenax tüpünün birinci desorpsiyonuna ait kromatogram



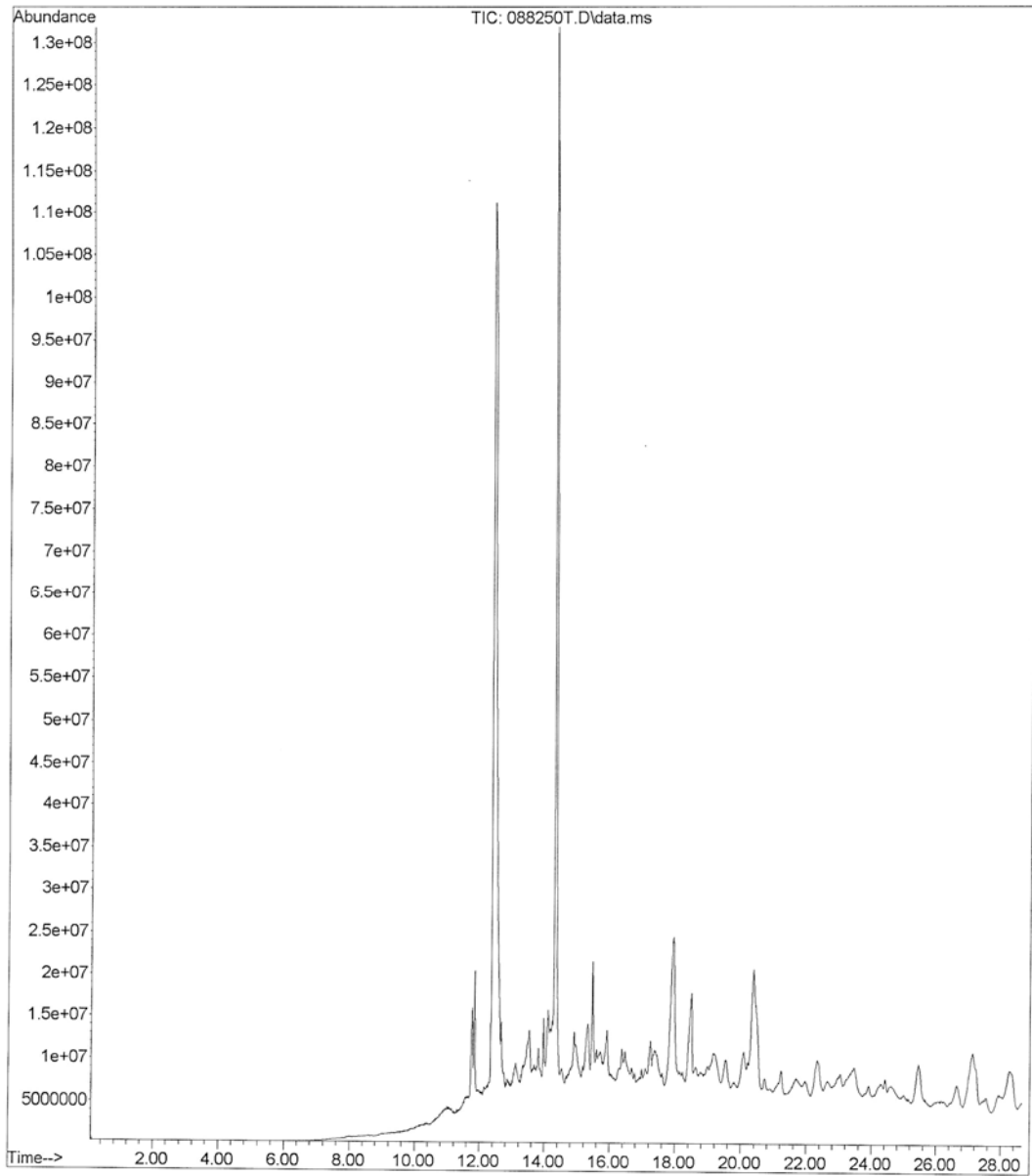
Grafik 21: M18. A-9 kodlu işyerinden 8 saat aktif örneklenen Tenax tüpünün ikinci desorpsiyonuna ait kromatogram



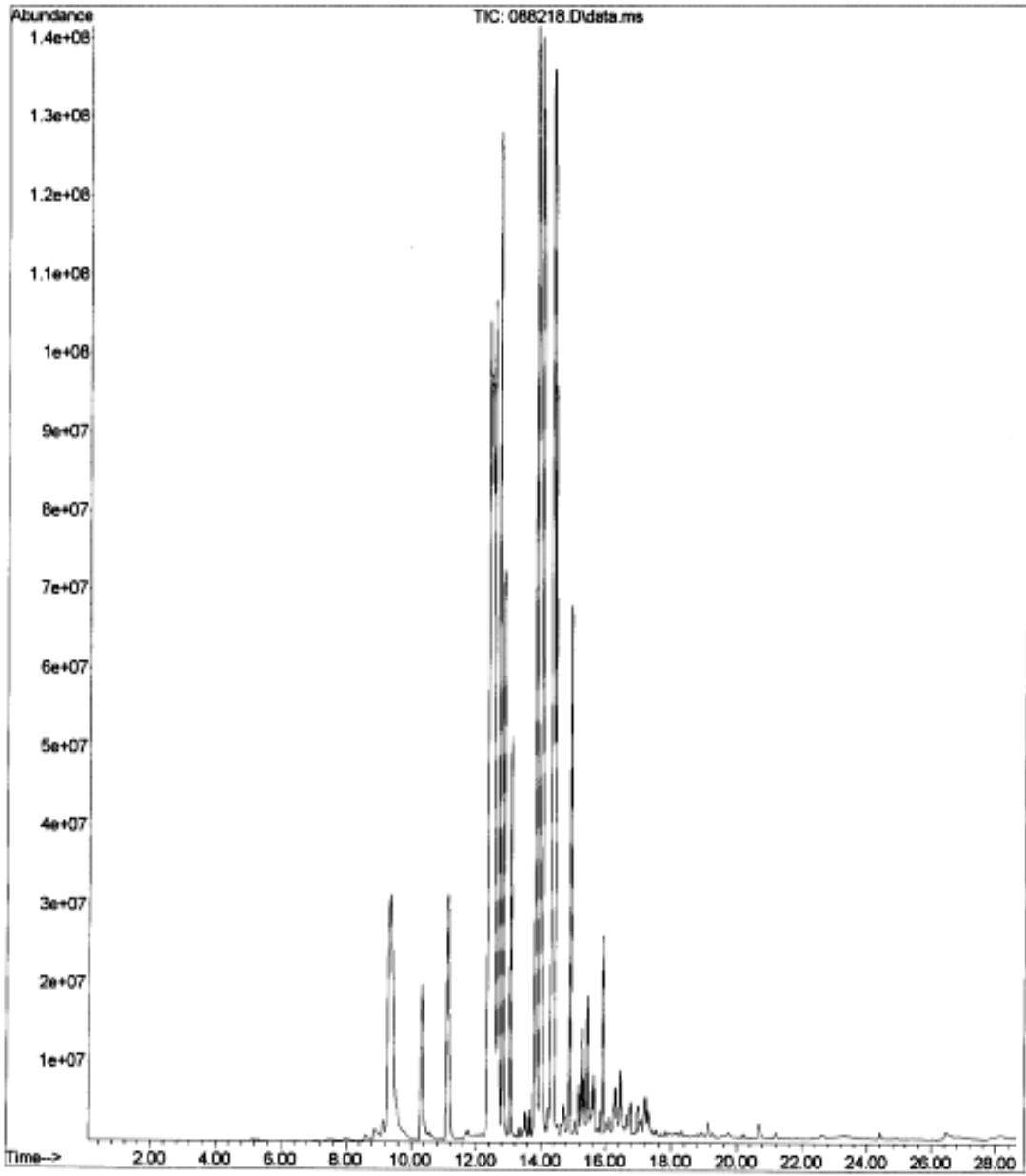
Grafik 22: M19. A-9 kodlu işyerinden 8 saat pasif örneklenen Tenax tüpünün birinci desorpsiyonuna ait kromatogram



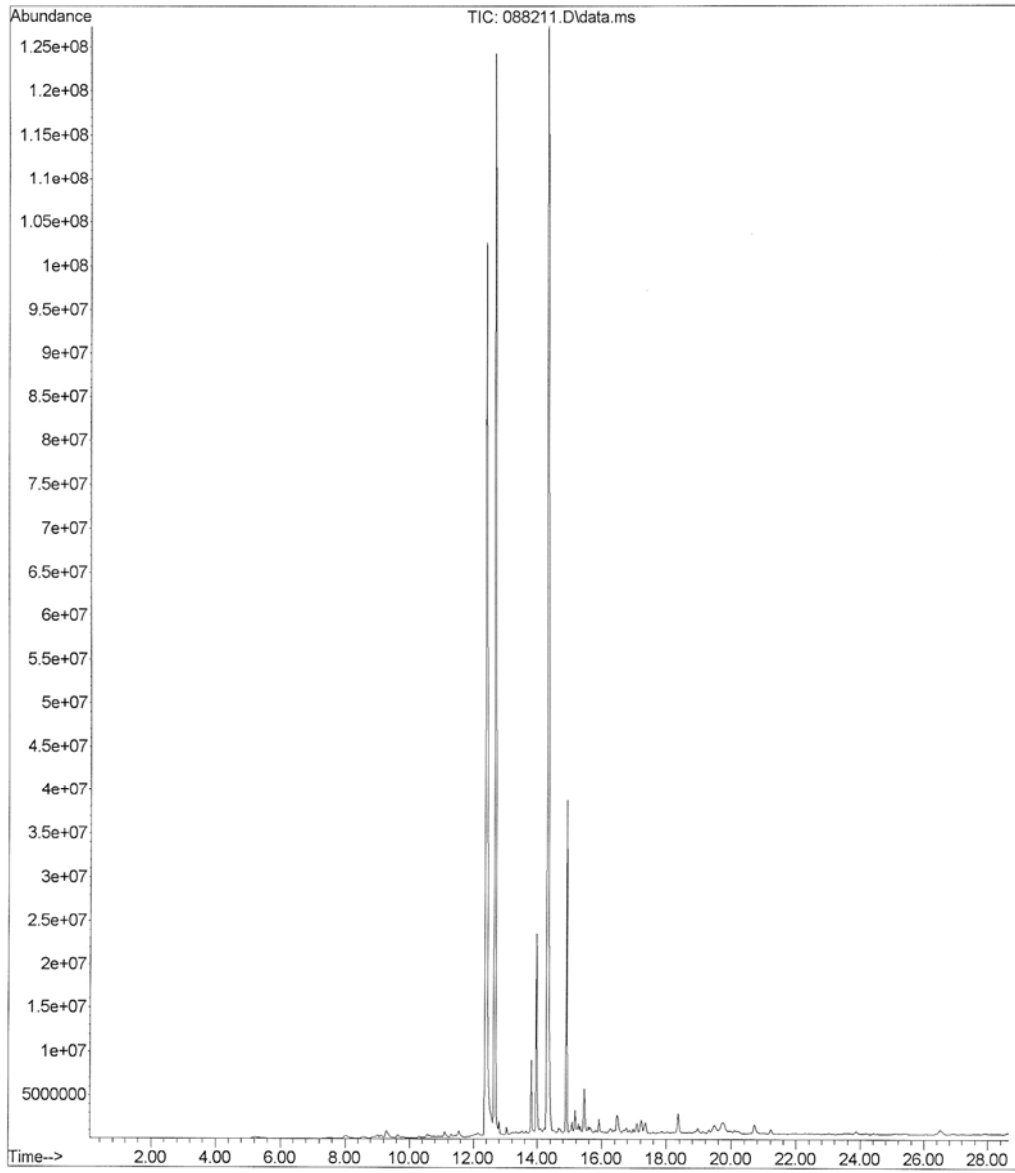
Grafik 23: A-10 kodlu işyerinden 8 saat aktif örneklenen Tenax tüpünün birinci desorpsiyonuna ait kromatogram



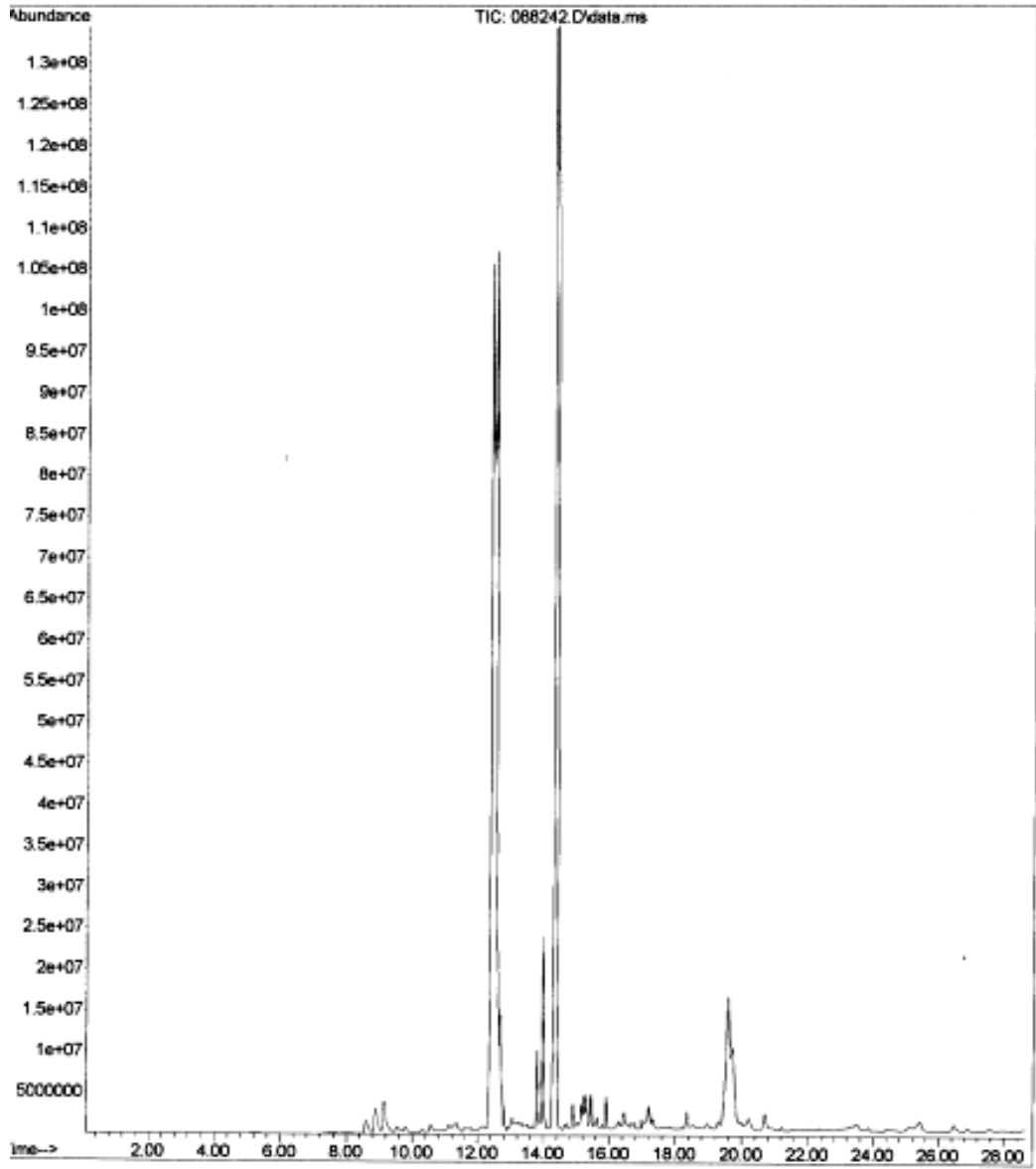
Grafik 24: A-10 kodlu işyerinden 8 saat aktif örneklenen Tenax tüpünün ikinci desorpsiyonuna ait kromatogram



