



**Bu bir MMO
yayıdır**

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

SENTETİK KOKU MADDELERİ VE İÇ HAVA KALİTESİNE ETKİLERİ

AYSUN SOFUOĞLU
İZMİR YÜKSEK TEKNOLOJİ ENSTİTÜSÜ

SENTETİK KOKU MADDELERİ VE İÇ HAVA KALİTESİNE ETKİLERİ

Aysun SOFUOĞLU

ÖZET

İşyerindeki maruziyetin işçi sağlığına olan etkilerinin hızlıca görülebilmesi, bu alanda yapılan araştırma sonuçlarının hastalıkla ilişkilendirilmesi, insanların daha çok zaman geçirdiği yaşam alanlarında, bina içi hava kalitesinin önemini ortaya çıkarmıştır. Dolayısıyla, bina içinde insanın maruz kaldığı kimyasalların çeşitliliği ve bunlara maruziyet sonucu sağlığa olan etkileri içeren araştırmalar önem kazanmaya başlamıştır. Artan astım vakaları veya alerjik reaksiyonlar bu çalışmaları hızlandırmıştır. Binaların yapımında kullanılan malzemelerden, döşenmesinde kullanılan malzemeye, temizlik ürünlerinden, kişisel bakım ürünlerine kadar oldukça geniş bir yelpazede kullanılan kimyasalların iç hava kalitesine etkileri olabileceği ihtimalleri, oldukça çok kimyasalın sorgulanmasına neden olmuştur. Kullanımlarından sonra atık su deşarjı ile çevresel ortamlarda bulunan bu kimyasalların canlıya etkisi olmadığı düşünülerek üretimi artırılmış, oysa deşarjdan sonraki noktalardan alınan örneklerde canlılarda birikim özelliği tespit edilmiştir.

Sentetik koku maddeleri, birçok üründe kimyasalların kötü kokularını maskeleyerek ve kullanım cazibelerini artırmak amacıyla kullanılmakta olup, kimyasal olarak farklı oldukları doğal koku maddelerinin yerini almıştır. Doğal koku maddelerinin işlevi, elde edildikleri canlılar arasında kimyasal iletişim sağlamak olduğundan, sentetik koku maddelerinin bu işlevdeki rolü inceleme altına alınmıştır. Bu rol nedeniyle bu kimyasalların endokrin sistemi bozucu sınıfına girebilen bir kaçının kullanımına yasak getirilirken, diğer bir kısmının ise kullanıldığı ürün üzerinde miktarının belirtilmesi Avrupa özellikle İskandinav ülkelerinin bazılarında kanunlaşmıştır.

Bu çalışmada birçok üründe kullanılan değişik sentetik koku maddelerinin miktarları, sağlık etkileri ve özellikle şu ana kadar var olan çalışmalardan iç hava kalitesine etkileri incelenmiş ve tartışılmıştır. Özet olarak, bina içinde kaynağı olan veya dış havadan sızan kimyasallarında çeşitli reaksiyonlara maruz kaldığı ve aynen dış havada olduğu gibi, iç hava kalitesinde etkilediği bilimsel olarak bulunmuştur. Şu an daha detaylı araştırılan koku bileşikleri ise aynı zamanda biyogenik kaynaklarda olan terpenler ve terpenoidlerin ozon veya benzeri oksidasyon ajanlarıyla reaksiyona girerek kendisi kirlenici olmadığı halde reaksiyon sonucu özellikle kanserojen olan formaldehit ürettiğiyle ilgili çalışmalardır. Bununla birlikte az sayıda olsa bile bu kimyasalların uzaklaştırılması dolayısıyla iç hava kalitesinin korunmasında özellikle HVAC'ların hava akış hızı, oda sıcaklığı ve filtrasyon veriminin etkili olabileceği de literatürde ki araştırma konularındandır.

Anahtar Kelimeler: Sentetik koku maddeleri, kişisel bakım ürünleri, iç hava kalitesi

ABSTRACT

After seeing the health problems of workers' due to the exposure to chemicals in the workplace and associating the effects with some diseases, the researches in this area have been got more attention. When the diversity of chemicals used in indoors and the exposure of people to these chemical were considered, the importance of air quality in indoor where people spend more of their times in life, exposure studies have become an important research areas. Increased cases of asthma or allergic

reactions have prompted these studies. Indoor air quality could be affected from the materials used in the production of buildings to personal care products that the people use.

The chemicals from detergents and personal care/ household products discharged into environment via waste water after the use. In the beginning, it was thought that no significant effects would be occurred on environment. With an Increase in the production and common use of fragranced products, subsequent accumulation feature of these compounds has been identified in vivo in the samples taken from the discharge point of wastewaters.

Synthetic fragrances are used either to mask the bad smell of the chemicals in many products or to increase the use of charm, and have been replaced the place of the natural odorants that are chemically different. It is known that natural odorants provide communication between animals or plants. Therefore, synthetic fragrances' role has been taken into investigation due to the chemical properties such as lipophilicity, resistance of these compounds in the environment. Due to the possibility of being endocrine disrupting chemicals, a few chemicals have been banned in some countries and some of them have been identified as contact allergens. Therefore, labeling of the amount used in the product has been legalized in some countries in Europe, especially in the Scandinavian countries.

In this paper, the amounts of various synthetic fragrance materials used in many products, their health effects and their impact in indoor air quality, particularly from literature studies were reviewed and discussed.

It was found that indoor air quality mainly is affected by terpenes and terpenoids which have biogenic sources as well. Reactive organic compounds like terpenes are oxidized with oxidizing agents such as O_3 , NO_3 , H_2O_2 and result with a formation of secondary organic aerosols in which formaldehyde is one of the component, and known as a carcinogenic chemical. It is also found that the positive effect of HVAC systems could be established to control secondary aerosol formation by controlling air flow rate, room temperature and filtration efficiency for the protection of indoor air quality.

Key words: Synthetic fragrance substances, Personal care products, Indoor air quality, formaldehit, SOA.

1. GİRİŞ

Sentetik koku maddeleri ürünlere güzel koku sağlamak veya cazibesini artırmak amacıyla birçok alanda yiyeceklerden- ev temizlik maddelerine, kişisel bakım ürünlerinden-oda spreylerine kadar oldukça geniş yelpazedeki ürün içeriğinde kullanılan kimyasallar olup, doğal koku maddelerinin sağlanmasındaki zorluklar, kaynak sürekliliğindeki problemler ve artan ihtiyaç, bu maddelerin kimyasal olarak sentezlenmesini zorunlu kılmış ve bu süreçten sonra, aynı kokuyu sağlayan ancak kimyasal özellikleri farklı olan bir grup kimyasal ortaya çıkmıştır.

