

**DOĞUM ÖNCESİ VE DOĞUM SONRASI DÖNEMLERDE
BEBEKLERİN EVLERİNDEKİ BİNA İÇİ UÇUCU ORGANİK
BİLEŞİKLERİN BELİRLENMESİ**

**INVESTIGATION OF INDOOR VOLATILE ORGANIC
COMPOUNDS IN THE HOUSES OF INFANTS FROM
PRENATAL PERIOD TO POSTNATAL PERIOD**

SANAZ LAKESTANI

PROF. DR. GÜLEN GÜLLÜ
Tez Danışmanı

Hacettepe Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği'nin
ÇEVRE Mühendisliği Anabilim Dalı için Öngördüğü
DOKTORA TEZİ olarak hazırlanmıştır.

2015

SANAZ LAKESTANI'nin hazırladığı “Doğum Öncesi ve Doğum Sonrası Dönemlerde Bebeklerin Evlerindeki Bina İçi Uçucu Organik Bileşiklerin Belirlenmesi” adlı bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM Dalı'nda DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Ahmet Cemal Saydam
Başkan

.....

Prof. Dr. Gülen Güllü
Danışman

.....

Prof. Dr. Gürdal Tuncel
Üye

.....

Prof. Dr. Songül Acar Vaizoğlu
Üye

.....

Doç. Dr. Merih Aydınalp Köksal
Üye

.....

Bu tez Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından **DOKTORA TEZİ** olarak onaylanmıştır.

Prof. Dr. Fatma SEVİN DÜZ
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ETİK

Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada,

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversitede veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

22/06/2015

SANAZ LAKESTANI

ÖZET

DOĞUM ÖNCESİ VE DOĞUM SONRASI DÖNEMLERDE BEBEKLERİN EVLERİNDEKİ BİNA İÇİ UÇUCU ORGANİK BİLEŞİKLERİN BELİRLENMESİ

Sanaz LAKESTANI

Doktora, Çevre Mühendisliği Bölümü

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Gülen GÜLLÜ

Haziran 2015, 237 sayfa

İç ortam hava kalitesini belirlemek ve muhtemel kirlilik kaynaklarını tespit etmek amacıyla Ankara'nın farklı semtlerindeki yeni doğan bebeklerin evlerinde hava kalitesi izleme çalışması gerçekleştirilmiştir. Örneklemeler yaklaşık olarak 100 yeni doğan bebek evinde Nisan 2012-Ocak 2014 arasında eş zamanlı olarak iç ortam ve dış ortamda gerçekleştirilmiştir.

Çalışma dört örnekleme dönemince yürütülmüştür; 1. hamileliğin son 3 aylık döneminde bulunan kadınların evlerinde, bebek doğmadan 3 ay önce (-3, 0), 2. bebek 3-6 aylık olduğu dönem, 3. Bebek 12-14 aylık olduğu dönem ve 4. Bebek 28-31 aylıkken. Tüm çalışma süresince; sıcaklık, bağıl nem değerleri ile CO₂ ve CO konsantrasyonları anlık olarak ölçülmüştür. Evlerin iç ve dış ortamından aktif örnekleme yöntemi ile Tenax TA sorbenti üstüne alınan örneklerde, Termal Desorber- Gaz Kromatografi (TD-GC-MS) sistemi ile Uçucu Organik Bileşikler (UOB) ölçülmüştür.

İç ortamlar içinde havalandırmanın daha seyrek yapıldığı bebek odalarında diğer iç ortamlara göre daha yüksek UOB seviyeleri tespit edilmiştir. Bebek odalarında gözlenen ortalama benzen, toluen, m,p-ksilen ve etilbenzen seviyeleri sırasıyla

3,92, 34,54, 11,84 ve 6,17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak gözlenmiştir. Benzen dışında, diğer tüm UOB'ler için iç/dış oranları 2'den büyük gözlenmiştir. Farklı mevsimlerde yapılan ölçüm sonuçlarına göre iç ve dış ortamda gözlenen UOB'lerin mevsimsel olarak değiştiği tespit edilmiştir. En yüksek UOB konsantrasyonları genel olarak bebeklerin doğumundan sonra yapılan sonbahar-kış örneklemeğinde gözlenmiştir. İç ortamda ölçülen UOB konsantrasyonlarına etki eden önemli faktörlerin, evin ana caddeye yakınlığı, evde yeni eşya alımı, boya yapılması, evdeki ısıtma türü ve yer kaplama tipi olduğu tespit edilmiştir.