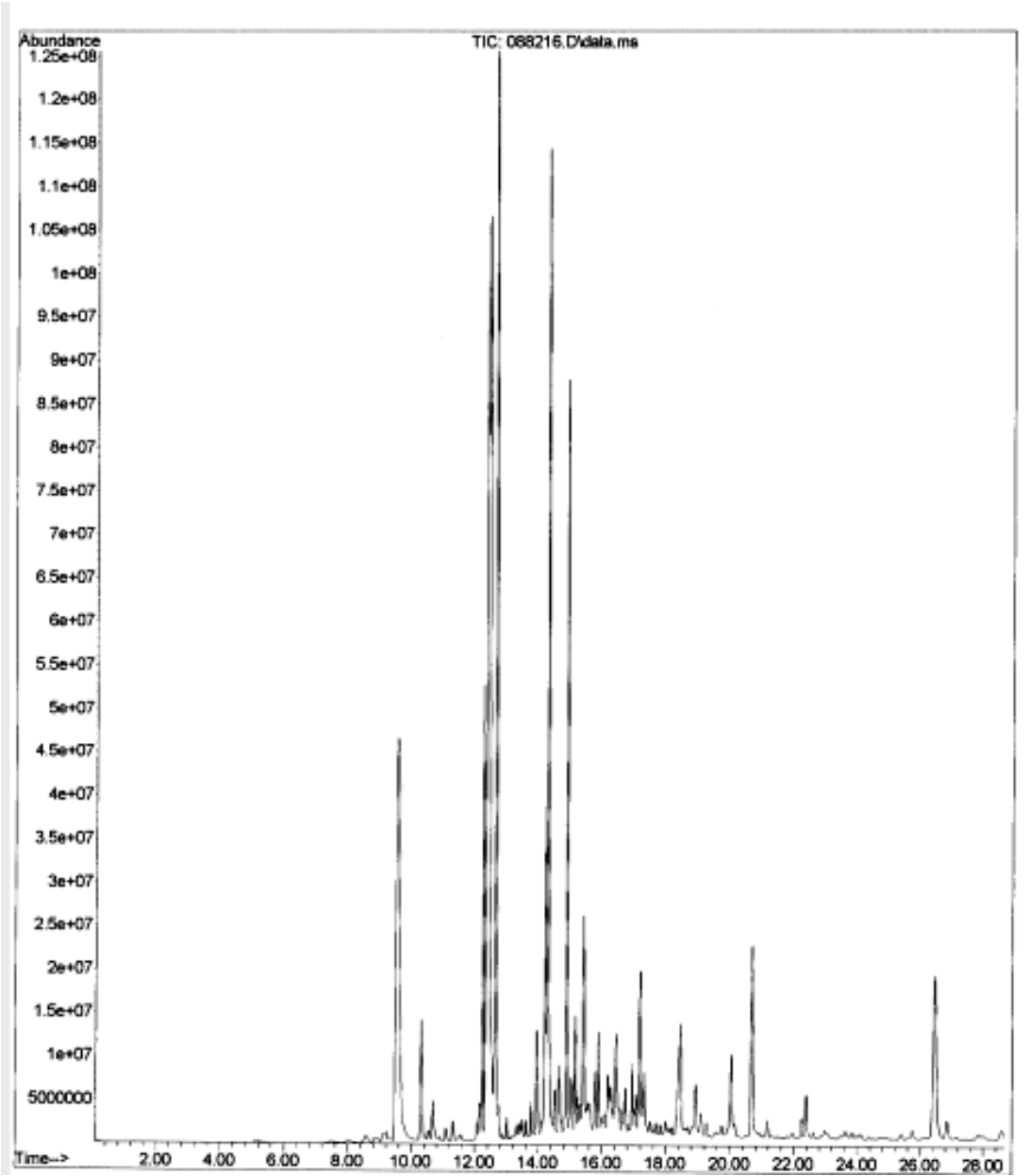
Grafik 25: A-10 kodlu işyerinden 8 saat pasif örneklenen Tenax tüpünün birinci desorpsiyonuna ait kromatogram



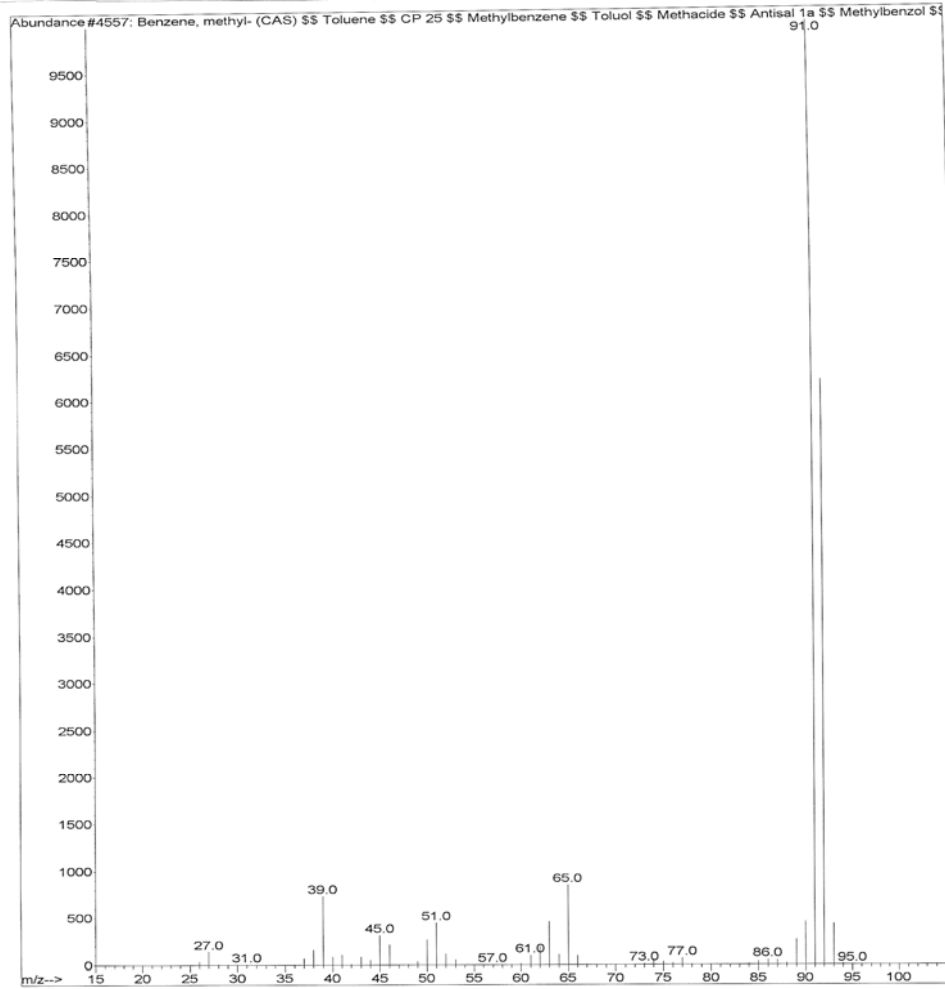
Grafik 26: A-3 kodlu işyerinden 1 saat pasif örneklenen Tenax tüpünün birinci desorpsiyonuna ait kromatogram



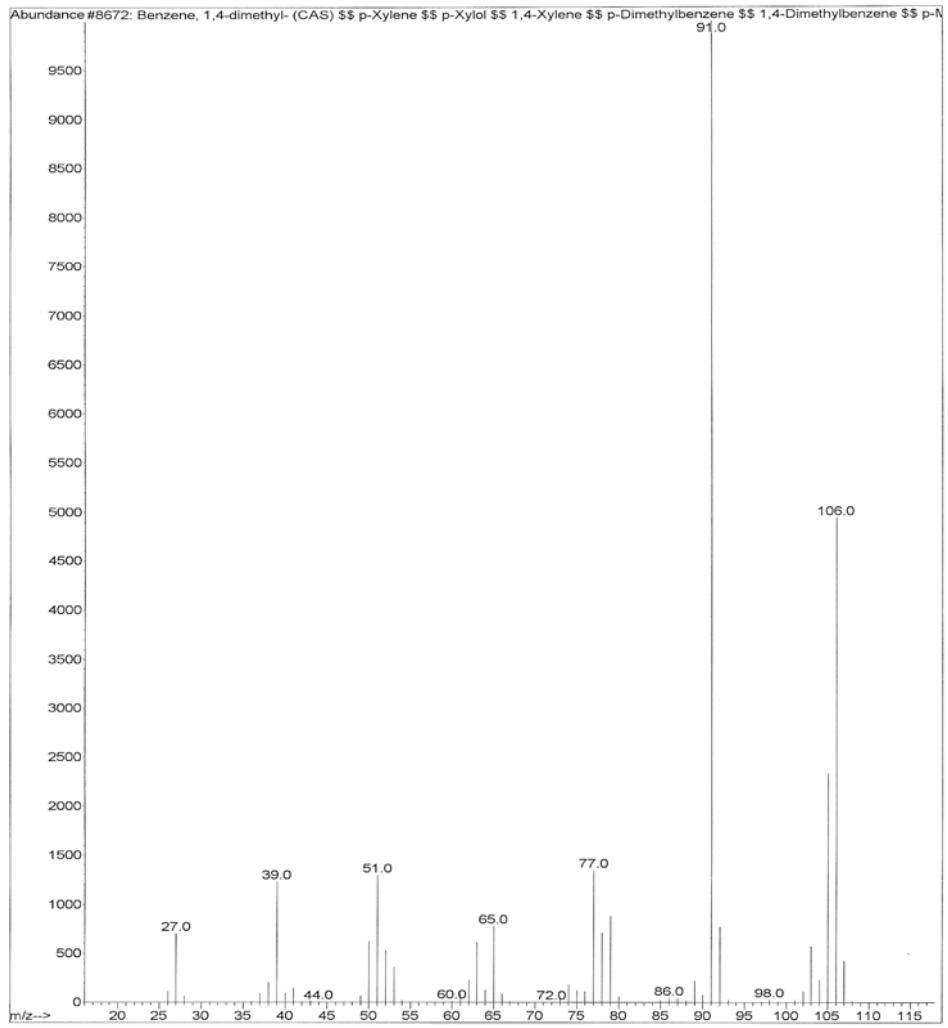
Grafik 27: A-3 kodlu işyerinden 3 saat pasif örneklenen Tenax tüpünün birinci desorpsiyonuna ait kromatogram



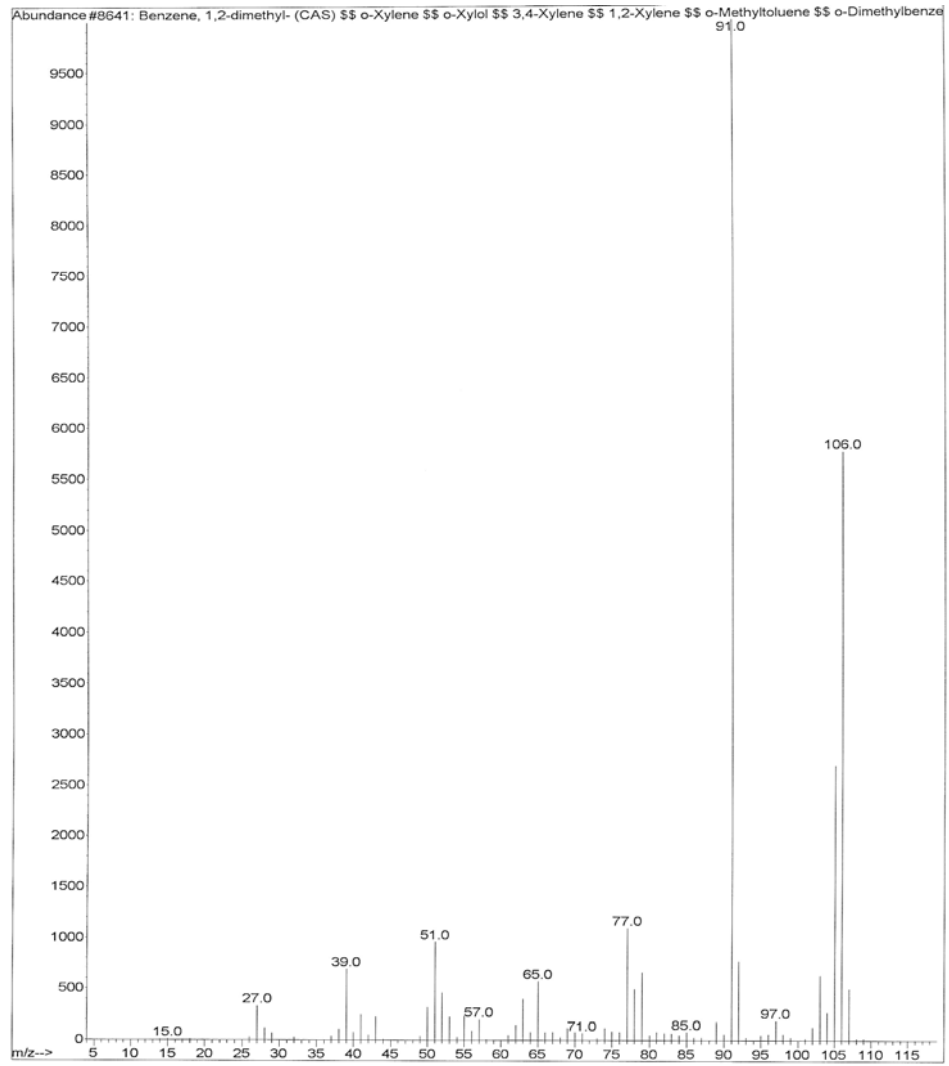
Grafik 28: A-3 kodlu işyerinden 6 saat pasif örneklenen Tenax tüpünün birinci desorpsiyonuna ait kromatogram