Uluslararası Koku Derneği (IFRA) , koku maddelerini kısaca “koku ya da kokunun zenginleştirilmesi veya karıştırılmasında kullanılan temel maddeler” olarak tanımlamaktadır. Kokunun hammaddeleri kimyasal ya da uçucu yağ, eterik yağ veya esansiyel yağ olarak ifade edilen doğal maddeler temel olarak hazırlanır. Esans yapımında kullanılan kimyasal maddeler tümüyle organik maddelerdir. Alkol, aldehit, keton, amin, ester, eter, terpen, tiol gibi organik grupların aromatik türleri kompoze esans yapımında kullanılmaktadır. Bu kimyasalların çoğu kimyasal reaksiyonlarla sentezlenerek, az bir kısmı ise doğal maddelerden elde edilmektedir. Kimyasallar sanayisinin gelişmiş olduğu ülkelerde sentez yoluyla üretilir. Ülkemizde ise üretimi yapılan kimyasal maddeler çeşit ve miktar olarak çok az olduğundan esans sanayinde kullanılan kimyasallar hiçbir zaman %100 saflıkta olmadığı ve saflık oranının genelde %95-99 arasında olduğu, bazen de izomer karışımlarının da bulunduğu bu maddeleri üreten bir firma tarafından ifade edilmektedir. Doğal kökenli üretiminin yine bütün kaynaklarda olduğu üzere kokulu bitkinin çiçek, yaprak, meyve, tohum, gövde ve kökleri gibi çeşitli

kısımlarından veya hayvansal salgılardan fiziksel metotlar ile elde edilen az ya da çok uçucu olan ürünlerdir [1].

Koku duyu dünyamızı etkilediğinden, algıladığımızda bazı davranış ve tepkiler oluşmaktadır. Kokunun daha önce beynimizde yarattığı duygular tekrar kokladığımızda hatırlanır, bazı kokuların ferahlık, diğerlerinin mutluluk ve rahatlık duygusu vermesi gibi beyin aktiviteleri söz konusudur [1]. Koku algılamada ilk organ burun olmasına rağmen, aslında koku algısının büyük bir kısmının beyinde gerçekleştiği ve bu mekanizmanın uçucu moleküllerin burnun iç kanallarında nemli olfaktör epitel dokuda bulunan sinir hücreleri (nöron) tarafından elektriksel titreşimlerle beyindeki koku merkezine iletilmesiyle gerçekleşmektedir. Bu kokunun ulaştığı beyindeki merkez hafıza, tat alım ve dengeden sorumlu merkezlerle bağlantılıdır. Dolayısıyla, kokunun temeli ve sentetik yolla üretiminden önce elde edildiği kaynaklar göz önüne alındığında, canlılarda bir kimyasal iletişim yolu olduğu bilinmelidir ve oldukça düşük dozlarda bile canlıların bu iletişimi sağlayabildiği ispatlanmıştır. Yapılan araştırmalar sonucu özellikle 1981 yılında Japonya'da balık dokusunda musk bileşiklerinin tespitinden sonra çevre açısından problem yaratabilecekleri endişesiyle araştırmacılar ve OSPAR [2] komisyonu tarafından bu bileşiklerin incelemeye alınmasına karar verilmiştir. Her ne kadar musk bileşikleri konusunda araştırmalar yapılmışsa da, diğer koku maddeleri hakkında araştırmalar özellikle üst solunum yollarında iritasyon, astım tetiklemesi gibi gerekçelerle çok daha öncesinde başlamıştır.

Bicker ve arkadaşları [3] 3000'den fazla parfüm içeriği olduğunu ve koku ürünün 50-300'den fazla farklı kimyasal içerebildiğini raporlamıştır. Genellikle formüllerinin açıklanmadığı ve formüldeki bileşiklerin doğal veya sentetik olarak elde edilebileceği ancak kompozisyonunda doğal stereoizomer yapısını yansıtmadığından dolayı farklı sağlık etkilerini ortaya çıkaracağı ifade edilmektedir [4]. Eşitli ürünlerdeki polisiklik ve nitro musklar varlıkları ve miktarları incelemiş ve bu bileşiklerinin derişimi bin mikrogram/gram düzeylerinde bulunmuştur [5, 6]. Oysaki bu maddelerden musk ksilenin Almanya ve Japonyada ruj ve benzeri ağız yoluyla alınabilecek ürünlerde kullanımı yasaklanmıştır. Stanford üniversitesinden Luckenback ve Epel [7] Kaliforniya midyeleri üzerinde sentetik koku maddeleriyle ilgili yaptıkları araştırmada bu bileşiklerin midyelerin doğal savunma mekanizmasını engelledikleri ve bu etkinin maruziyetin üzerinden uzun süre geçmesine rağmen devam ettiğini göstererek, özellikle fare sütü ve dokularında bozulmadan kalması nedeniyle (birikim) insan sağlığı açısından da önemini ortaya çıkarmışlardır. Sonuçta bu maddelerin etki yollarının birisinin de estrojenik olduğu ortaya konulmuştur [8-11]. Bu etkilerin yanında bu maddelerin bazılarında maruziyetin alerjik temas dermatitinden, astım ataklarına, baş ağrısı ve mukozal sempomlara yol açtığı araştırmacılar tarafından raporlanmıştır [12-14].

Bütün bunlara ilaveten diğer koku maddeleriyle ilgili yapılan araştırmalar ortam koşullarına bağlı olarak herhangi bir reaksiyon sonucu ikincil bir toksik madde üretme potansiyeli olduğu yönündedir. Dolayısıyla da iç hava kalitesini etkileyerek, sağlık etkilerini ikincil kirletici üzerinden gösterebilmektedirler. Örneğin; bir koku maddesi olan terpen grubundan limonen iç hava ortamında gerçekleşen reaksiyon sonucu formaldehit, glikoleter, ultra ince partikül ve ikincil oluşum yoluyla aerosol üretme potansiyeli sahip olduğu literatürde yer almıştır [15,16]. Oysaki formaldehit Uluslararası Kanseri Araştırmaları Ajansı (International Agency for Research on Cancer) tarafından kanserojen; Amerika Federal Çevre Ajansı (USEPA) tarafından ise kansere sebep olabilir diye tescillenmiş bir bileşiktir.

Bu bildiride bu sağlık ve iç hava kalitesini etkileri nedeniyle, bu bileşiklere ait ürünlerdeki seviyeler, bunlarla tetiklenen reaksiyonlar (iç hava kimyası) dolayısıyla iç hava kalitesine etkileri ve etkilerin azaltılması yönünde alınması gereken önlemler incelenecektir.

2. ÜRÜN İÇERİKLERİNDE KOKU MADDELERİ

Deterjandan bazı gıda maddelerine koku vermek veya var olanı kuvvetlendirmek için eklenen doğal ya da sentetik koku maddelerinin ürün içeriğindeki miktarları daha çok temizlik maddeleri ve kişisel bakım ürünlerinde saptanmıştır. Dobson ve arkadaşlarının [17] yaptığı araştırmada geleneksel olarak nitelendirilen, yani üzerinde doğal ürünler içerdiğine dair etiket bulunmayan deterjandan kişisel bakım ürünlerine kadar birçok ürün ve araştırmacıların kendi tespit ettikleri sadece bitki ekstraktının kullanıldığı

iddia edilen alternatif markaya ait yüz temizleyicisi ve güneş koruyucusunda, sentetik koku madde miktarı ortalama 100 mikrogram/gr ürün seviyesinde tespit edilmiştir. Bucinal, HHCB, metilionone isimli kimyasallar geleneksel ürünlerde en sıklıkla tespit edilen koku maddesi olarak raporlanmıştır. Bu maddelerin yanında acetyl hexamethyl tetralin (AHTN), isobornil asetat, ve fenietil alkol ise yine 1000 µg/g olarak parfüm, araba ve ev kokusunda tespit edilen seviyeler olarak bildirilmiştir. Doğal koku kimyasallarından en sıklıkla tespit edilenler ise limonen terpeni, hegzil cinnamal ve linalool iken bunların derişimi yine sentetikler koku maddeleri düzeyinde bulunmuştur, oysaki bunlarda güzel koku elde etmek için kullanılan ancak kullanımından kaçınılması gereken koku maddeleri arasında yer almıştır. En önemlisi de, bu ürünlerin bir kısmında koku maddesi olduğu etiketlerde ifade edilirken oldukça büyük bir çoğunlukta ve özellikle temizleyici ürünlerde bunların varlığına ait bir bilginin etikette yer almadığı ifade edilmiştir.