İç ortam UOB maruz kalma sonucu bebeklerde gözlenecek sağlık riski değerlendirilmiştir. Benzenin solunumuna bağlı risk analiz sonucu, örnekleme yapılan evlerin %77'sinin C sınıfı ($10^{-6} - 10^{-5}$), %17'sinin B sınıfı ($10^{-5} - 10^{-4}$) risk taşıdığı, naftaline hayat boyu maruz kalma durumunda ise evlerin %98'inin A sınıfı ($>10^{-4}$) kanser riski taşıdığı tespit edilmiştir.

Evde yaşayan bebeklerin örnekleme süresince tutulan sağlık kayıtları sonucu %9'unun herhangi bir sağlık sorunu bulunmadığı, % 4'ünün astım, %40'ının alerji, atopik dermatit, egzama, kaşıntı ve %47'sinin bronşit ve bronşiyolit geçirdiği tespit edilmiştir. Yapılan değerlendirme sonucu, ev içinde ölçülen UOB seviyeleri ile astım, alerji, bronşit ve bronşiyolit ile atopik dermatit vakaları arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde ilişki bulunduğu tespit edilmiştir. Sağlıklı nesiller yetiştirmek için, sorunları yaratan faktörleri belirlemek ve bunları azaltmaya yönelik eylem planları geliştirmek büyük önem taşımaktadır. İç ortam hava kirliliği kontrol edilebilir bir parametredir. İç ortamdaki kaynakların tespiti halinde, bunların etkilerinin azaltılması ya da ortadan kaldırılmasına yönelik somut adımlar atılabilir.

Anahtar Kelimeler: İç ortam havası, uçucu organik bileşikler, bebek sağlığı, astım, alerji

ABSTRACT

INVESTIGATION OF INDOOR VOLATILE ORGANIC COMPOUNDS IN THE HOUSES OF INFANTS FROM PRENATAL PERIOD TO POSTNATAL PERIOD

Sanaz LAKESTANI

Doctor of Philosophy , Department of Environmental Engineering

Advisor: Prof. Dr. Gülen GÜLLÜ

June 2015, 237 pages

Air quality monitoring was carried out at the infants homes in Ankara to collect data on the levels of indoor and ambient air constituents, to identify their potential sources. Sampling was conducted simultaneously indoors and outdoors at around 100 infant homes between April 2012-January 2014.

The measurements were performed at four periods; 1. during the third trimester of pregnancy (-3-0), 2. when the babies were 3-6 months old, 3. when the babies were 12-14 months old, and 4. when the babies were 28-31 months old. During the sampling period's temperature and humidity, CO₂ and CO were measured. VOC samples were collected in Tenax TA sorbent filled tubes with active sampling method and analyzed with Thermal Desorber and Gas Chromatography/Mass spectrometry (TD-GC/MS).

Higher VOC levels at the baby's room relative to other indoor environments have been identified due to the less frequent ventilation habits at the baby's room. Average benzene, toluene, m,p-xylene and ethylbenzene concentrations at the baby's room were 3.92, 34.54, 11.84 and 6.17 µg/m³. Except benzene levels, indoor to outdoor ratio of VOCs were greater than 2. According to the results of

the monitoring studies performed at different seasons, it was found that VOCs vary seasonally at both in indoor and outdoor environments. The highest VOC concentrations were generally observed in the autumn-winter sampling which was conducted after the babies are born. Important factors affecting the indoor VOC concentrations at the indoor environments were identified as proximity of the house to main road, purchasing of a new home furnishings, newly painting done, type of home heating and flooring type.

Health risk due to exposure to indoor VOC in infants were evaluated. Due to the results of risk analysis of benzene respiration, the health risk of 77% of homes are in the Class C (10^{-6} - 10^{-5}) and 17% of homes are in the B class (10^{-5} - 10^{-4}), in the case of lifelong exposure to naphthalene, 98% of the homes are in the A class ($>10^{-4}$) cancer risk.

From the health records of baby's collected during the entire study period, 9% of the babies are non-sick, 4% diagnosed as asthma, 40% have allergy, atopic dermatitis, eczema, itching and 47% has been diagnosed as bronchitis and bronchiolitis. Results of the evaluation, statistically significant relation between measured VOC levels and asthma, allergies, atopic dermatitis, bronchitis and bronchiolitis cases have been identified.

It is very crucial to identify and minimize the factors that result in early childhood health problems not only to grow health generations but also to minimize health expenditures. Parameters resulting in indoor air pollution are controllable. The mitigation measures to minimize indoor air pollution can easily be applied when the sources are identified.

Keywords: Indoor air, volatile organic compounds (VOCs), babies health, asthma, allergy.

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim boyunca tüm bilgi ve deneyimlerini benimle paylaşan ve eğitimimde her türlü özveri ve yardımını esirgemeyen danışmanım Prof. Dr. Gülen Güllü'ye teşekkürlerimi ve ömür boyu minnettarlığımı sunarım.