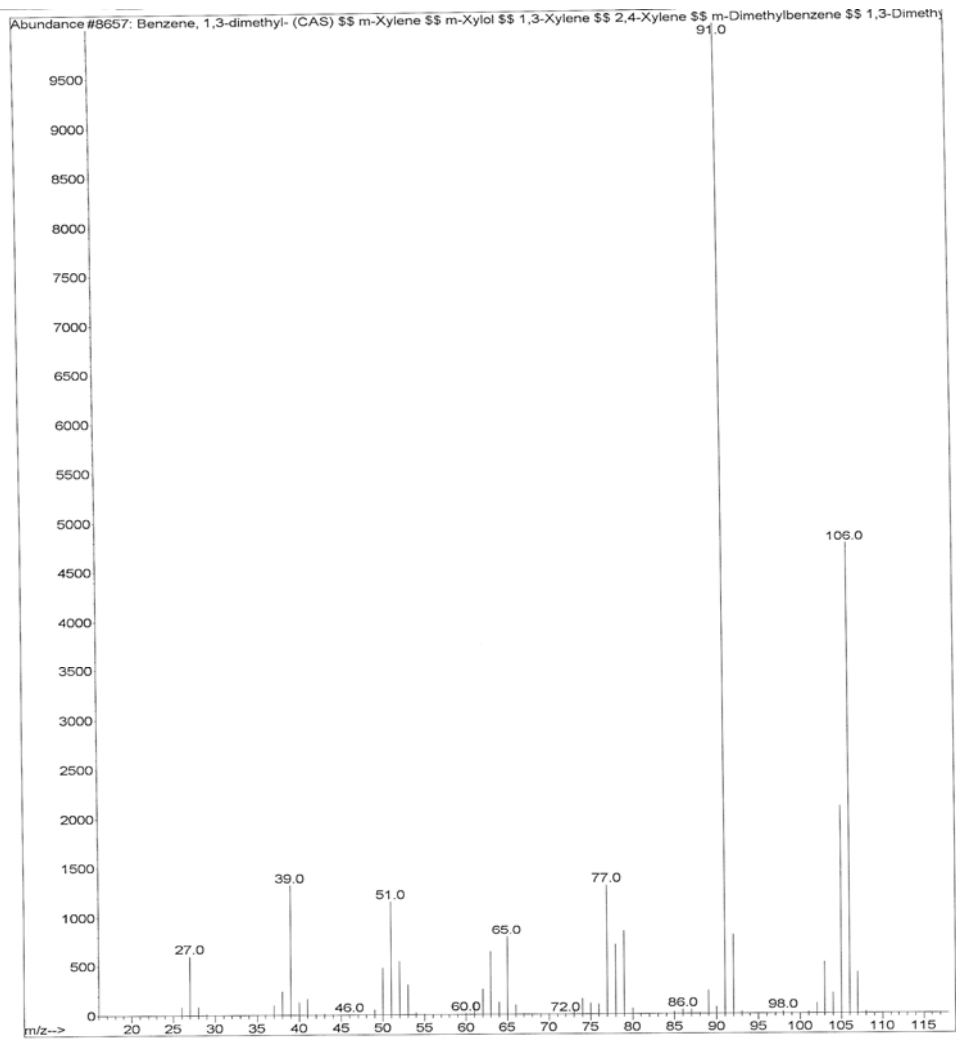
Grafik 29: Toluenin Kütle Spektrumu



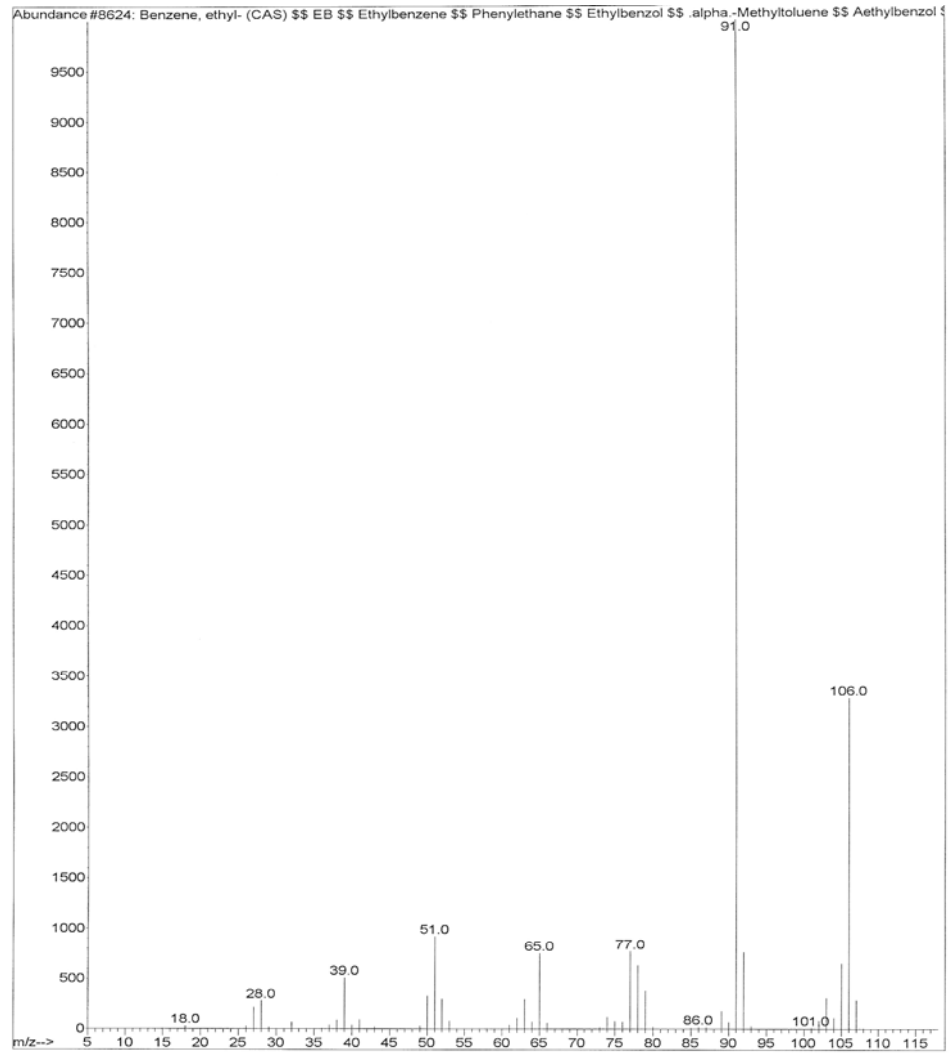
Grafik 30: p-Ksilenin Kütle Spektrumu



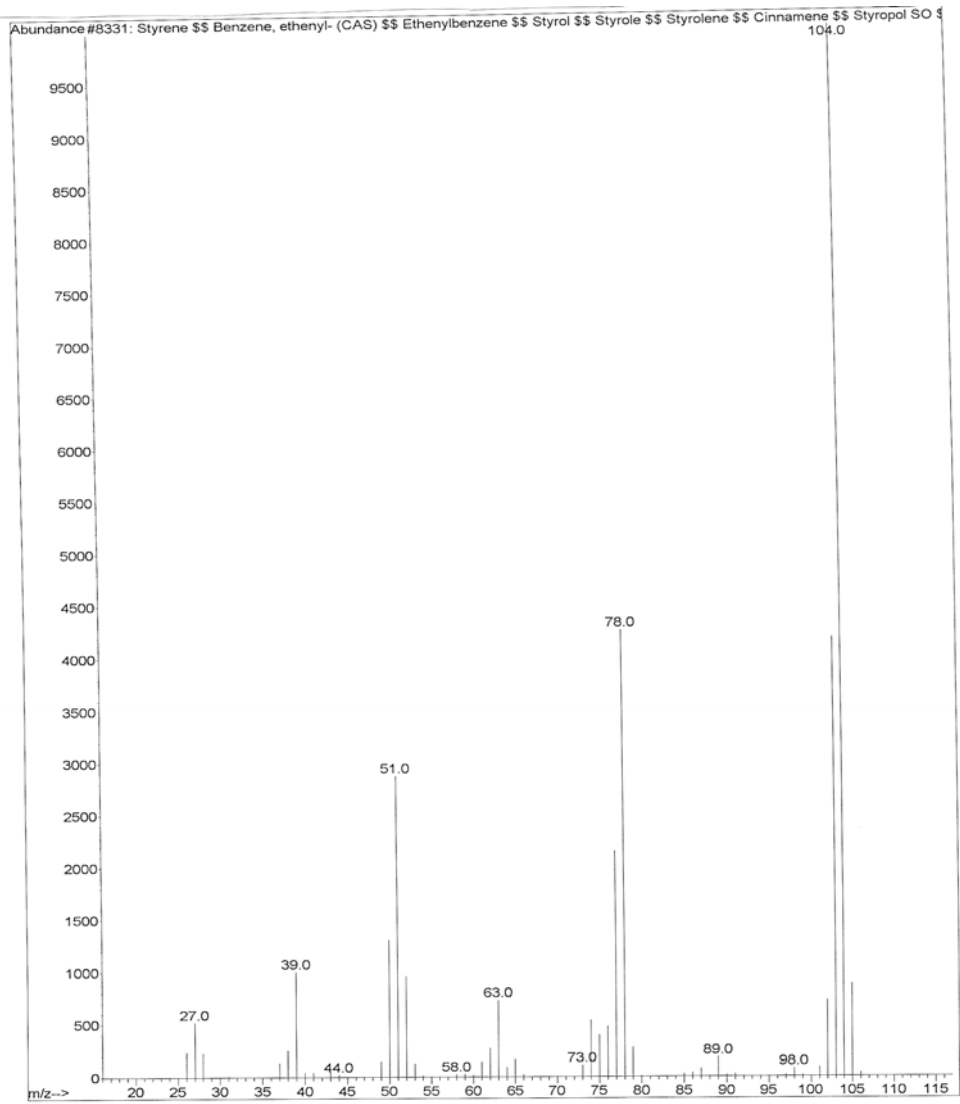
Grafik 31: o-Ksilenin Kütle Spektrumu



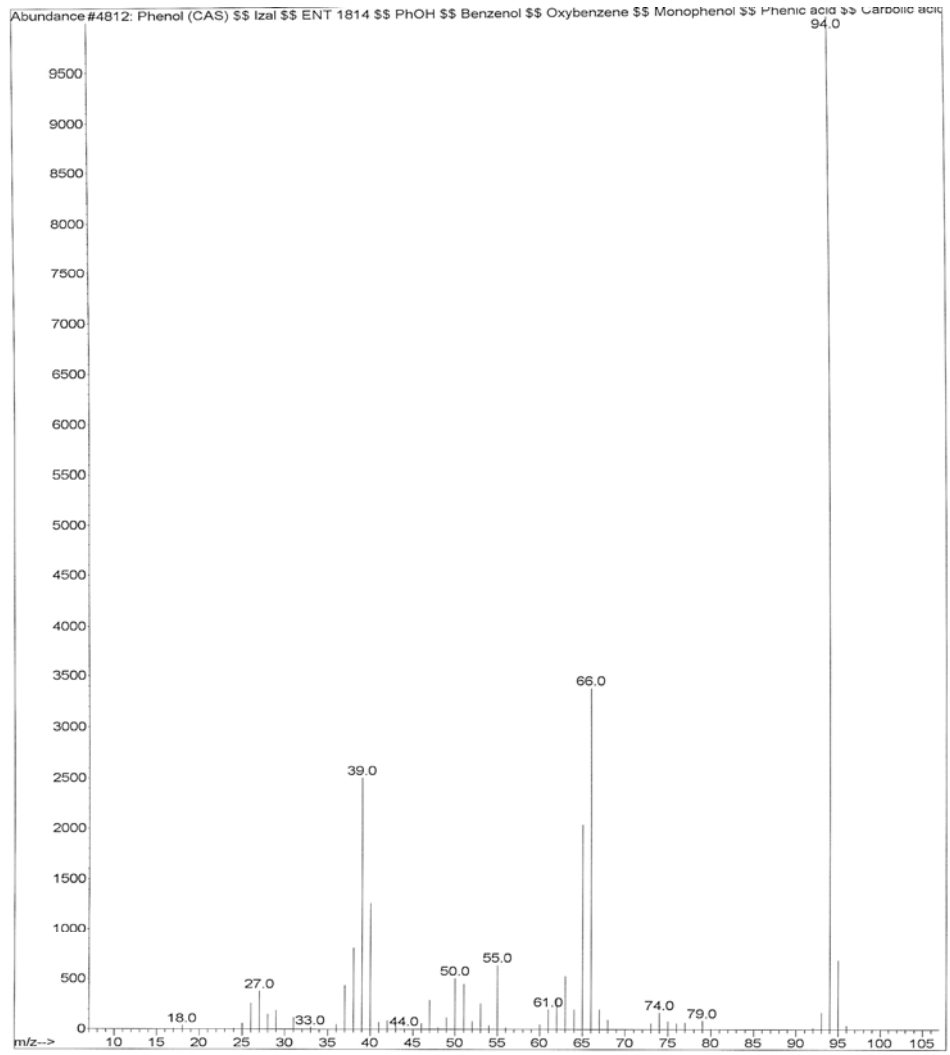
Grafik 32: m-Ksilenim Kütle Spektrumu



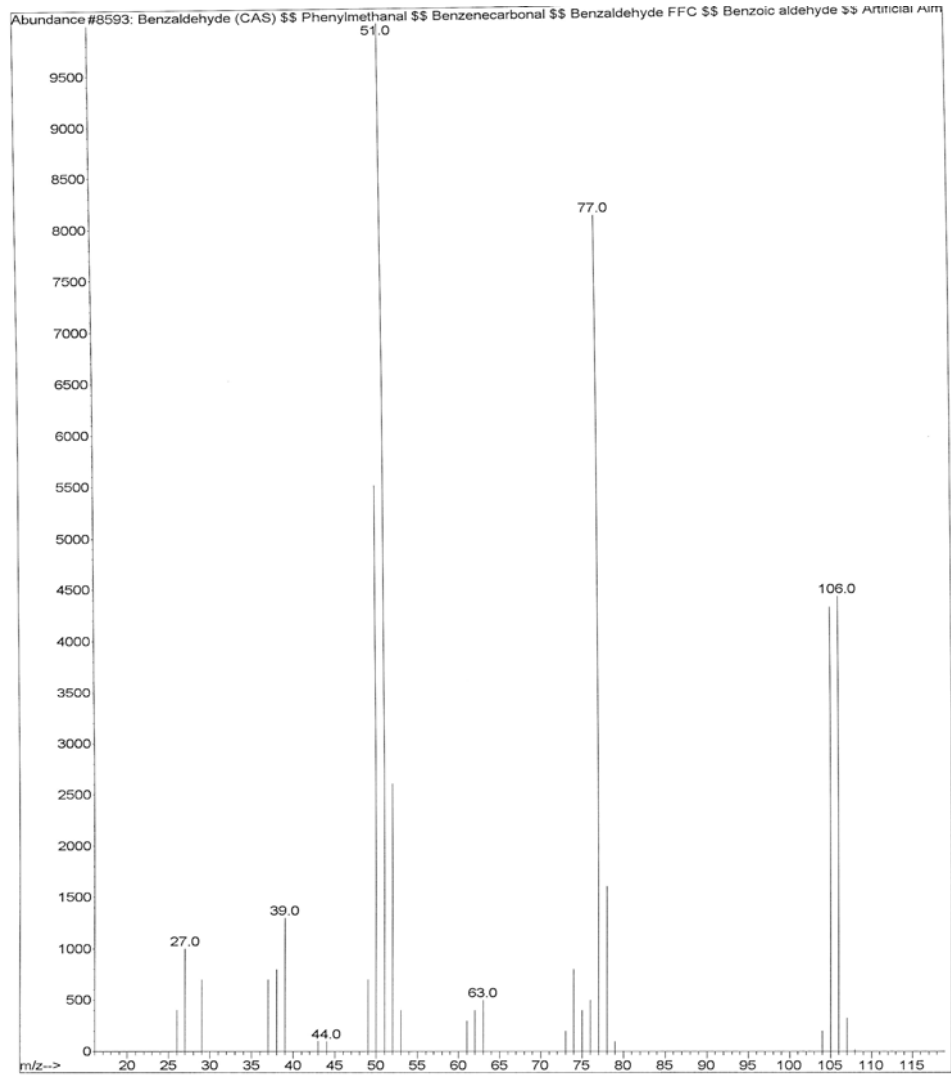
Grafik 33: Etilbenzenin Kütle Spektrumu



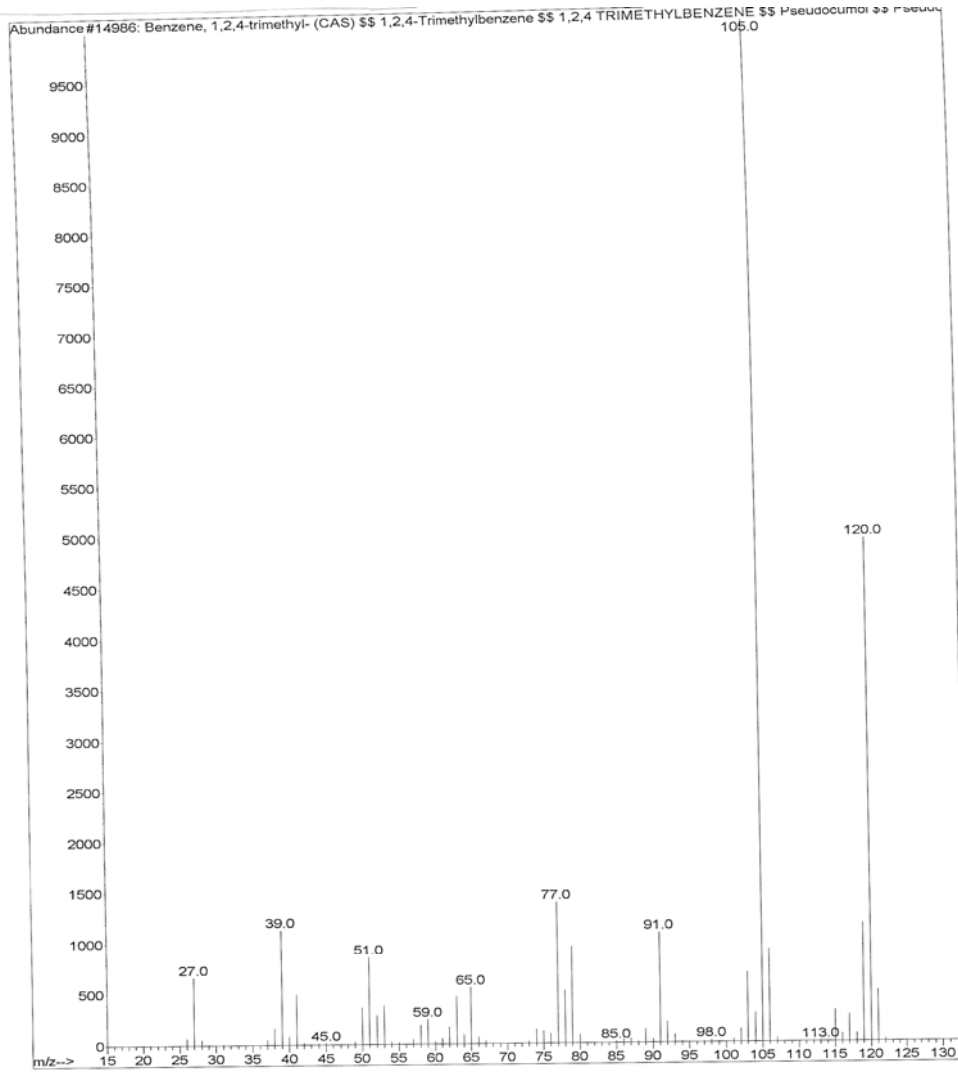
Grafik 34: Stirenin Kütle Spektrumu



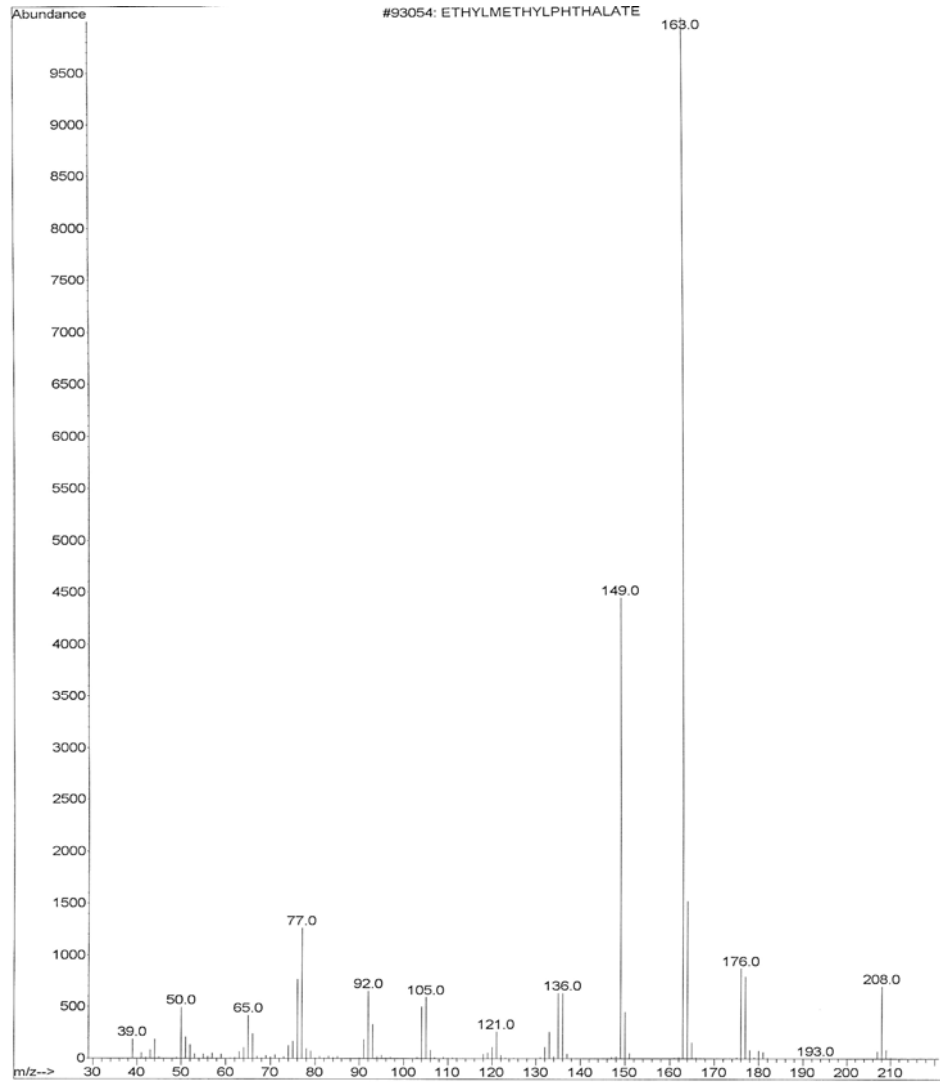
Grafik 35: Fenolün Kütle Spektrumu



Grafik 36: Benzaldehitin Kütle Spektrumu



Grafik 37: 1,2,4-Trimetilbenzenin Kütle Spektrumu



Grafik 38: Etilfitalatın Kütle Spektrumu

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

TD-GC/MS cihazı kullanılarak analiz yapılmıştır. Örnek alma işleminde Tenax tüplerini tercih etmemiz işyeri ortamında çok düşük konsantrasyonda VOC olsa bile bu uçucu maddeleri hassas bir şekilde analizini sağlamak içindir. Fakat Çalışmayı yaptığım işyerlerinde ortamdaki uçucu madde yoğunluğu yüksek çıktığından Tenax tüplerinin desorpsiyonlarında kromatogramlar değerlendirilemeyecek kadar karmaşık çıkmış bize iyi bir ayırıcılık vermemiştir. Aynı zamanda bu karmaşıklık ve çıkan piklerin sayısının çokluğu ortamda çok safsızlık olduğu fikrini vermektedir. Buda bize sanayide toluen, ksilen adı altında satılan solventlerin karışık malzemeler içerdiği veya direkt olarak bu tür malzemelerin ürünlerde kullanıldığını düşündürmektedir. Atık konumundaki bu zararlı sıvıların tekrar üretimde kullanılması işçi sağlığını olumsuz etkilemektedir. Aynı sorbent tüp ikinci desorpsiyona tabi tutulmuş elde edilen alıkonma zamanları ve kütle spektrumları karşılaştırıldığında kromatogramların ayırıcılığının arttığı bir avantaj olarak gözlemlenmiştir.

Uçucu organik bileşenlerin laboratuvar ortamındaki analizlerinde genellikle GC cihazı ile birlikte FID, ECD, MS, PID gibi farklı dedektörler kullanılmaktadır. MS dışında diğer dedektörlerde bileşenlerin tanımlanması alıkonma zamanlarının (retention time-RT) karşılaştırılmasıyla tespit edildiğinden alıkonma zamanlarının tutmadığı durumlarda tanımlama sonuçsuz kalabilir. MS cihazında ise bileşenlerin her birinin iyon yoğunluğu tespit edilir ve veri tabanındaki bilgilerle karşılaştırarak bileşenin tanımlanması yapılır.