Almanya'da bulunan ürünlerin içerdiği koku maddeleri seviyeleri incelenmiş (Tablo 1) ve koku madde düzeylerinde ürüne göre değişiklikler olduğu ve seviyelerin en az %5- en fazla %25 arasında değiştiği tespit edilmiştir [18]. Avrupa Birliğine uyum sürecinde Türkiye'de çeşitli alanlarda çıkan yönetmelikler nedeniyle ve birçok kurumsal firmanın Avrupa kökenli olduğu düşünüldüğünde benzer ürünlerde, benzer miktarların kullanıldığını varsayıyoruz. Ancak ülkemize Hindistan, Çin gibi ülkelerden hammadde girişi olduğu düşünülürse merdiven altı ürünlerde bunların kullanımının miktarının daha yüksek, ya da Avrupa da yasaklı olanların kullanılması mümkündür.

Koku maddeleri olarak kullanılan kimyasalların farklı kullanım amaçlarında olabilir. Örneğin, benzil alkol bazen prezervatif, bazen çözügen, bazen de inceltme sıvısı olarak kullanılabilmesi nedeniyle kullanım miktarlarında değişiklik olabileceğinden maruz kalınan doz miktarında kullanılan ürüne göre değişebilir. Yine aynı zamanda benzil alkol metaboliti olan benzoik asitte hem prezervatif, hem de koku maddesi olarak kullanılmaktadır. Yani koku maddesi metabolitleride koku gibi aynı amaçlarla kullanılan bileşiklerdir.

Tablo 1. Seçilen ürünlerdeki koku maddeleri seviyeleri. Klaschka ve Kolossa-Gehringden Türkçeleştirilmiştir [18].

Ürün Grupları	Seviye (%) (m=maksimum, o=ortalama)
Şampuan	0.5–1.5 (o)
Banyo ve duş ürünleri	6 (m)
Vücut Yağı	10 (m)
Sabunlar	5 (m), 0.5–2.5 (o)
Parfüm	40 (m), 15–25 (a)
Eau de toilette*	40 (m), 5–15 (o)
Çeşitli cilt ve bakım kremleri	5 (m)
Terkoruyucuları/Deodorantlar	1.00 (m)
Saç spreyi	0.50 (m)
Vücut Losyonu	0.40(m)
Toz Çamaşır Deterjanı	< 1 (o)
Çok amaçlı Temizlik Maddeleri	1(o)

*Eau de toilette: Kokulu kolonya

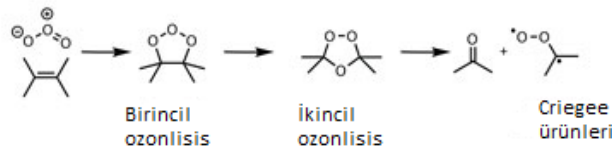
2.1. KOKU MADDELERİ VE İÇ HAVA KİMYASI

Koku maddeleri yarı uçucu sınıfına giren ancak oldukça geniş aralıkta buhar basıncı (10^{-5} Pa) ve suda çözünürlüğe (10^{-3} - 10^{-1} ml/L) sahip, yağa karşı çekiciliği yüksek olan bileşiklerdir. Bu özellikleri çevresel ortamda ve biyotada davranışlarını belirleyen parametrelerdir. İç ya da dış havada davranışlarını en çok buhar basıncı belirlemektedir. Yüksek buhar basıncına sahip bileşikler gaz halinde bulunma eğilimi gösterirler.

Herhangi bir kimyasal bazen birincil bazende ikincil kirletici olarak bulunan iç ya da dış hava kalitesini dolayısıyla da sağlığı etkiler. Birincil kaynak olarak koku maddesi ve preparatlarını ele alırsak, bazen bu maddeler birincil kaynaktan çıktığında sağlık etkisi göstermemesine rağmen havada maruz kalınan reaksiyonlar sonucu oluşan ürünlerine (ikincil kirletici) karşı ciddi sağlık riskleri ortaya çıkabilir. Bu amaçla, bu maddelerle ilgili risk ve sağlık etkilerini anlayabilmek için sadece iç hava kimyasıyla ilgili reaksiyonlar dikkate alınacaktır.

İç hava kimyası maddeye ve derişimine bağılı olarak gerçekleşir. Welcsner [19] geçen yirmi yıl içinde bina içi hava kalitesi ve sağlık etkilerini dikkate alarak, yapılan araştırmaları özetlediğı çalışmasında, bina içi hava kimyasında inceleme açısından kolay olması nedeniyle en fazla gaz fazında gerçekleşen reaksiyonların dikkate alındığı, bu reaksiyonların hava değişim sürecinde gerçekleşme hızına yakın olanları ve bunların hava kalitesine etkisinin daha fazla incelendiğı gözlemlenmiştir. Özetle bu alanda inceleme altına alınan reaksiyonların terpenoidler ve ozon arasındaki ozonilisis reaksiyonları olduğuna dikkat çekmiştir. Terpenoidler parfümden yiyeceklere kadar koku kazandırmak amacıyla kullanılan bir grup bileşiklerdir. Oysaki ozonla olan reaksiyonların yanında aynen dış havada olduğu üzere nitrat ve hidroksil radikallerinde önemli olduğu bildirilmiş ancak nitrat ve hidroksilin direkt ölçümünün kolay olmaması nedeniyle fazla incelenmediğini ancak bunların içinde bulunduğu reaksiyonlarında aslında daha detaylı araştırılması gerektiğı sonucunu ortaya çıkarmıştır [20].