Termal desorpsiyon sistemi maliyetinin az olması, çözücü gereksinimi olmadan sorbent tüplerin direkt desorpsiyona tabi tutulması, yüksek belirleme hassasiyetine sahip olması diğer çözücü ekstraksiyon yöntemlerine göre avantaj sağlamaktadır. Bu sistemin olumsuz yanı sorbent tüpün bir kez analiz yapılabilmesidir. Fakat bizim denemelerimizde aynı tüp ikinci desorpsiyona tabii tutulmuştur iyi bir ayırıcılık elde edilmiştir. Kalitatif analizlerde uygulanabilir gözükmektedir. Aktif olarak örneklemeler akış ölçer eşliğinde alınmalı tüpe giren havanın debisi ml/dk cinsinden bilinmelidir.

Termal desorber sisteminde çalışırken çalışmayı etkileyecek bazı bulaşma problemleri olabilir. Artefaktlar, başarılı şartlanmamış tüplerden, soğuk kapandan, taşıyıcı gazdan ve taşıyıcı gazı ileten ekipmanlardan kaynaklanabilir.

Örnek alma işlemi temmuz-ağustos gibi yaz aylarında yapılmıştır. Havaların sıcak olması nedeniyle işyerlerin çoğunda kapı ve pencerelerin açık olmasına ve mevcut olan havalandırmalarında çalışmasına rağmen analiz sonucu elde edilen kromatografik bulgular oldukça büyük bir kirlilik ile karşı karşıya kaldığını göstermektedir. Aktif olarak örnek alma işlemi yerine pasif örnek alma tercih edilmelidir ve örnek alma süresi 1 saati geçmemelidir. Aktif olarak örnek alma ve sürenin uzun tutulması kromatogramın ayırıcılığını olumsuz etkilemektedir. Örnek alma optimizasyonu için çalışma yapılan işyerleri iyice etüt edilmelidir işyeri içersinde zaman geçirilmeli günlük çalışma şartları iyi takip edilmelidir. Çalışmanın yoğun olduğu saatler, havalandırmanın durumu ve çalıştırılma şartları araştırılmalıdır. Örnek alma işlemi

aynı işyerinde yaz aylarında,kış aylarında,günün değişik saatlerinde,havalandırma sistemi çalışırken,çalışmazken ayrı ayrı alınmalı ve sonuçlar bu verilere göre değerlendirilmelidir.

Bu tez çalışmasından elde edilen veriler göstermektedirki:

1-Havalandırma sistemi işyerlerin çoğunda olmasına rağmen yetersizdir.Mevcut havalandırma sistemleri ortamdaki kirli havayı ortamdan uzaklaştıracak bir havalandırma sistemi değildir.İşyerlerine ilk girildiğinde solvent kokusu işyerinde zaman geçirmeyi engelliyecek şekilde hissedilmektedir.İşçilerin gün içersinde kirli havayı sürekli soludukları gözlemlenmiştir.

2-İş güvenliği ekipmanlarının kullanılmadığı takip edilmiştir. Eldiven ,gözlük,maske gibi en önemli ekipmanları kullanmadan bu tehlikeli kimyasallara temas etmektedirler.

3-Kullanılan maddelerin işyeri ortamı havasında bulunan miktarlarını tespit etmek için işyeri havasında emisyon ölçümü yapılmamaktadır.

4-İşyerinde kullanılan hammaddelere yönelik veya piyasaya verilen ürünlere yönelik MSDS denilen malzeme güvenlik bilgi formlarından yararlanılmadığı görülmektedir.

5-Malzeme hakkında önemli özet bilgileri barındırması gerek etiketlemeye önem verilmemektedir.

6-İşyerlerinde çalışan işçilere yeteri kadar çalıştıkları ortamın tehlikesi hakkında bilgi verilmediği ve almaları gereken kişisel tedbirlerin anlatılmadığı gözlemlenmiştir.

7-Üretimde kullanılmak üzere alınan kimyasal maddelerin analiz değerleri mutlaka istenilmelidir.Yapmış olduğumuz çalışmada piklerin karmaşıklığı ve sayısının çok olası çok sayıda safsızlık olduğu düşüncesini oluşturmuştur.

Öneriler

Günümüzde özellikle boya ve kimyasal üretimi yapan ve kullanan işletmeler kritik risklere sahiptir.Bundan dolayıdırki bu tür işletmelerin sorunlarını çözmek daha hassas davranmayı gerektirmektedir Bu konu ile ilgili çalışmaların artması, birçok eğitici ve mesleki alandaki kişilerin bilgilendirilmesini ve eğitim imkânlarını araştırmaya yöneltecektir. Çevre ve Orman Bakanlığının, Sağlık Bakanlığının, Çalışma ve Soysal Güvenlik Bakanlığının ve İl Sağlık Örgütlerinin birlikte çalışmalar yürütmesi gerektiği önemle vurgulanmalıdır.

Birçok sanayi kuruluşu ve işyerlerinde yapılacak risk değerlendirme çalışmalarında gerekli görülen ve hukuki bağlayıcılığı olan çalışma standartlarının sağlanması ve yapılandırılması gerekir.

Çalışma hayatındaki zafiyetlerin ve kayıpların hangi noktalarda oluşabileceğinin belirlenmesi en önemli aşamadır. Bunun için üreticilerin birbirleri ile koordineli çalışması, işyeri güvenliğini sağlayıcı tedbirlerin alınması, çalışan işçinin eğitim ve bilgisinin yeterli düzeye çıkarılması, mevcut olanakların, süreçlerin, ekipmanlarının, cihaz parkının, sistem tasarımlarının incelenmesi, açık noktaların ve tehditlerin araştırılması, similasyon tekniklerinin kullanılması gereklidir. Bu alanda birçok kimyasal üretim yapan fabrika ve üretim noktasında kritik süreç ve koşulların çok iyi irdelenerek gerekli önlem ve tedbirlerin alınması gerekir.

Devlet işçi sağlığı ve iş güvenliği bakımından sağlıklı çalışma ortamları yaratabilmek ve çalışanların sağlığını ve güvenliğini korumak için kanun tüzük ve yönetmelikleri yürürlüğe koymuştur. İşçilerin daha sağlıklı ve güvenli çalışma ortamlarına kavuşması için bu kurallara kesinlikle uyulması gerekmektedir. Çalışma ve sosyal güvenlik bakanlığı ile belediyeler koordineli olarak çalışmalı ve bu sorunun özölmesini sağlamalıdır.

Kimyasal maddelerin zararından korunmak için işveren ve işçiler bu maddeleri çok iyi tanımalı ve alınması gereken tedbirleri eksiksiz yerine getirmelidir. İşveren söz konusu tehlikeyi işçilerine anlatmakla, kendisinin alması gereken tedbirleri almakla ve işçilerin uygulayabileceği kişisel güvenlik tedbirlerini öğretmekle yükümlüdür. İşçilerinde bu tehlikeyi bilmeleri haklarıdır. Kendilerine öğretilen kişisel kullanım tedbirlerini kendi sağlıklarını korumak amacıyla tam uygulamaları gerekmektedir.

ÖZET

Günlük hayatın bir vazgeçilmezi olan çalışma hayatı ve çalışma ortamı içinde insan sağlığı ve hijyeni önemli bir konudur. İş güvenliği ve insan sağlığı açısından çalışma ortamında yapılan ölçüm sonuçlarını doğru değerlendirebilmek için ortam havasında değişik özelliklere sahip ve çalışanlar üzerinde çeşitli etkileri bulunan birçok kimyasalın bulunduğunu dikkate almamız gerekmektedir.

Bu tezde yer alan işyerlerine ait ilgili noktalarda atmosfere karışan emisyonların belirlenmesi amacıyla çeşitli tarihlerde örnekleme yapılmıştır. Örnekleme sorbent tüplerin “Air Lite” marka örnekleme pompası ile aktif ve pompa olmaksızın pasif olarak gerçekleştirilmiştir. Alınan örnekler Adli Tıp Enstitüsü Toksikoloji Laboratuvarında bulunan “Markes” marka Termal Desorber ekipmanlı GC-MS sisteminde analiz edilmiştir.

Literatür verilerine göre uçucu organik maddelerin Termal Desorber ekipmanlı GC cihazı ile analizlerinin yaygın olduğu bilinmektedir. Bu tez için kullanılan sistemin GC cihazına bağlı kütle spektrometresi olması şimdiye kadar GC'nin diğer dedektörleri kullanılarak yapılan analizlere kıyasla daha fazla avantaj ve doğruluk kazandırmaktadır. Risk değerlendirmesi açısından BTEX bileşikleri hem kanserojen (benzen) hem de kanserojen olmayan bileşikler (toluen, etilbenzen, mpo-ksilenler) içerdiğinden dolayı çalışma kapsamına alınan işyerlerinde çok daha iyi bir değerlendirmenin yapılacağı düşünülmüştür. Bu iş yerlerin atmosferinde en yoğun rastlanan uçucu organik maddelerin neler olduğunun belirlenmesi de GC/MS sistemi varlığında çalışmanın ana hedeflerinden biridir.

İş yeri kirleticileri, işçi sağlığı ve iş güvenliğini tehdit etmekte, bu yönde tıbben ve hukuken gerekli önlemlerin alınması, insan ve çevre sağlığı ile güvenlik açısından önem arz etmektedir.

Anahtar Kelimeler: İşçi, Kimyasal Madde, Teknoloji, Sağlık, Çevre, Çözücüler

ABSTRACT

Human health and hygiene is an important issue in working life and working environment which is an indispensable thing of daily life. To be able to evaluate the results of measurements well carried out in working environment in terms of occupational safety and human health, we must take into account that there are several chemicals having diverse affects on employees and ambient air has different characteristics

Modelling was done in different times with the aim of determining the emissions flew into atmosphere in related points which belong to offices in this thesis. Modelling was carried out actively with modelling pump “Air lite” brand of sorbent tube and passively without the pump. Samples were analyzed in GC-MS system with the equipment of “Markes” brand Termal Desorber in the Toxicology Laboratory of Institute of Forensic Sciences and Legal Medicine.

According to the information of literature, it is known that the analysis of volatile organic matters with the GC device with equipment of Termal Desorber is common. For The system used for this thesis having mass spectrometer depending on GC device provides more advantages and accuracy in comparison with analyses ever made by being used other detectors of GC. Because BTEX compounds include both carcinogen (benzene) and non-carcinogen compounds (toluen, ethyl benzene, mpo-xylenes) in terms of risk assessment, making a better assessment was thought. Additionally, determining what the most seen volatile organic matters in the atmosphere of related offices are will be one of the main objectives of the study.

Working place pollutants threatens workers health and occupational safety, taking the necessary precautions medically and legally has importance in terms of people and environment health and safety.

Key Words: Worker, Chemical substance, Technology, Health, Environment, Solvents

KAYNAKLAR

- 1) İmdat, DEMİR, TMMOB Bursa İl Koordinasyon Merkezi, “Bursa Kentine Yönelik Çözümler” Bursa 2009
- 2) Mustafa TAYAR <http://homepage.uludag.edu.tr/~mtayar/zoonoz%20ziraat.htm> erişim 15.08.2009
- 3) İşyeri Hekimliği Ders Notları Türk Tabipler Birliği Yayını Yayın No:002/2000
- 4) İbrahim ÖZTÜRK, “İktisadi Girişim ve İş Ahlakı Derneği” İGİAD Yayınları Yayın no 8 Rapor sayı 1 İstanbul 2008
- 5) Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı “İş Güvenliği ve İşçi Sağlığı 4857 Sayılı Kanun” 2003
- 6) 09 Aralık 2003 Tarihli Resmi Gazete Sayı: 25311
- 7) Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı “İş Güvenliği ve İşçi Sağlığı Taslağı” Ankara 2003
- 8) Özkan T. Lajunen T. “Güvenlik Kültüre ve İklimi” Pivolka, 2003 2(10), 3 – 4
- 9) İş Sağlığı ve Güvenliği Prof..Dr.Alp Esin mart 2006
- 10) MIL-HDBK–189 Military Handbook “Reliability Growth Management”, USA 1990
- 11) <http://209.85.229.132/search?q=cache:1n6Q142DbcMJ:www.csgb.gov.tr>
- 12) Türkiye Kimya Sanayicileri Derneği, “Uluslararası Kimyasalların Kontrolü (ILO) Sistemi”
- 13) İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü 2007 Ankara
- 14) Özlem ÖZKILIÇ İş güvenliği mart 2009 yıl5/sayı 15
- 15) İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü 2007 Ankara
- 16) Ç.S.G.B. İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü 2007 Ankara
- 17) Kimya Mühendisleri Odası Sürekli Yayınları Dergisi Yayın No: 172 2009 Ankara
- 18) Ç.S.G.B. İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü 2007 Ankara
- 19) Bengü Nisa AKAY, Ankara Üniv. Tıp Fakültesi, Dâhili Tıp Bilimleri A.B.D. Tıp Dergisi Sayı: 172 2007
- 20) Durdu A, “İş Sağlığı ve İş Güvenliği Düzenlemeleri ile İlgili İş görenlerin Tutumlarını Belirlemeye Yönelik Bir Araştırma”, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul 2006
- 21) Akay E. “Türkiye’de İş Sağlığı ve İş Güvenliği, Avrupa Birliği Ülkeleri İle Karşılaştırılması ve Bir Hizmet Modeli Önerisi”, Yayınlanmamış yüksek Lisans Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Zonguldak 2006
- 22) Paksoy M., (2000) “İşletmelerde İşçilerin Yönetime Katılımına İlişkin Bir Yaklaşım Önerisi: Not Alma ve Düşünme Odası (Taking Note and Thinking Room) ve Ş.Urfa’da Faaliyet Gösteren Sanayi İşletmeleri Yöneticileri ve İşçileri ile Karşılaştırmalı Bir Anket Çalışması”, 8. Ulusal Yönetim ve Organizasyon Kongresi, 25-27 Mayıs 2000, Nevşehir, 513-528.
- 23) Steinheider et al., 1998; Wing and Wolf, 2000; Schiffman et al 2001

- 24) DPT, “Madencilik Özel İhtisas Komiyonu Endüstriyel Hammaddeler Alt Komisyonu Diğer Endüstri Mineralleri Çalışma Grububu Raporu” Cilt 2 Mart 1996
- 25) Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş ve İşçi Sağlığı Genel Müdürlüğü Ankara 2007
- 26) Toksikoloji Zehirlenmelerde Tanı ve Tedavi Prof.Dr.İsmet DÖKMECİ
- 27) Ümit ÇAKAZ, “Uçucu Organik Bileşikler” <http://www.skyred.net/voc-volatile-organic-components-ucucu-organik-bilesikler-t1328.0.html;wap2=> Erişim 10.12.2009
- 28) Türkiye Mimarlar Mühendisler Odası Şubat 2009 Raporu
- 29) ROBINSON J, NELSON WC. National Human Activity Pattern Survey Data Base. United States Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, 1995 s. 145
- 30) VURAL MS, BALANLI A. Yapı ürünü kaynaklı iç hava kirliliği ve risk değerlendirme de ön araştırma. Megaron YTÜ Mimarlık Fakültesi Dergisi 2005 1(1): 28–39
- 31) Nevin VURAL, “Toksikoloji” Ankara Üniv. Ecz.Fak. Yay. Yayın no 48
- 32) NORBACK D, BJORNSSON E, JANSON C, WIDSTROM J, BOMAN G. Asthma and the indoor environment: the significance of emission of formaldehyde and volatile organic compounds from newly painted indoor surfaces. Occupational and Environmental Medicine. 52(69): 388–395, 1995.
- 33) SANDMEYER EE. Aromatic hydrocarbons. S 3253–3431, 1982. [Editörler: GD CLAYTON; FE CLAYTON: Patty’s Industrial Hygiene and Toxicology, 3 rd Edition, Wiley, New York].
- 34) V.Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi 5-8 Ekim 2004 Taksim International Abant Palace, Abant İzzet Baysal Üniversitesi & Biyologlar Derneği, Abant- Bolu. Bildiri Kitabı (Doğa ve Çevre), 67–98, Biyologlar Derneği, 2004 İzmir
- 35) Ümit ÇAKAZ, “Uçucu Organik Bileşikler” <http://www.skyred.net/voc-volatile-organic-components-ucucu-organik-bilesikler-t1328.0.html;wap2=> Erişim 10.12.2009
- 36) <http://fbe.trakya.edu.tr/tujs> Trakya Univ J Sci, 7(2): 109–116, 2006 ISSN 1305–6468 DIC: 205BAKT720612060107
- 37) Çernobil Nükleer Kazası Sonrası Türkiye’de Kanser Birinci Baskı, Nisan 2006 Türk Tabipleri Birliği Yayınları ISBN 975–6984–80–5
- 38) Çernobil Nükleer Kazası Sonrası Türkiye’de Kanser Birinci Baskı, Nisan 2006 Türk Tabipleri Birliği Yayınları ISBN 975–6984–80–5
- 39) Tuba KOCAKAYA, “Statik ve Kinetik Heykel Sanatı ve Kimyasal Kullanımı” Bitirme Tezi Çanakkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çanakkale 2007
- 40) Zeki ÇOBANOĞLU, “Çevre Sağlığı Boyutlarıyla Habitat II ve Kent Çevresi” Ankara 1997
- 41) İşyerinde Oluşan Mesleki Kanserler Erol KURAL İş güvenliği Aralık 2008 Sayı 14
- 42) Çağatay GÜLER, “Çevre Sağlığı Boyutlarıyla Habitat II ve Kent Çevresi” Ankara 1997