Reaktif uçucu organik bileşiklerin ozonla reaksiyon sonucu meydana gelen ürünler formaldehitten (çok uçucu) karboksil asite (düşük uçuculukta) kadar geniş bir uçuculuk aralığındadır. Uçucu organik bileşiklerin ozon ile oluşan reaksiyonları, bir temizlik ürünü ve bir de fişe takılarak koku yayan oda kokusu ile 50 ppb ozon varlığında incelemiş ve oksidasyon ürünlerinin özellikle akut hava yolu etkileri yapabilen ve ozonilisis sonucu oluşan formaldehit ve 4-okso-pentanal (4-OPA)'ın olduğu gösterilmiştir [21]. Temizlik maddesi kullanımıyla kısa süreli maruziyet meydana gelirken, oda kokusunun sürekli bir kaynak olması sonucu oksidasyon ürünlerine sürekli bir maruziyet olacağını ifade etmişlerdir. Corsi ve arkadaşları ise parfüm içeren kişisel ürünlerini, kullanıldığı bölgede yani baş ve boyun çevresinde kirletici bulut oluşumunu incelemiş ve varlığını ispatlamıştır [22]. Terpen ve terpenoidler ve diğer kokulu ürünlerden ortaya çıkan doymamış bileşiklerinin, birincil ve ikincil ozonidleri, Criegee biradikalleri (Şekil 1), hidroksil, alkoksi ve hidroperoksi gibi diğer radikal bileşikleri, hidrojen peroksit, hidroperoksit, formaldehit ve molekül ağırlığı yüksek diğer aldehitler, aseton, keton, formik asit, karboksilik asit ve daha ağır molekülleri, çok fonksiyonlu oksidasyon ürünleri olan karbonil ve karboksilat ve ikincil organik aerosol oluşumlarının varlıkları çalışmalarla ortaya konulmuştur [15].



Şekil 1. Ozonilisis reaksiyonu sonucu oluşan ürünler

2.2. İÇ HAVA KALİTESİNE ETKİLERİ VE SEVİYELERİ

Kullanım yerleri itibariyle yaygınlıkla çevreye atılma yolu atık su ve dolayısıyla sucul ortamlar olmasına rağmen, asıl dizayn parametrelerinin insanların koku alma duyularına hitap etmek olan koku maddeleri aslında havada bulunmaya yönelik olduklarından uçucu bileşikler olup, dolayısıyla parfüm dışı kullanım yerlerinden de kokulu mum, oda spreyleri ve kullanım sonrası bakım ve temizlik ürünlerindeki kokular gibi kullanım sırasında ve sonrası kalıntıları hava yoluyla ortama geçer. Solunum yoluyla maruz kalınan iç hava kalitesine etkisi olan, son on yıldır dikkat çeken grup olarak ortaya çıkan bileşikler (kimyasallar) arasında en önemli grup koku maddeleri olarak ifade edilebilir. Bina içi kirleticilerin yıllar içi değişimi Welcher [23] tarafından incelenmiş ve koku maddesi olarak kullanılan birçok madde bu tabloda uçucu organik bileşikler (VOC) ve sentetik koku maddeleri başlıkları altında yer almaktadır. Ancak koku maddesi olan kimyasallar sadece tek bir kimyasal değil, çeşitli bileşik gruplarının karışımından da oluşabilmektedir. Daha öncede ifade edildiğı üzere koku, temelini oluşturan esansiyel yağ, ekstraktlar, doğala eşdeğer yeni sentetik bileşikler ve çözenlerin karışımıyla

hazırlanan temel preparatlar olarak üründe kullanılmaktadır. Dolayısıyla koku içeriklerinde alkol, aldehit, keton, karboksilik asit, amin, ester, lakton, heterosiklik bileşikler, sülfidler ve merkaptanlar gibi oldukça çeşitli kimyasallar bulunabilir. Tablo 2’de görüleceği üzere kirletici sınıfına giren birçok madde koku ya da koku preparatı hazırlamada kullanılmaktadır.

Yapılan bir çalışmada, işlevinin sadece bulunulan ortama güzel koku kazandırmak olan oda kokularının iç hava kalitesine etkisini ölçmek amacıyla pasif (kokulu potpori) ve aktif şekilde çalışan (elektirikle çalışan) oda sprey türleri incelemiştir. Ürün içeriğine bağlı olarak ilk 1 saat sonunda maksimum emisyon düzeyleri oldukça geniş aralıkta olan ürünün formülasyonuna bağlı maddelerin ortaya çıktığı gözlenmiştir. Emisyonu >1000 ($\mu\text{g}/\text{ünite} \cdot \text{saat}$) düzeyinde olanlar sırasıyla genellikle koku maddeleri: Limonen, Benzil asetat dihidromircenol, Linalool, Linalil asetat, gamma-Terpinen, Mircen, beta-Pinen, Eucaliptol iken, bu maddelerin çözgeni olarak kullanılan maddelerin emisyonu >2500 ($\mu\text{g}/(\text{ünite} \cdot \text{saat})$) emisyonla: Ethanol, dipropilen glikol mono metil eter asetat, propanol, methoksi-3-metil-1-butanol, iso-alkanlar, dipropilen glikol isomerleri olarak sıralanmıştır. İlave olarak bozunma ürünlerinden ethyl asetoasetat, asetik asit emisyonu ise >175 $\mu\text{g}/(\text{ünite} \cdot \text{saat})$ olarak tespit edilmiştir. Oldukça geniş aralıkta aldehit, uçucu organik bileşiklerin var olmasının iç hava kalitesini oldukça önemli bir şekilde etkileyebileceği ve hangi tip oda kokusunun kullanılmasından çok, içeriğin önemli olduğu bildirilmiştir [24]. Bilindiği üzere bir kimyasalın havada bulunması o kimyasalın buhar basıncı ile ilgilidir. Özellikle buhar basıncı yüksek ise, öyleki her kimyasal düşük bile olsa bir buhar basıncına sahiptir, gaz halinde havaya karışabilir. Havadayken ya havadaki partiküllere tutunarak ya da gaz halinde bulunan bu maddeler bulunduğu ortamda iç hava kalitesine etki eder. Bazen ortamda bulunan diğer kimyasallarla, yukarıda detayları anlatıldığı gibi özellikle ozon gibi oksitleyici özelliği olan kimyasallarla, reaksiyona girip ikincil dediğimiz yani kullanılan üründe olmayan ancak iç hava kimyası nedeniyle maruz kaldığı reaksiyon sonucu yeni ve kirletici sınıfına giren kimyasal üretebilirler. Koku maddeleri sadece kendi başına değil, buldukları ortamda dış havadan gelen ozon ile reaksiyona girerek formaldehit, asetaldehit veya ultra ince yani solunum yoluyla akciğerin alveolarına ulaşabilecek nitelikte partikül üretebilir [15]. Limonen ya da diğer adıyla sitrus yağı bu potansiyele sahip koku maddesi olup ikincil reaksiyonla ürettiği bileşik olan formaldehit kanserojen olarak bilinmektedir. Linalool ve türevlerini (linalil ve linalil anthanilat) içeren lavanta yağında atmosfer maruziyetinde temas alerjisi üretebilir dolayısıyla da iç hava kalitesini etkiler.