- 43) ATSDR, 1997
- 44) MARONİ M, SEİFERT B, LINDVALL T. Indoor Air Quality-A Comprehensive ve Reference Book Elsevier, 1995
- 45) GUO H, MURRAY F. Characterization of total volatile organic compound emissions from paints. Clean Product and Processes. 3.42–8, 2001
- 46) WALLACE LA. Comparison of risks from outdoor and indoor exposure to toxic chemicals. Environmental Health Perspectives. 95(1):7–13, 1991b.
- 47) BROOKS BO, UTTER GM, DEBROY JA, SCKIMKE RD. Indoor air pollution: an edifice complex. Clinical Toxicology. 29(3):315–374, 1991.
- 48) F.TAŞPINAR, E. ÇÖKELEK, E. DURMUŞOĞLU, A. KARADEMİR Kocaeli Üniversitesi Çev. Müh. 2007
- 49) G.DEMİREL, S.ÖRNEKTEKİN, T.DÖĞEROĞLU Hava Kirliliği ve Kontrolü Ulusal Sempozyumu-2008, 22-25 Ekim 2008 Hatay (MATRA Projesi)
- 50) S. YALAKİ Çukurova Üniversitesi Kimya Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi
- 51) RUDDY E.N. CARROLL L.A. 1993 Select The Best VOC Control Strategy chem.Eng.Progress July 1993
- 52) Öge PM, Yazıcı J, Boyacıyan A, Eryıldız D, Örnek I, Konyalıoğlu R, Cengiz S, Okşak ÖZ, Asar S, Baslo A İstanbul Üniv. İst. Tıp. Fak. Nöoloji Bl. Muscle & Nerve, 17(12):1416-1430 DEC 1994
- 53) MOLHAVE L. Indoor air pollution due to building materials. Proceedings of the First International Indoor Climate Symposium, S. 89. 1979, Copenhagen, Denmark
- 54) MOLHAVE L. Indoor air pollution due to building materials. Proceedings of the First International Indoor Climate Symposium, S. 89. 1979, Copenhagen, Denmark
- 55) BROWN SK, SIM MR, ABRAMSON NJ, GRAY CN. Concentrations of volatile organic compounds in indoor air- a review. Indoor Air. 4.123–134, 1994
- 56) FELLIN P, OTSON R. Assessment of the influence of climatic factors on concentration levels of volatile organic compounds (UOBs) in Canadian homes. Atmospheric Environment. 28(22):3-6, 1994.
- 57) H Beving, G Tornling P Olsson British Journal of Industrial Medicine 1991;48: 499–501; DOI: 10.1136/oem.48.7.499
- 58) US EPA, 1998 a,b ARKAYA
- 59) Norback ve Ark., 1995
- 60) Bursa Çevre Merkezi BTO Organize Sanayi Bölgesi Müdürlüğü Bursa 2005
- 61) Bursa Çevre Merkezi BTO Organize Sanayi Bölgesi Müdürlüğü Bursa 2005

- 62) TÜBİTAK, Ulusal Meteoroloji Enstitüsü "Atıksu Kimyasal Oksijen İhtiyacı Tayini Yeterlilik Testi Raporu" Rapor No: KAR-G3KI-120.2006.02
- 63) Biological Monitoring for Exposure to Volatile Organic Compounds, www.iupac.org/publications/pac/2000/7203/7203.pdf heinrich-ramm_385.pdf, Erişim Tarihi: 18.01.2006
- 64) Nevin VURAL, "Toksikoloji" Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Yayın No: 73 ISBN: 975-482-289-1 Ankara 2005
- 65) Mustafa İLÇİN, "Yabancı-Yeni Biyolojik Kavramların Türkçeleştirilmesinde Uygulanan Yöntemler, Kurallar ve Mantık Sistemleri" Yüzüncü Yıl Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi Van 2007
- 66) Nevin VURAL, "Toksikoloji" Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Yayın No: 73 ISBN: 975-482-289-1 Ankara 2005
- 67) Sağlık Bakanlığı Sağlık Hizmetleri Okul Sağlık Kitabı, Yayın No: 719 ISBN 978-975-590-236-4 HB Yayın No: SB-HM-2007-17 Mayıs 2008
- 68) Sağlık Bakanlığı Sağlık Hizmetleri Okul Sağlık Kitabı, Yayın No: 719 ISBN 978-975-590-236-4 HB Yayın No: SB-HM-2007-17 Mayıs 2008
- 69) Hakan MIZRAK, "Kanser Riskleri ve Kanser Oluşumu" Alternatif Kanser Merkezi İstanbul 2007
- 70) Hamideh, S.A. „A Review of the literature regarding non-methane and VOC in municipal solid waste landfill gas“ Department of Civil and Environmental Engineering University of Delaware, Newark, Delaware, 1-3, 5-9-21, (2000).
- 71) USEPA, „Determination of VOC in ambient air using active samplers onto sorbent tubes“, Compendium of Methods for the determination of toxic organic compounds in ambient air, Second Ed. Compendium Method TO-17 US.EPA (1999).
- 72) Y.T Gagnon ve G. David Foley, NIOSH/DPSE, NIOSH Manual of Analytical Methods (NMAM), Fourth Edition, 8.15.94.
- 73) A.W. Teass, NIOSH/DPSE, NIOSH Manual of Analytical Methods (NMAM), Fourth Edition, 8.15.94.
- 74) Kevin J. Cummins, NIOSH/DPSE, NIOSH Manual of Analytical Methods (NMAM), Fourth Edition, 8.15.94. Organic Methods Evaluation Branch OSHA Analytical Laboratory Salt Lake City, UTAH
- 75) Rainar A. Hallama, Erwin Rosenberg, Manfred Grasserbauer, 1998. Development and application of a thermal desorption method for the analysis of polar volatile organic compounds in workplace air, J. Chrom. A, 809 (1998) 47-63.
- 76) H. Kawashimaa, S. Minamib, Y. Hanaic, A. Fushimi, (2006) "VOC Emission Factors from Roadside Measurement", Atmospheric Environment 40 (2006) 2301-2312.

- 77) J. Leach, A. Blanch, A. C. Bianchi “VOC in an Urban Airborne Environment Adjacent to a Municipal Incinerator, Waste Collection Center and Sewage Treatment Plant”, *Atmospheric Environment* 33 (1999) 4309-4325.
- 78) V.F. Villarrenaga, P. L. Mahia, S. Muniategui-Lorenzo, D.P. Rodriguez, E.F. Fernandez, X. Tomas, “C1 to C9 VOC Measurements in urban Air”, *Science of The Total Environment*, 334-335 (2004) 167-176
- 79) Bengü Nisa AKAY, Ankara Üniv. Tıp Fakültesi, Dâhili Tıp Bilimleri A.B.D. Tıp Dergisi Sayı: 172 2007
- 80) Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı 2004
- 81) İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü 2007 Ankara
- 82) Nevin VURAL, “Toksikoloji” Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Yayın No: 73 ISBN: 975-482-289-1 Ankara 2005
- 83) İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü 2007 Ankara

İNTERNET KAYNAKLARI

- http://www.toraks.org.tr/pdf/hava_kir_semp/dis_ortam_hava_kirliligi.pdf erişim 14/10/2009
- <http://homepage.uludag.edu.tr/~mtayar/zoonoz%20ziraat.htm> erişim 15.08.2009
- <http://209.85.229.132/search?q=cache:1n6Q142DbcMJ:www.csgeb.gov.tr> erişim 11.10.2009
- www.isggm.gov.tr erişim 10.07.2009
- www.csgeb.gov.tr , www.isggm.gov.tr erişim 21.11.2009
- www.isggm.gov.tr erişim 19.10.2009
- http://www.tmmob.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=3215&tipi=16 erişim 11.10.2009
- www.tmmob.org.tr erişim 02.12.2009
- <http://www.skyred.net/voc-volatile-organic-components-ucucu-organik-bilesikler-t1328.0.html;wap2=> erişim 10.12.2009
- <http://fbe.trakya.edu.tr/tujs> Trakya Univ J Sci, 7(2): 109–116, 2006 ISSN 1305–6468 DIC: 205BAKT720612060107 erişim 10.08.2009
- http://whqlibdoc.who.int/publications/2009/9789283204237_tur_p105-188.pdf Erişim 15/12/2009
- <http://tr.wikipedia.org> erişim 10.08.2009
- www.tuik.gov.tr erişim 14/08/2009
- www.osha.gov.tr 15/11/2009
- www.who.int 19/12/2009

EKLER

Ek – A (İş Sağlığı ve İş Güvenliği Mevzuatı)

İş sağlığı ve iş güvenliği açısından yönetime katılımı güvence altına alan en önemli kanun maddesi 4857 sayılı iş kanununun işveren ve işçilerin yükümlülüklerini düzenleyen 77. maddesidir. Gerçekten de iş sağlığı ve iş güvenliği açısından işverenlerin kusursuz sorumluluğunu düzenleyen bu maddeye göre “İşverenler işyerlerinde iş sağlığı ve güvenliğinin sağlanması için gerekli her türlü önlemi almak, araç ve gereçleri noksansız bulundurmak, işçiler de iş sağlığı ve güvenliği konusunda alınan her türlü önleme uymakla yükümlüdürler.” Bu maddeyi iş hukukunun işçiyi koruyucu vasfını ve işçi lehine yorum ilkesini göz önüne alarak yorumlayacak olursak, işverenin işyerinde iş sağlığı ve iş güvenliğini gerçekleştirmek için alması gereken her türlü tedbire yönetime katılma tekniklerini de ilave edebiliriz(79).

9 Aralık 2003 Tarihli ve 25311 Sayılı Resmi Gazetede yayınlanan “İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği” 5 Bölüm ve 19 Maddeden oluşmaktadır(80).

Bu çıkarılan yönetmelik iş ve işçi sağlığı yönünden önemli yaptırımlar içermektedir. Hem çalışanlar yönünden hem de iş yeri sahipleri ve işletmecilerine büyük görevler ve yaptırımları yüklemektedir. Bu yönetmeliği incelediğimizde;

Madde 1: Bu yönetmelik, işyerlerinde sağlık ve güvenlik şartlarının iyileştirilmesi için alınacak önlemleri belirler. Bu amaçlar;(80).

- a.) Mesleki risklerin önlenmesi, sağlık ve güvenliğin korunması, risk ve kaza faktörlerinin ortadan kaldırılması,
- b.) İş sağlığı ve güvenliği konusunda işçi ve temsilcilerinin eğitimi, bilgilendirilmesi, görüşlerinin alınması ve dengeli katılımlarının sağlanması,
- c.) Yaş, cinsiyet ve özel durumları sebebi ile özel olarak korunması gereken kişilerin çalışma şartları ile ilgili genel prensipler ve diğer hususlar bu yönetmelikte düzenlenmiştir.

Madde 2: Bu yönetmelik, 22.05.2003 tarihli 4857 sayılı iş konunun kapsamına giren tüm işyerlerini kapsamaktadır(80).

Madde 3: Bu yönetmelikte geçen;(80).

Madde 4: Bu yönetmelikte geçen;(80).

- a.) Risk değerlendirmesi, işyerlerinde var olan ya da dışarıdan gelebilecek tehlikelerin, işçilere, işyerine ve çevresine verebileceği zararların bunlara karşı alınacak önlemlerin belirlenmesi amacıyla yapılması gereken çalışmaları,
- b.) Sağlık ve güvenlik işçi temsilcisi, işyerinde sağlık ve güvenlik konularında işçileri temsil etmeye yetkili kişiyi,
- c.) Önleme, mesleki riskleri önlemek veya azaltmak için işyerinde yapılan işlerin bütün aşamalarında planlanmış veya alınmış önlemlerin tümünü.

Madde 5: İşverenlerin yükümlülükleri ile ilgili genel hükümler aşağıdaki gibi belirtilmiştir(80).

- a.) İşveren, işle ilgili her konuda işçilerin sağlık ve güvenliğini korumakla yükümlüdür.
- b.) İşverenin iş sağlığı ve güvenliği konusunda işyeri dışındaki uzman kişi veya kuruluşlardan hizmet alması bu konudaki sorumluluğunu ortadan kaldırmaz.
- c.) İşçilerin iş sağlığı ve güvenliği konusundaki yükümlülükleri, işverenin sorumluluğu ilkesini etkilemez.

Madde 6: İşveren aşağıda belirtilen sağlık ve güvenlikle ilgili hususları yerine getirmekle yükümlüdür(80).

- a.) İşveren, işçilerin sağlığını ve güvenliğini korumak için mesleki risklerin önlenmesi, eğitim ve bilgi verilmesi dâhil gerekli her türlü önlemi almak, organizasyonu yapmak, araç ve gereçleri sağlamak zorundadır. İşveren, sağlık ve güvenlik önlemlerinin değişen şartlara uygun hale getirilmesi ve mevcut durumun sürekli iyileştirilmesi amaç ve çalışması içinde olacaktır.
- b.) İşveren, sağlık ve güvenliğin korunması ile ilgili önlemlerin alınmasında aşağıdaki genel prensip uymak zorundadır.
 1. Risklerin önlenmesi,
 2. Önlenmesi mümkün olmayan risklerin değerlendirilmesi,
 3. Risklerle kaynağında mücadele edilmesi,
 4. İşin kişilere uygun hale getirilmesi için, özellikle işyerlerinin tasarımında, iş ekipmanları, çalışma şekli ve üretim metodlarının seçiminde özen gösterilmesi, özellikle de monoton çalışma ve önceden belirlenmiş üretim temposunun hafifletilerek bunların sağlığa olumsuz etkilerinin en aza indirilmesi,
 5. Teknik gelişimleri uyum sağlanması,
 6. Kimyasal risklerin ortadan kaldırılması,
 7. Kimyasal üretim yapan kurumların işçi sağlığı ve iş güvenliği tedbirlerini alması,
 8. Tehlikeli olanların, tehlikesiz veya daha az tehlikeli olanlarla değiştirilmesi,
 9. Teknolojinin, iş organizasyonunun, çalışma şartlarının, sosyal ilişkilerinin çalışma ortamı ile ilgili faktörlerin etkilerini kapsayan genel bir önleme politikasının geliştirilmesi,
 10. Toplu korunma önlemlerine, kişisel korunma önlemlerine göre öncelik verilmesi,
 11. İşçilere uygun talimatların verilmesi,
- c.) İşveren, işyerinde yapılan işlerin özelliklerini dikkate alarak;
 - 1.) Kullanılacak iş ekipmanının, kimyasal madde ve preparatlarının seçimi, işyerindeki çalışma düzeni gibi konular da dahil işçilerin sağlık ve güvenliği yönünde tüm riskleri değerlendirir. Bu değerlendirme sonucuna göre; işyerince alınan önleyici tedbirler ile seçilen çalışma şekli üretim yöntemleri, işçilerin sağlık ve güvenlik

yönünden korunma düzeyini yükseltmeli ve işyerinin idari yapılanmasının her kademesinde uygulanmalıdır.

- 2.) Bir işçiye herhangi bir görev verilirken, işçinin sağlık ve güvenlik yönünden uyguladığını göz önüne alır.
 - 3.) Yeni teknolojinin planlaması ve uygulanmasının, seçilecek iş ekipmanının çalışma ortam ve koşullarına, işçilerin sağlığı ve güvenliğine etkisi konusunda işçiler veya temsilcileri ile istişarede bulunur.
 - 4.) Ciddi tehlike bulunduğu bilinen özel yerlere sadece yeterli bilgi ve talimat verilen işçilerin girebilmesi için uygun önlemleri alır almak zorundadır.
- d.) Aynı işyerinin birden fazla işveren tarafından kullanılması durumunda işverenler, yaptıkları işin niteliğini dikkate alarak, iş sağlığı ve güvenliği ile iş hijyeni önlemlerinin uygulanmasında işbirliği yaparlar ve yapmak zorundadırlar. Mesleki risklerin önlenmesi ve bunlardan korunma ile ilgili çalışmalarını koordine eder ve etmek zorundadırlar. Birbirlerini ve birbirlerinin işçi veya işçi temsilcilerini riskler konusunda bilgilendirir ve bilgilendirmek zorundadırlar.
- e.) İş sağlığı ve güvenliği iş hijyeni konusunda alınacak önlemler hiçbir şekilde işçilere mali yük getirmez, bu oluşan ve oluşabilecek mali yükten işçi sorumlu tutulamaz. Bir mali istekte bulunulamaz.

Madde 7: İşyerinde sağlık ve güvenlikle ilgili koruyucu ve önleyici hizmetlerin yerine getirilmesi için aşağıda belirtilen hususlar uygulanacaktır(80).

- a.) Bu yönetmeliğin 5 ve 6 ncı maddelerinde belirtilen yükümlülükler saklı kalmak kaydı ile işveren işyerindeki sağlık ve güvenlik risklerini önlemek ve koruyucu hizmetleri yürütmek üzere, işyerinden bir veya birden fazla kişiyi görevlendirir.
- b.) Sağlık ve güvenlikle görevli kişiler, işyerinde bu görevlerini yürütmeleri nedeni ile hiçbir şekilde dezavantajlı duruma düşmezler. Bu kişilere, söz konusu görevlerini yapabilmeleri için yeterli zaman verilir.
- c.) İşyerinde bu görevleri yürütebilecek nitelikte personel bulunmaması halinde, işveren dışarıdan bu konuda yeterlilik belgesi olan uzman kişi veya kuruluşlardan hizmet ve yardım alabilir.
- d.) İşveren hizmet aldığı kişi veya kuruluşlara, işçilerin sağlığı ve güvenliğini etkilediği bilinen veya etkilemesi muhtemel faktörler hakkında bilgi vermelidir. Bu kişi veya kuruluşlar, bu yönetmeliğinin 10 uncu maddesinin (b) bendinde sözü edilen işçiler ve bu işçilerin işverenleri hakkındaki gerekli bilgilere de ulaşabilmelidirler.
- e.) İşyerinde sağlık hizmetlerinin yürütülmesi için;
 - 1.) Görevlendirilen kişiler gerekli nitelik, bilgi ve beceriye sahip olacaktır.

- 2.) Dışarıdan hizmet alınan kişi veya kuruluşlar gerekli kişisel beceri, mesleki bilgi ve donanıma sahip olacaktır.
 - 3.) Görevlendirilen kişi veya dışarıdan hizmet alınan kişi veya kuruluşların sayısı; işyerinin büyüklüğü, maruz kalınabilecek tehlikeler ve işçilerin işyerindeki dağılımı dikkate alınarak, koruyucu ve önleyici çalışmaların organizasyonunu yapmaya ve yürütmeye yeterli olacaktır.
- f.) İşyeri içinde veya dışındaki kişi veya kuruluşların bu maddede belirtilen sağlık ve güvenlik risklerini önleme ve risklerden korunma ile ilgili görev ve sorumlulukları açık olarak belirlenmiştir. Bu kişi ve kuruluşlar gerektiğinde birlikte çalışırlar.
- g.) İşyerinin yeterli mesleki bilgi, beceriye ve donanıma sahip olması halinde, işyerinin büyüklüğü, işin niteliği ve işçi sayısı dikkate alınarak bu maddenin (a) bendinde belirtilen hususlarının yerine getirilmesi sorumluluğunu kendisi üstelenebilir.
- h.) İş sağlığı ve güvenliği konularında hizmet verecek kişi ve kuruluşların nitelikleri ve belgelendirilmesi ile işyerinin sorumluluğu hangi hallerde üstlenebileceği ile ilgili usul ve esaslar Çalışma Bakanlığı tarafından belirlenecektir.

Madde 8: İlk yardım, yangınla mücadele ve kişilerin tahliyesi, ciddi ve yakın tehlike ile ilgili uyulacak hususlar aşağıdaki gibi belirtilmiştir(80).

- a.) İşveren;
- 1.) İşyerinin büyüklüğünü, yapılan işin özelliğini ve işyerinde bulunan işçilerin ve diğer kişilerin sayısını dikkate alarak; ilkyardım, yangınla mücadele ve kişilerin tahliyesi için gerekli tedbirleri alır almak zorundadır.
 - 2.) Özellikle ilkyardım, acil tıbbi müdahale, kurtarma ve yangınla mücadele konularında, işyeri dışındaki kuruluşlarla irtibatı sağlayacak gerekli düzenlemeleri yapar ve yapmak zorundadır.
- b.) İşveren, (a) bendinde belirtilen ilkyardım, yangınla mücadele ve tahliye işleri için, işyerinin büyüklüğü ve taşıdığı özel tehlikeleri dikkate alarak, bu konuda eğitilmiş, uygun donanıma sahip yeterli sayıda kişiyi görevlendirir.
- c.) İşveren;
- 1.) Ciddi ve yakın tehlikeye maruz kalan veya kalma riski olan tüm işçileri, tehlikeler ile bunlara karşı alınmış ve alınacak önlemler hakkında mümkün olan en kısa sürede bilgilendirir.
 - 2.) Ciddi, yakın ve önlenemeyen tehlikeli durumda, işçilerin işi bırakarak derhal çalışma yerlerinden ayrılıp güvenli bir yere gidebilmeleri için gerekli talimatı verir ve gerekenleri yapar.

- 3.) Ciddi ve yakın tehlike durumunun devam ettiği çalışma şartlarında, zorunlu kalınması halinde, gerekli donanımına sahip ve özel olarak görevlendirilen kişiler hariç, işçilerden çalışmaya devam etmelerini istemeyecektir isteyemez.
- d.) Ciddi, yakın ve önlenemeyen tehlike durumunda işyerini veya tehlikeli bölgeyi terk eden işçiler bu hareketleri nedeni ile dezavantajlı duruma düşmeyecek ve herhangi bir zarar görmeyecektir.
- e.) İşveren, işçilerin kendileri veya diğer kişilerin güvenliği için ciddi ve yakın bir tehlike olduğunda ve amirine hemen haber vermedikleri durumlarda, kendi bilgileri doğrultusunda ve mevcut teknik donanımlar ile tehlikenin sonuçlarının engellenmesi için gerekeni yapabilecek durumda olmalarını sağlamak zorundadır. İşçiler, kendi görevlerini yapmakta ihmal veya kusurlu davranışları olmadıkça bu hareketlerinden dolayı dezavantajlı duruma düşmezler sorumlu tutulamazlar.

Madde 9: İşveren yukarıda belirtilen yükümlülükleri ile beraber aşağıdaki hususları yerine getirmekle yükümlüdür zorundadır(80).

- a.) İşveren;
- 1.) İşyerinde risklerden özel olarak etkilenebilecek işçi gruplarının durumunu da kapsayacak şekilde sağlık ve güvenlik yönünden risk değerlendirmesi yapar ve yapmak zorundadır.
 - 2.) Risk değerlendirmesi sonucuna göre, alınması gereken koruyucu önlemlere ve kullanılması gereken koruyucu ekipmana karar verir.
 - 3.) Üç günden fazla işgünü kaybı ile sonuçlanan iş kazaları ile ilgili kayıtları tutar buna yönelik gerekli tedbir ve önlemleri hızlı olarak alır ve uygular.
 - 4.) İşçilerin uğradığı iş kazaları ile ilgili rapor yapar ve çıkan rapor sonuçlarına yönelik gerekli işlemleri yapar önlemleri alır, oluşan ya da oluşabilecek riskleri önleme açısından gerekli yapılanmayı sağlar.
- b.) (a) bendinin (1) ve (2) numaralı alt bentlerinde belirtilen çalışmalar ve değerlendirmelerle ilgili kayıt ve dokümanların hazırlanması ile (a) bendinin (3) ve (4) numaralı alt bentlerinde belirtilen belgelerin düzenlenmesi, işyerinin büyüklüğü ve yapılan işin niteliğine göre, Bakanlıkça belirlenen usul ve esaslara uygun işlem ve uygulama yapılır.

Madde 10: İşyerinde iş sağlığı ve güvenliği hizmetlerinin etkin bir biçimde sürdürülebilmesi için işçilerin bilgilendirilmesi esastır. Bu amaçla; (80).

- a.) İşveren, işyerinin büyüklüğüne göre;
- 1.) İşyerinin geneli ile işçinin çalışmakta olduğu bölümde veya yaptığı her işte yürütülen faaliyetler, sağlık ve güvenlik riskleri, koruyucu ve önleyici tedbirler hakkında,

- 2.) Bu yönetmeliğin 8 inci maddesinin (b) bendine göre, işyerinde görevlendirilen kişiler hakkında, işçilerin ve temsilcilerinin gerekli bilgiyi almalarını sağlamak zorundadır.
- b.) İşveren, başka işyerlerinden çalışmak üzere kendi işyerine gelen işçilerinde, (a) bendinde belirtilen bilgileri almalarını sağlamak üzere, söz konusu işçilerin işyerlerine de gerekli bilgileri verir ve vermek zorundadır.
- c.) İşveren, işyerinde sağlık ve güvenlikle ilgili özel görev ve sorumluluğu bulunan işçilerin veya temsilcilerinin bu görevlerini yürütebilmeleri için,
- 1.) Bu yönetmeliğin 9 uncu maddesinin (a) bendinin (1) ve (2) numaralı alt bentlerinde belirtilen risk değerlendirmesi ve alınan koruyucu önlemlere,
 - 2.) Bu yönetmeliğin 9 uncu maddesinin (a) bendinin (3) ve (4) numaralı alt bentlerinde belirtilen iş kazası kayıtları ve raporlama şekilleri belirtilmiştir.
 - 3.) Sağlık ve güvenlikle ilgili denetim faaliyetlerinden, bu konuda sorumlu kişi ve kuruluşlardan, koruma ve önleme çalışmalarından elde edilen bilgilere ulaşabilmelerini sağlar ve sağlamak zorundadır.

Madde 11: İşveren sağlık ve güvenlikle ilgili konularda işçilerin görüşlerinin alınması ve katılımlarının sağlanması için aşağıdaki hususları yerine getirmekle yükümlüdür(80).

- a.) İşveren, iş sağlığı ve güvenliği konularında işçi veya temsilcilerinin görüşlerini alır, öneri getirme hakkı tanır ve bu konulardaki görüşmelerde yer almalarını ve dengeli katılımlarını sağlar sağlamak için gerekli çalışmaları yapar.
- b.) İşverence, iş sağlığı ve güvenliği konusunda özel görevleri bulunan işçi veya temsilcilerinin özellikle aşağıdaki konularda dengeli bir şekilde yer almalarını sağlar veya önceden görüş ve önerilerini alır uygular.
 - 1.) Sağlık ve güvenliği önemli derecede etkileyebilecek herhangi bir önlemin alınmasında,
 - 2.) Bu yönetmeliğin 7 nci maddesinin (a) bendinde belirtilen işler ile 7 nci maddesinin (a) bendinde ve 8 inci maddesinin (b) bendinde belirtilen kişilerinin görevlendirilmesinde,
 - 3.) Bu yönetmeliğin 9 uncu maddesinin (a) bendinde ve 10 uncu maddesinde belirtilen hususlarda,
 - 4.) Bu yönetmeliğin 7 nci maddesinin (c) bendinde belirtilen işyeri dışındaki uzman kişi veya kuruluşlardan hizmet alınmasında,
 - 5.) Bu yönetmeliğin 12 nci maddesinde belirtilen eğitim organizasyonu ve planlamasında,
- c.) İş sağlığı ve güvenliği konusunda özel görevi bulunan işçi temsilcileri, tehlikenin azaltılması veya tehlikenin kaynağında yok edilmesi için işveren öneride bulunma ve işverenden gerekli tedbirlerin alınmasını isteme hakkına sahiptir.
- d.) İş sağlığı ve güvenli konusunda özel görevleri bulunan işçi veya işçi temsilcileri, bu görevlerini yürütmeleri nedeniyle dezavantajlı duruma düşürülemez.