Nitromusk olarak adlandırılan alkilenmiş benzen derivatifleri olarak bilinen ve ticari isimleri musk mosken, tibetten, ambrette, keton, ksilen olan koku bileşikleri Çin, Hindistan’da üretim ve kullanımı devam ederken, USA’da bunlardan sadece keton ve ksileni halen kullanımdadır. Diğer nitro musklar Avrupa ülkelerinde kullanımları kozmetik ürünlerinde yasaklanmış ve musk keton içinde sınırlama getirilmiştir [25]. Bu maddelerle ilgili, gaz veya partikül faz derişimleriyle ilgili çalışmalar çok yaygın olmamakla birlikte ev tozunda yapılan çalışmaların daha yaygındır. Çin’de ev tozlarında yapılan çalışmalarda musk keton %98.7 sıklıkta ve ortalama 13.7 ng/g, musk ksilen ise 11.8 ng/g ortalama derişimle % 86.4 sıklıkta tespit edilmiştir [26]. Sofuoğlu ve arkadaşları [27] bu ve polisiklik musk bileşiklerine solunum yoluyla olan maruziyetin direkt kullanımla oluşana göre daha az önemli olduğunu bulmuşlardır. Ancak muskların iç hava kimyasına ait dönüşümleri halen incelenmemiştir.

İç hava reaksiyonlarını başlatan oksidanlardan ozonun dış havadan içeriye sızması bir kaynak iken, hava temizleme cihazlarının ürettiği ozonunda diğer kaynak olabildiği literatürde yer almaktadır. Destailats ve arkadaşlarının [28] yaptığı çalışmada gaz faz reaktif terpenoidler ve bunların oksidasyon ürünleri ölçülmüş tüketilen ozona göre %20-30 düzeyinde formaldehit oluştuğu bunun yanında asetaldehit, aseton, glikolaldehit, formik asid, ve asetik asid oluşumlarından her deneyde en az ikisinin varlığını görülmüştür. İkincil partikül büyümesi de oldukça önemli ölçüde gözlenmiş ve ikincil gaz kirletici oluşumlarının temel olarak ozon seviyesi, hava değişim oranı gibi parametrelerden etkilendiği bulunmuştur.

Ozon ve terpenoid bileşikleri arasındaki ikincil organik aerosolların oluşum kütlelerinin binanın ısıtma, havalandırma ve iklimlendirme sistemlerinden etkilendiğini modellenerek gösterilmiştir. Araştırmacıların, yaşam ya da ticari kullanımlı binalarda iklimlendirmenin etkisini havalandırma, geri dönüşüm, filtreleme etkinliği, yük ve ısı değiştiriciler göz önüne alarak parametrik olarak yaptığı inceleme sonucu, ikincil aerosol oluşumunda en önemli parametrelerin hava akış hızı, filtreleme etkinliği ve bina içi hava sıcaklığı olduğunu kırsal kesimde, kentsel alan için ise ozon filtrelemeyi de dikkate alarak

göstermişlerdir. Bu sonuçların bina iklimlendirmede iç hava ikincil aerosol oluşumu ve maruziyetin azaltılması için kullanılabileceği sonucuna varmışlardır [29].

Tablo 2. 1950'den sonra iç hava kalitesinde önemli olan seçilmiş bazı kirleticiler ve derişimlerindeki değişimler (Weschler [23]'ten Türkçeleştirilmiştir.)

Kirleticiler	Değişim	Gerekçeler
Inorganik Gazlar		
Karbon Monoksit	↓	Bina içi sigara içme yasağı, dış hava derişiminin azalması
Azot dioksit	↓	Bina içi sigara içme yasağı, havalandırmasız yanma cihazlarının azalması
Azot Oksit	↓	Bina içi sigara içme yasağı, havalandırmasız yanma cihazlarının azalması
Ozon	?	Dış havadan içeriye taşınımın azaltılması, fotokopi veya iyonik hava temizleme cihazlarıyla bina içi derişiminin artması, dış hava derişiminin artması
Sülfür dioksit	↓	Dış hava derişiminin azalması
Radon	↓	Farkındalık ve kanuni düzenlemeler
Çok Uçucu Organik Bileşikler (VVOC)		
Formaldehit	↓	Ure-formaldehit köpüklerin evlerde izolasyon için kullanımının, kompozit odun yakıtının ve bina içi sigara içiminin azaltılması
Asetaldehit	↓?	Bazı ürünlerdeki emisyon miktarının azalması, bina içi hava kimyasında ozonla olan reaksiyon sonucu artış
Acrolein	↓?	Bina içi sigara kullanımının azalması ancak emek pişirme ana kaynak
1,3-Butadien	↓?	Dış havada seviyenin azalması, bazı yağlarla pişirme sırasında emisyonu
İzopiren	–	Kullanıcı tarafından emisyonu değişmedi
Uçucu Organikler (VOC), aldehitler		
Hegzanal	↑?	Kompozit odun kullanımı ve bina için hava kimyasındaki artış
Nonanal	↑?	bina için hava kimyasındaki artış?
Decanal	↑?	bina için hava kimyasındaki artış?
VOC, alifatikler		
n-Alkanlar (örneğin n-oktan)	–	Alifatik çözümlerin kullanımının devam etmesi
Dallanmış alkanlar	–	Alifatik çözümlerin kullanımının devam etmesi
VOC, aromatikler		
Benzen	↓↓	Çözgen olarak kullanımının sınırlandırılması
Toluen	↓	Dış hava derişiminin azalması, aromatik çözümlerin kullanımının azalması
Ksilen izomerleri	↓	Dış hava derişiminin azalması, aromatik çözümlerin kullanımının azalması
Etilbenzen	↓	Dış hava derişiminin azalması, aromatik çözümlerin kullanımının azalması
Trimetilbenzen izomerler	↓	Dış hava derişiminin azalması, aromatik çözümlerin kullanımının azalması
Stiren	↓	Dış hava derişiminin azalması, aromatik çözümlerin kullanımının azalması
Kirleticiler		
VOC, terpenler		
Limonen	↑	Terpenoidin çözgen ve koku maddelerinin artan kullanımı
Linalool	↑	Terpenoidin çözgen ve koku maddelerinin artan kullanımı
a-Terpineol	↑	Terpenoidin çözgen ve koku maddelerinin artan kullanımı
VOC, klorlular		
Diklorometan	↓↓	Çözgen olarak kullanımının azalması
Kloroform	↓↓	İçme suyu klorlamada yan ürün olarak çıkmasının azaltılması, çözgen olarak kullanımının azalması
Karbon tetraklorit	↓↓	Çözgen olarak kullanımında azalma
1,1,1-Triklorometan	↓↓	Montreal protokolü ve çözgen olarak kullanımda azalma
Trikloroetilen	↓↓	Çözgen olarak kullanımının azalması
Tetrakloroetilen (Perc)	↑,↓	Kuru temizleme ile artış yine kuru temizlemede sınırlandırılma sonucu azalma
Diklorobenzen	↓	Güve koruyucu olarak kullanımının azalması
VOC, florlular		
Freon 11	↑,↓	İklimlendirme cihazlarıyla artış ve Montreal protokolü
Freon 12	↑,↓	İklimlendirme cihazlarıyla artış ve Montreal protokolü
Freon 113	↑,↓	İklimlendirme cihazlarıyla artış ve Montreal protokolü
Diğer VOC'ler		
*Dimetil fitalat	↑	Kozmetik ve kişisel bakım ürünlerinde kullanımının artışı
*Dietil fitalat	↑	Kozmetik ve kişisel bakım ürünlerinde kullanımının artışı
Siklopentasiloksan (D5)	↑	Kişisel bakım ürünleri ve ter önleyicilerde kullanımının artışı
Yan Uçucu Bileşikler (SVOC), mantar, bakteri öldürücüler/koruyucular		
*Trikloran	↑,↓	Dezenfekte edici sabun ve temizlik malzemelerinde kullanımının artışı
Bis(tribütülitin)oksitb(TBTO)	↑,↓	1988'lerde bina içi boyalarda kullanımı eyaletlerde sınırlandırmıştır.
Butilenmiş hidroksitluen (BHT)	↑	Çeşitli ürünlerde antioksidan olarak kullanımının artması
*Pentaklorofenol (PCP)	↑,↓	Tahta, boya ve renk vencilerde biyolojik zehir, Bina içi kullanımı 1984 yılında sınırlandırılmıştır.
*Triklorofenoller	↑,↓	Pestisit olarak üretilmekteydi, artık üretilmemektedir.

Kirleticiler	Değişim	Yorum
SVOC, Yanma Yan Ürünleri		
ETS	↓	Bina içi sigara kullanımının azalması (kullanım yüzdesinde azalma)
Furan	↓	Dış hava değişiminde azalma
*Poli Aromatik Hidrokarbonlar(PAH)	↓	Bina içi sigara kullanımının azalması
SVOC, Bozunma Ürünleri		
*Bisphenol-A	↑	Polikarbonatlı ürünlerin kullanımda artış
SVOC, Yanmayı Önleyiciler		
*BDE-47	↑,↓	Köpük ve elektronik kullanımındaki artış, günümüzdeki kullanıma kısıtlama getirmiştir.
*BDE-99	↑,↓	Köpük ve elektronik kullanımındaki artış, günümüzdeki kullanıma kısıtlama getirmiştir.
*BDE-209	↑	Köpük ve elektronik kullanımındaki artış.
Tris(kloropropil)fosfat	↑,↓	Giyim eşyalarında yanmayı geciktirici olarak kullanımı, Kullanımı sınırlandırılmıştır
SVOC, Isı İletim Bileşikleri		
*Poliklorlufeniller	↑,↓	Üretimi 1970 lerde tavan yapmış ancak oldukça katı bir şekilde kullanımı kısıtlanmıştır.
Polidimetil siloksanlar	↑	Isı transfer bileşiği olarak fotokopi makinelerinde kullanımındaki artış
SVOC, Kişisel Bakım Ürünleri		
Musk bileşikler	↑	Kişisel bakım ürünlerinde kullanımının artması
SVOC, Böcek ve Ot öldürücüler		
Aldrin	↑,↓	1970 lerde kullanımı iptal edildi ve tahta ürünlerinde kullanımı kaldırıldı
*Chlordane	↑,↓	1960 larda üretimi büyüdü, 1988 de kaldırıldı.
*Chlorpyrifos	↑,↓	1965lerde bina içi kullanım için kayda alındı, 2001 de kaldırıldı.
*p,p'-DDT	↓	1972 de yasaklandı
*p,p'-DDE	↓	Metabolit olduğundan DDT kullanımını izlemekte kullanılıyor.
*Dieldrin	↑,↓	1970 lerde kullanımı iptal edildi ve tahta ürünlerinde kullanımı kaldırıldı
*Malathion	↓	Kullanımında sınırlamalar vardır
*Mirex	↑,↓	1962 de ortaya çıktı, tüm pestisitlerin kullanımı 1978 de yasaklandı
*Permethrin	↑	Diğer pestisitlerin yerine geçer, Büyüme eğiliminde
SVOC, plastikleştiriciler		
*Dibütil ftalat	↑	Plastikleştirmeye ihtiyaç hissedilen ürünlerde kullanımı artmaktadır.
*Bütilbenzil ftalat	↑	Plastikleştirmeye ihtiyaç hissedilen ürünlerde kullanımı artmaktadır.
*Di-2-etilhegzil ftalat	↑,↓	Oyuncak ve diğer ürünlerde kullanımı elimine edilmiştir.
Trifenilfosfat (TPP)	↑?	Plastikleştirici olarak artış?
SVOC, vernik ve türevleri		
Yağ asitleri	?	Raf ömrünü uzatmak için cila ve verniklerde
Sesquiterpenler	?	Raf ömrünü uzatmak için cila ve verniklerde
Kirleticiler		
Metals and mineral fibers		
Asbest	↑	Kullanımı kanunlarla düzenlenmektedir, bilinmeyen kaynak
*Kadmium	↑?	Sigara içiminin azalması
*Kurşun	↑	Boyalar ve akaryakıtın eliminasyonu
*Civa	↑	Boyada kullanımının eliminasyonu
Diğerleri		
Alerjenler (toz, ve hayvanlardan ortaya çıkan akar yada böcekçikler)	↑?	Nemi yüksek binalarda, fazla sayıda ev hayvanı, daha az toz alma ve temizlik
Küf/Mantarlar	↑?	Nemi yüksek binalarda, küf ve mantar oluşumuna neden olan parametrelerde düzenlemeler
Hava kökenli partiküller	↓	Daha az bina içi sigara kullanımı, düşük dış hava derişimi

2.5. SAĞLIK ETKİLERİ

Oldukça yaygın ve artık kirletici sınıfına dahil edilen bileşikler olan koku maddeleri çeşitli ev temizleme ürünlerinden, oda spreylene, böcek öldürücülerden kozmetik ürünlerinde kadar kötü kokuları maskeleyici ve ürüne güzel koku kazandırıcı olarak eklenmelerine rağmen, oldukça yaygın kullanım alanı olan bu kimyasallar için bunlara maruz kalanlarda oluşacak sağlık ve güvenlik verileri kısıtlıdır. Kokuların solunum yolu problemi olanlarda, bu problemi kötüleştirdiği gibi problemi indükleyebildiği bilinmektedir. Koku maddelerinin solunum yolu problemlerini başlattığı ya da kötüleştirdiğine dair klinik bulgular vardır. Astım, alerji, sinüs problemleri, rinit ya da diğer rahatsızlık verici problemlere neden olduğu da düşünülmektedir. Genel olarak koku maddelerine maruziyet sonucu oluşabilecek alerjik reaksiyonlarda görülen septomlar: baş ağrısı, göğüs sıkışması ve hırıltılı solunum, mukozal tahriş, akciğer fonksiyonunun azalması, astım veya astımın şiddetlenmesi, rinit (burun nezlesi) veya hava yolu tahrişi, duyarlı organ tahrişi, temas dermatiti şeklinde sıralanabilir.

Koku maddelerini oksitleyici diğer bileşik olan peroksitler sonucu solunum yolunu rahatsız ettiği, hatta ciğerlerde inflamatuvar etki yaratabildiği raporlanmıştır. D-limonen havaya karıştığına 10 mikron altı partiküllerin iç havada 10 kat daha arttığı bulunmuştur. Benzaldehit ise solunum yolu ve cilt duyarlılığı yaratan bir bileşik olarak, mutajen olabilme, ciğer ve sinirleri hedef alan bir bileşik özelliğinde iken; çözgen olarak kullanılan toluen ise sistemik etkisi solunum yoluyla kabul edilen bileşik olarak oldukça çok üründe bulunmuştur [30].