- e.) İşveren, iş sağlığı ve güvenli konusunda özel görevi bulunan işçi temsilcilerine, bu yönetmelikte belirtilen görevlerini yerine getirebilmeleri için her türlü imkânı sağlar ve herhangi bir ücret kaybı olmadan çalışma saatleri içerisinde yeterli zamanı verir vermek zorundadır.
- f.) İşçiler veya temsilcileri, iş sağlığı ve güvenliği konusunda işverence alınan önlemlerin ve sağlanan imkânların yetersiz olduğu kanaatine varmaları halinde Bakanlığa başvuru yapma hakkına sahiptir. İşçi temsilcileri, işyeri yetkili makamlarca yapılan denetimler sırasında görüşleri bildirme hakkına sahiptir.

Madde 12: Bu madde işçilerin eğitim ile ilgili olarak düzenlenmiştir. İş yerinde sağlık ve güvenliğin sağlanması ve sürdürülebilmesi için;(80).

- a.) İşveren, her işçinin çalıştığı yere ve yaptığı işe özel bilgi ve talimatları da içeren sağlık ve güvenlik eğitimi alınmasını sağlamak zorundadır. Bu eğitimler özellikle;
 - 1.) İşe başlamadan önce,
 - 2.) Çalışma yeri ve iş değişikliklerinde,
 - 3.) İş ekipmanlarının değişmesi halinde,
 - 4.) Yeni teknoloji uygulanması halinde yapılır.

Eğitim, değişen ve yeni ortaya çıkan risklere uygun olarak yenilenir ve gerektiğinde periyodik olarak tekrarlanır.

- b.) İşveren, başka işyerlerinden çalışmak üzere kendi işyerine gelen işçilerin yaptıkları işlerde karşılaşacakları sağlık ve güvenlik riskleri ile ilgili yeterli bilgi ve talimat almaları sağlar.
- c.) Sağlık ve güvenlikle ilgili özel görevi bulunan işçi temsilcileri özel olarak eğitilir ve yapılan işle ilgili olarak gerekli bilgiler kendilerine verilir.
- d.) (a) ve (c) bentlerinde belirtilen eğitim, işçilere veya temsilcilerine herhangi bir mali yük getirmez ve eğitimlerde geçen süre çalışma süresinden sayılır.

Madde 13: Bu madde işçilerin uymak ve uygulamak zorunda olduğu çalışmalar ve kurallara yönelik düzenlenmiştir. İşçiler işyerinde sağlık ve güvenlikle ilgili aşağıda belirtilen hususlara uymakla yükümlüdür(80).

- a.) İşçiler, davranış ve kusurlarından dolayı, kendilerinin ve diğer kişilerin sağlık ve güvenliğinin olumsuz etkilenmemesi için azami dikkati gösterirler ve görevlerini, işveren tarafından kendilerine verilen eğitim ve talimatlar doğrultusunda yaparlar.
- b.) İşçiler, işveren tarafından kendilerine verilen eğitim ve talimatlar doğrultusunda, özellikle;
 - 1.) Makine, cihaz, araç, gereç, tehlikeli madde, taşıma ekipmanı ve diğer üretim araçlarını doğru şekilde kullanmak,
 - 2.) Kendilerine sağlanan kişisel koruyucu donanımı doğru kullanmak ve kullanımından sonra muhafaza edildiği yere geri koymak zorundadır.

- 3.) İşyerinde makine, cihaz, araç, gerek, tesis ve binalardaki güvenlik donanımlarını kurallara uygun olarak kullanmak ve bunları keyfi olarak çıkarmamak ve değiştirmemek,
- 4.) İşyerinde sağlık ve güvenlik için ciddi ve ani bir tehlike olduğu kanaatine vardıkları herhangi bir durumla karşılaştıklarında veya koruma tedbirlerinde bir aksaklık ve eksiklik gördüklerinde, işverene veya sağlık ve güvenlik işçi temsilcilerine derhal haber vermek zorundadırlar.
- 5.) İşyerinde, sağlık ve güvenliğin korunması için teftişe yetkili makam tarafından belirlenen zorunlulukların yerine getirilmesinde, işverenle veya sağlık ve güvenlik işçi temsilcisi ile işbirliği yapmak zorundadır.
- 6.) İşveren tarafından güvenli çalışma ortam ve koşullarının sağlanması ve kendi yaptıkları işlerde sağlık ve güvenlik yönünde risklerin önlenmesinde, işveren veya sağlık ve güvenlik işçi temsilcisi ile mevzuat uygulamaları doğrultusunda işbirliği yapmak ile yükümlüdür.

Madde 14: Bu madde çalışanlar ve işverenlerin sağlık yönündeki tutum ve yapılanmaları yönünde düzenlenmiştir. İşveren, işçilerin işyerinde maruz kalacakları sağlık ve güvenlik risklerine uygun olarak sağlık gözetimine tabi tutmakla yükümlüdür.

- a.) İşçilerin işe girişlerinde sağlık durumlarının yapacakları işe uygun olduğunu belirten sağlık raporu alınır.
- b.) Yapılan işin özelliğine göre, işin devam süresince sağlık muayeneleri düzenli aralıklar ile yapılır.

Madde 15: Kadınlar, çocuklar, yaşlılar, özürllüler ve diğer hassas risk grupları, özellikle bunları etkileyen tehlikelere karşı korunurlar(80).

Madde 16: İşyerinde sağlık ve güvenlikle ilgili çalışmalara katılma, çalışmaları izleme, önlem alınmasını isteme, önerilerde bulunma ve benzeri konularda işçileri temsil etmeye yetkili, bir veya daha fazla işçi, sağlık ve güvenlik işçi temsilcisi olarak görev yapar. Sağlık ve Güvenlik işçi temsilcisi, işyerinde çalışan işçiler tarafından seçilir(80).

Madde 17: İlgili bu madde Türkiye ve Avrupa birliği iş yönetmeliği kapsamında düzenlenmiş ve 12.06.1989 tarihli ve 89/391/EEC sayılı Avrupa Birliği Konsey Direktifi esas alınarak hazırlanmıştır(80).

Madde 18: Bu yönetmelik yayımı 89/391/EEC içerikleri doğrultusunda yürütülmektedir.

Madde 19: Bu yönetmelik ve madde hükümlerini Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı yürütmektedir(80).

Ek – B Kimyasal Tehlike Bantları ve Tehlike Kodları

R36, R38, R65, R66 bu grup içinde yer alan kimyasallar toz ve buharlar ayrımı ile tehlike bant sıralamasında ilk (A) grup içinde yer almaktadır. Bu konuda Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığının yaptığı çalışmalarda A grup içinde yer alan kimyasalların (Akut toksisite “Ölümcül” sonuçlara yol açtığı tespit edilmiştir. Bu grup içinde yer alan kimyasallar, deri tahrişi yönünde 2 ve 3 ncü noktada yer almaktadır. Göz ile teması esnasında ise tahriş özelliği bulunmakta bu yönde 2 nci derecede kabul edilmektedir(81).

R20/21/22, R40/20.21.22, R33, R67 bu grup içinde yer alan kimyasallar toz ve buhar ayrımı ile tehlike bant sıralamasında (B) grup içinde yer almaktadır. Akut toksisite “Ölümcül” sonuçlara neden olduğu bilinmektedir. Bu grup içindeki kimyasallara maruz kalan çalışanlar akut toksisite olarak 4 ncü derecede olup, sistematik olarak maruz kalınma durumunda ise 2 nci derecede bulunan kimyasallardır.

R23/24/25, R34, R35, R37, R39/23/24/25, R41, R43, R48/20/21/22 bu grup içinde yer alan kimyasallar yine akut toksisite “Ölümcül” risk içermekte olup, herhangi bir maruziyet yolu ile tehlike durumu oluşturmalarında ise 1,2 ve 3 ncü derecede özellikte tehlike yaratmaktadır. Bu grup içinde yer alan kimyasallar tehlike bant sıralamasında (C) grubunda yer almaktadır. Grup içinde yer alan kimyasallar göz tahrişi, deri hassasiyeti yönünden önemli etkiler meydana getirmektedir(81).

R48/23/24/25, R26/27/28, R39/26/27/28, R40 Carc. Cat. 3, R60, R61, R62, R63, R64 bu grup içinde yer alan kimyasallar tehlike bandı içinde (D) sırasındadır. Tehlike sıralamasına ve tehlike özelliği yönünden incelendiğinde bu kimyasallar Akut toksisite yolu ile kanserojen özelliği içeren kimyasallardır(81).

R42, R45, R46, R49, R68 (E) tehlike bandı sırasında bulunan bu kimyasallar ise Akut toksisite yönünden yine ölümcül risk taşıyan kimyasallar olup, kanserojen etki taşımaktadır. Solunum yönünden hassasiyet göstermektedir(81).

R21, R24, R27, R34, R35, R36, R38, R39/24, R39/27, R40/21, R41, R43, R48/21, R48/24, R66 (F) tehlike bandı sıralamasında bulunan bu kimyasallar ise Akut toksisite olarak deri hassasiyeti göstermektedir. Bu grup içinde yer alan kimyasalların kullanımı sırasında alınmayan önlemler çalışanlar ve canlı dış ten ile temas etmesi durumunda tehlike yaratmakta ve deri tahrişi meydana getirmektedir(81).

Ek – C Eşik Sınır Değerlerine Yönelik Bilgiler

Dünyada yaygın olarak kullanılan eşik sınır değerleri ABD de oluşturulan sınır değerler ACGIH (The American Conference of Governmental Industrial Hygienists) değerleri ACGIH tarafından önerilen eşik sınır değerler 3 farklı kategoride tanımlanmaktadır(81).

- TLV-TWA eşik sınır değer zaman ağırlıklı ortalama / Threshold Limit Value Time Weighted Average. Günde 8, haftada 40 saat çalışma süresince uzun süreli ve tekrar edilebilen maruziyetlerde çalışanların sağlığını bozmayacak zaman ağırlıklı ortalama konsantrasyondur (81).

- TLV-STEL eşik sınır değeri – kısa süreli maruziyet sınırı / Threshold Limit Value-Short Term Exposure Limit. Bir çalışma gününün herhangi bir anında aşılmaması gereken 15 dakikalık zaman ağırlıklı ortalama maruziyet sınırıdır. Maruziyetler 15 dakikadan uzun olmamalı ve bir günde 4 defadan fazla tekrarlanmamalıdır. Ardı ardına gelen maruziyetler arasındaki süre en az 60 dakika olmalıdır(82).
- TLV- Ceiling eşik sınır değeri – tavan değeri Threshold Limit Value / Ceiling. Bir çalışma gününün herhangi bir anında aşılmaması gereken değerlerdir. Osha **Hava Kirleticileri Standartları:** Occupational Safety and Health Administration Air Pollutants Standards, kimyasallar için OSHA tarafından belirlenen müsaade edilen maruziyet sınırı(83).

PEL – OSHA permissible Exposure Limit bulunmaktadır. Zaman ağırlığı ortalama (TWA) ve tavan (Ceiling) olarak verilen bu değerler, günde 8, haftada 40 saat üzerinden çalışanların sağlığını olumsuz yönde etkilemeyeceğini kabul edilen maruziyet sınırlarıdır diye belirlenmiştir(83).

Almanya'da oluşturulan sınır değeri Alman Araştırma Cemiyet (German Research Society) tarafından oluşturulan günde 8, haftada 40 saat üzerinden çalışanların sağlığını olumsuz yönde etkilemeyeceği kabul edilen DFG MAK olarak ifade edilen sınır değeridir. İngiltere'de oluşturulan sınır değerleri MEL değeri: Maximum Exposure Levels-Maksimum maruziyet seviyeleri her türlü koşul altında, solunum yolu ile işçilerin maruz kalabileceği işyeri ortam atmosferinde bulunan maddelerin maksimum konsantrasyonudur. OES değeri (Occupational Exposure Standards – Meslek maruziyeti standartları) bilimsel ve teknik bilgilere dayalı olarak işyeri ortam atmosferinde bulunan maddelere uzun süre solunum yoluyla maruz kalındığında işçiler üzerinde olumsuz etki göstermesi beklenmeyen konsantrasyondur. MEL ve OES değerleri ortalama referans süresi üzerinden verilen konsantrasyon değerleridir. 8 saatlik zaman ağırlıklı ortalama (TWA) ve 15 dakikalık limit olmak üzere 2 referans süresi kullanılmaktadır. Batı Avrupa Ülkeleri Sınır Değerleri, Batı Avrupa Ülkeleri tarafından TLV-TWA tanımı esas olarak kabul edilmiştir(83).

Türkiye'de uygulanan sınır değeri MAK değeri parlayıcı, patlayıcı, tehlikeli ve zararlı işlerde ve işyerlerinde alınacak tedbirler hakkında tüzük ekinde yer alan çizelgeler ile (Çizelge I, II, III) ilgili açıklamalar kısmında MAK değeri, "çeşitli kimyasal maddelerin kapalı işyeri havasında bulunmasına müsaade edilen ve orada günde 8 saat çalışacak olanların sağlıklarını bozmayacak olan azami miktarları" olarak tanımlanmaktadır. Sınır değeri birimleri, sınır değerlerde hacim birimi ppm, (cm³/m³) ağırlık birimi mg/m³ olarak ifade edilmektedir(83)

ÖZGEÇMİŞ

1966 Yılında İstanbul`da doğdum. Piyalepaşa İlkokulu, Ahmet Emin Yalman Ortaokulu ve Beyoğlu Atatürk Erkek Lisesini bitirdikten sonra 1994 yılında İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Kimya Mühendisliği bölümünden mezun oldum.Boya,vernik ve kompozit malzeme sektöründe çalışmaktayım.