Avrupa Birliği bünyesinde Kozmetik ve Gıda Dışı Ürünlere ait Bilimsel Komite (SCCNFP) 26 koku maddesini temas alerjeni olarak ilan etmiştir [31]. Bu bileşikler, kozmetik ve deterjanda kullanılan bileşikler olup Liste A olarak sınıflandırılanlar en fazla hakkında alerji yaratan bileşikler olarak sağlıkla ilgili şikayet kayıtlarında yer alan: amyl cinnamal, amylcinnamyl alcohol, benzyl alcohol, benzyl salicylate, cinnamyl alcohol, cinnamal, citral, coumarin, eugenol, geraniol, hydroxycitronellal,

hydroxymethylpentylcyclohexene-carboxaldehyde (HMPCC), isoeugenol; Liste B ise daha az sıklıkta alerjiye neden olarak sınıflanan bileşikleridir. Sırasıyla, anisyl alcohol, benzyl benzoate, benzyl cinnamate, citronellol, farnesol, hexyl cinnamaldehyde, linal, D-limonene, linalool, methyl heptinecarbonate, 3- methyl-4-(2,6,6-trimethyl-2-cyclohexen-1-yl)-3-buten-2-one'dir.

Koku maddelerinden oluşan problemlerin, sadece parfümü solumakla mı oluştuğu ya da temas alerjisinin tetiklenmesinden mi kaynaklandığı tam anlamıyla bilimsel olarak açıklanamamıştır. Astım yada reaktif hava yolu semptom reaksiyonlarının, koku kimyasallarından mı yoksa onların oksidasyon (yani oksijenle tepkimesi) ürünlerinden mi, ya da içinde bulunan çözgen olarak kullanılan fitat gibi diğer bir kimyasaldan mı kaynaklandığı araştırma konusudur.

Benzer şekilde bazı koku maddeleri hormon sisteminin üretim, taşınım ya da vücutta hedef organa bağlanma mekanizmasını bozuyorsa endokrin bozucu kimyasal sınıfına girebilir. Bunların kimisi doğal olarak oluşan hormonların hareketini engelleyebilir ve endokrin sisteminin çalışmasını değiştirirken, bazıları yanlış dokuya hormon gibi yanlış sinyal göndererek, örneğin estrogenmiş gibi davranarak, hormon özelliğine ait etkileşimleri yaratabilir. Maruz kalınan doz ve zaman sonucu kanserden, üreme sisteminde toksisite, fetus gelişiminde problemlerden -tiroide kadar çeşitli problemlere yol açabilir. Bu sınıfa giren kimyasallar içinde sentetik musk bileşiklerinden galaksolid, tonalid ve musk keton verilmiş olmasına rağmen, şu an sadece hücre çalışmalarında etkileri belirlenmemiştir.

Dietilhekzilfitat bu gruba girebilen diğer bir kimyasal olup aslında koku maddesi çözgeni olarak kullanılmıştır. Benzil salisilat, benzil benzoat ve yine bir koku maddesi olan linal bütifenilmetilpropionalinde estrogenik aktivite gösterdiği bulunmuştur. Ancak bilinmelidir ki bu etkileri gösteren birçok kimyasalın kullanımı ve üretimi gelişmiş ülkelerde yasaklanmaktadır. Musk ksilen, musk keton gibi... Bunların yerini alabilecek yeni kimyasallar üretilmektedir. Avrupa Birliğinde çevre başlığı altında Türkiye'de de bunların birçoğu uygulamaya konulmaktadır. Ancak ülkemize farklı ülkelerden giren kimyasallar nedeniyle ürün çeşitliliği oldukça fazla olan ülkemizde, her türlü kimyasalın kullanılabilme ihtimali yüksektir dolayısıyla ürün içerikleri konusunda dikkatli olunmalıdır.

3. SONUÇ

Literatürde daha çok kullanım alanları itibarıyla koku maddelerinin kullanıldığı deterjan ve temizlik malzemeleri atık su yoluyla çevreye atıldığından bunlarla ilgili endokrin sistemini etkileyen araştırmalar sucul canlılarda musk ksilenin yasaklanmasıyla başlamıştır.

İç hava kalitesini etkileme açısından ele alınan ürünler ise parfüm, deodorant, oda ya da araba spreyleleriyle ortaya çıkan ve daha çok terpenoidli bileşiklerin ozonla reaksiyonu sonucu ultra ince partikül ile ikicil organik aerosol oluşumuna yol açan ve bunun sonucu ortaya çıkan sağlık problemleri sonucu incelemeler yapılmaktadır ve bu alanda daha fazla literatür mevcuttur.

Ancak hangi tür olursa olsun koku maddelerinde birçok kimyasal gibi iç hava kalitesine etkisi olduğu açıktır. Yapılan araştırmalardan ortaya çıkan tüm kimyasal çeşitlerinin yarattığı risklerin bilinmesinin imkansız olması nedeniyle, özellikle üst solunum yolları duyarlı ya da alerjik bünyeli çocuklarda koku maddesi içeren hiç bir ürünü -oda spreyleleri, parfümler, şampuanlar ya da diğer kişisel bakım ürünleri, deterjanlar, yumuşatıcılar, sabunlar gibi- yaygınlıkla kullanmamak gerekmektedir.

Özellikle okullarda birbirinden farklı ürün kullanımı ve bunların ortama taşınımı kalabalık bir ortamdaki maruziyet dozunu artırabilir ve duyarlı çocuklarda hassasiyet gelişebilir. Dolayısıyla çocuklarda hassasiyeti fazla geliştirmemek ve alerjik astım başlangıcını engellemek için sadece kirli havadan, tozdan değil, aynı zamanda kişisel bakım ürünlerinden, çocukların kullandığı kırtasiye malzemelerine kadar içerikleri konusunda bilinçli olup maruz kalacakları dozu özellikle solunum yoluyla olanları önlemek amacıyla bilip onları koruyacak yolları bulmamız gerekmektedir. Kullanılan temizlik ürününü abartmadan ve özellikle büyük yüzey temizliklerinde yüzey temizleyicilerinin kullanım sıklığında dikkatli olunmalıdır.



En iyi korunma yolunun havalandırmayı iyi yapmak ve okullarda sınıfları düzenli olarak temiz hava girecek şekilde havalandırma düzenine kavuşturmadır. Havalandırma ya da iklimlendirmede akış hızı, oda sıcaklığı gibi parametrelerin ikincil aerosol üzerine etkileri olduğu ve bu ürünler kullanılsa bile ortaya çıkacak etkileri en aza indirgeyecek şekilde iklimlendirme parametrelerin ayarlanması gerekmekte ve bu konuda detaylı araştırmalar yapılmalıdır.

KAYNAKLAR

- [1] web-01 <http://www.hunca.com/bilgiler/parfum-hakkinda>.
- [2] OSPAR List of Chemicals for Priority Action (Update 2004) (Reference number 2004-12).
- [3] Bickers DR, Calow P, Greim HA, Hanifin JM, Rogers AE, Saurat JH., 2003. "The safety assessment of fragrance materials", Regul. Toxicol. Pharmacol, 37(2):218–273.
- [4] Smith SW., 2009, "Chiral toxicology: it's the same thing...only different", Toxicol. Sci., 110(1):4–30.
- [5] Reiner JL, Kannan K., 2006, "A survey of polycyclic musks in selected household commodities from the United States", Chemosphere 62(6):867–873.
- [6] Zhang XL, Yao Y, Zeng XY, Qian GR, Guo YW, Wu MH., 2008, "Synthetic musks in the aquatic environment and personal care products in Shanghai-China", Chemosphere 72(10):1553–1558.
- [7] Luckenbach T, Epel D., 2005, "Nitromusk and Polycyclic Musk Compounds as Long-Term Inhibitors of Cellular Xenobiotic Defense Systems Mediated by Multidrug Transporters", Environ Health Perspect. 113(1): 17–24.
- [8] Bitsch N, Dudas C, Körner W, Failing K, Biselli S, Rimkus G., 2002, "Estrogenic activity of musk fragrances detected by the E-Screen assay using human MCF-7 cells", Arch Environ Contam Toxicol. 43:257–264.
- [9] Schreurs RH, Sonneveld E, Jansen JH, Seinen W, van der Burg B., 2005, "Interaction of polycyclic musks and UV filters with the estrogen receptor (ER), androgen receptor (AR), and progesterone receptor (PR) in reporter gene bioassays", Toxicol Sci. 83(2):264–272.
- [10] Seinen W, Lemmen JG, Pieters RHH, Verbruggen EMJ, van der Burg B., 1999, "AHTN and HHCb show weak estrogenic-but no uterotrophic activity", Toxicol Lett, 111:161–168.
- [11] van der Burg B, Schreurs R, van der Linden S, Seinen W, Brouwer A, Sonneveld E., 2008, "Endocrine effects of polycyclic musks: do we smell a rat?", Int J Androl. 31(2):188–193.
- [12] Heydorn S, Johansen JD, Andersen KE, Bruze M, Svedman C, White IR, Goossens A, Frosch PJ, Lepoittevin JP, Rastogi S, White IR, Menné T., 2003. "Fragrance allergy in patients with hand eczema—a clinical study", Contact Dermatitis, 48(6):317–323.
- [13] Kumar P, Caradonna-Graham VM, Gupta S, Cai X, Rao PN, Thompson J., 1995, "Inhalation challenge effects of perfume scent strips in patients with asthma", Ann Allergy Asthma Immunol., 75:429–433.
- [14] Steinemann AC., 2009, "Fragranced consumer products and undisclosed ingredients", Environ Impact Assess Rev. 29(1):32–38.
- [15] Nazaroff WW, Weschler CJ., 2004, "Cleaning products and air fresheners: exposure to primary and secondary air pollutants", Atmos. Environment, 38, 2841–2865.
- [16] Singer BC, Destailats H, Hodgson AT., Nazaroff WW., 2006, "Cleaning products and air fresheners: emissions and resulting concentrations of glycol ethers and terpenoids", Indoor Air, 16: 179–191.
- [17] Dobson RE, Nishioka M, Standley LJ, Perovich LJ., Brody JG, Rudel RA., 2012, "Endocrine Disruptors and Asthma-Associated Chemicals in Consumer Products", Environmental Health Perspectives, 120, 7.
- [18] Klaschka U, Kolossa-Gehring M., 2007, "Fragrances in the Environment: Pleasant Odours for Nature?", Env Sci Pollut Res, 14, 1, 44 – 52.



- [19] Weschler CJ., 2011, “Chemistry in indoor environments: 20 years of research”, *Indoor Air* 21: 205–218.
- [20] Carslaw N, Mota T, Jenkin ME, Barley MH, McFiggans G., 2012, “A Significant Role for Nitrate and Peroxide Groups on Indoor Secondary Organic Aerosol”, *Environ. Sci. Technol.*, 46, 9290–9298.
- [21] Nørgaard AW, Kudal JD, Kofoed-Sørensen V, Koponen IK, Wolkoff P., 2014, “Ozone-initiated VOC and particle emissions from a cleaning agent and an air freshener: Risk assessment of acute airway effects”, *Environment International*, 68, 209–218.
- [22] Corsi, RL, Siegel J, Karamalegos A, Simon H, ve Morrison GC., 2007b, “Personal reactive clouds: introducing the concept of near-head chemistry”, *Atmos. Environ.*, 41, 3161–3165.
- [23] Weschler CJ., 2009, “Changes in indoor pollutants since the 1950s”, *Atmospheric Environment*, 43 153–169.
- [24] Uhde, E., Schulz, N., 2014, “Impact of room fragrance products on indoor air quality”, *Atmospheric Environment*, 1-11.
- [25] Taylor KM, Weisskopf M, Shine J., 2014, “Human exposure to nitro musks and the evaluation of their potential toxicity: an overview”, *Environmental Health*, 13:14.
- [26] Lu Y, Yuan T, Yun SH, Wang W, Kannan K., 2011, “Occurrence of synthetic musks in indoor dust from China and implications for human exposure”, *Arch Environ Contam Toxicol*, 60(1):182–189.
- [27] Sofuoğlu A, Kıymet N, Kavcar P, Sofuoğlu SC., 2010, “Polycyclic and nitro musks in indoor air: a primary school classroom and a women's sport center”, *Indoor Air*, 20(6):515–522.
- [28] Destailats H, Lunden MM, Singer BC, Coleman BK, Hodgson AT, Weschler CJ, Nazaroff WW., 2006, “Indoor secondary pollutants from household product emissions in the presence of ozone: A bench-scale chamber study”, *Environ. Sci. Technol.*, 4 (14):4421-8.
- [29] Waring MS, Siegel JA., 2010, “The Influence of HVAC Systems on Indoor Secondary Organic Aerosol Formation”, *Ashrae Transactions*, 116, 1, 556-571.
- [30] Cooper SD, Raymer JH, Pellizzari ED, vd., 1992, “Polar organic compounds in fragrances of consumer products” Final report, Research Triangle Park(NC): USEPA; 34.
- [31] Klaschka U, 2010, “Risk management by labelling 26 fragrances? Evaluation of Article 10 (1) of the seventh Amendment (Guideline 2003/15/EC) of the Cosmetic Directive”, *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 213, 308–320.

ÖZGEÇMİŞ

Aysun SOFUOĞLU

İTÜ Kimya Metalürji Fakültesi Kimya Mühendisliği Bölümü'nden mezun oldu. Yüksek lisans derecesini Wisconsin Üniversitesi-Madison Çevre Mühendisliği Bölümünden, doktora derecesini Illinois Teknoloji Enstitüsü Çevre Mühendisliği Bölümünden aldı. 2000 yılında, İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü Kimya Mühendisliği Bölümü'nde başladığı öğretim üyeliği görevine, aynı kurumda Prof. Dr. unvanı ile devam etmektedir. Hava kirliliği ve bina-içi hava kirliliği konularında araştırmalar yapmakta olan Aysun Sofuoğlu kalıcı organik kirleticilerin taşınımı, kuru birikim ve hava kirliliğinin malzemeler üzerinde etkileri konularında çalışmaktadır.