Çalışmalarımındaki maddi desteklerinden dolayı TÜBİTAK ve Hacettepe Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Birimi'ne teşekkür ederim.

Yapmış olduğum çalışmaları takip eden ve çalışma ortamını paylaştığım saygıdeğer hocamlarım Prof. Dr. A. Cemal SAYDAM ve Prof. Dr. Songül Acar Vaizoğlu'na teşekkürlerimi sunarım.

Doktora eğitimimde bilgileri ve deneyimlerini benimle paylaşan Hacettepe Üniversitesi Çevre Mühendisliği bölümünün değerli öğretim üyelerine ve tüm mensuplarına teşekkürlerimi sunarım.

Tezin saha çalışmaları ve anket çalışmalarının düzenlenmesi aşamalarında yardımcı olan arkadaşlarım Bilge KARAKAŞ ve Elham AGLAHARA'ya teşekkür ederim.

Her zaman yanımda olan sevgili arkadaşlarım Adeleh RASHIDI, Yeşer ASLANOĞLU, Parisa BABAEİ, Perihan AKAN ve Ezgi ÖĞÜN'e teşekkür ederim.

Doktora eğitimi süresince sevgi, sabır ve anlayışla beni destekleyen eşim Bahram SARKARATI'ye teşekkür ve sevgilerimi sunarım.

Her türlü desteklerini esirgemeyen ve hep yanımda olan Annem, Babam ve kardeşim Farid'e en derin şükranlarımı sunarım.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	iii
TEŞEKKÜR.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
ÇİZELGELER.....	x
ŞEKİLLER.....	xiv
SİMGELER VE KISALTMALAR	xviii
1. GİRİŞ	1
1.1. Erişkinlerin İç ortamda geçirildikleri zaman.....	2
1.2. Çocukların İç ortamda geçirdikleri zaman.....	3
1.3. Çalışmanın Amacı	4
1.4. Çalışma Yöntemi ve Planı	5
2. GENEL BİLGİLER.....	7
2.1. Hava Kirleticileri.....	7
2.1.1. İç Ortam hava Kirliliği	8
2.1.2. İç Ortam Hava Kirleticilerin Kaynakları.....	8
2.1.2.1. Temizlik malzemeleri	10
2.1.2.2. Çevresel Sigara Dumanı (ETS).....	10
2.1.2.3. Halı	10
2.1.2.4. Oda kokusu.....	11
2.1.2.5. Mobilya	11
2.1.2.6. Bina malzemeleri	11
2.2. Dış ortam hava kalitesi	13
2.2.1. DIŞ ORTAM HAVA KİRLİLİĞİ.....	13
2.3. UOB.....	15
2.4. Türkiye’de İç Ortamlarda UOB’ler Üzerine Yapılan Çalışmalar	23
2.5. Dünyada İç Ortamlarda UOB’ler Üzerine Yapılan Çalışmalar.....	24
2.6. Dünyada ve Türkiye’de TUOB’ler için İç Ortamlarda Sağlanması Gereken Maksimum Kriter Değerleri	27
3. MATERYAL VE METOT.....	31
3.1. Örnekleme Noktalarının Seçimi	31

.....	31
3.2. UOB Örnekleme, Kalibrasyon ve Analiz Yöntemi	35
3.3. Çevresel Faktörlerin Ölçülmesi.....	44
3.4. Meteorolojik Parametreler.....	45
3.5. Rüzgar Hızı ve Isınma Dönemi (Kış), Isınma Döneminin Dışı (Yaz).....	47
3.6. Verilerin Değerlendirilmesi Ve Uygulanan İstatistiksel Analiz Yöntemleri ..	48
4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA	49
4.1. UOB Sonuçları.....	49
4.2. İç ve Dış Ortam UOB Sonuçları	49
4.3. Farklı İç Ortamlarda Ölçülen UOB'lerin Karşılaştırılması	51
4.4. Örnekleme Dönemlerinde Ölçülen UOB Konsantrasyonları	60
4.4.1. I. Örnekleme Dönemi UOB Ölçüm Sonuçları	60
4.4.2. II. Örnekleme Dönemi UOB Ölçüm Sonuçları	63
4.4.3. III. Örnekleme Dönemi UOB Ölçüm Sonuçları	66
4.4.4. IV. Örnekleme Dönemi UOB Ölçüm Sonuçları.....	69
4.5. UOB'lerin Mevsimsel değişimi	72
4.5.1. İlkbahar-Yaz Döneminde İç Mekan Ölçümlerinin Karşılaştırılması ve Sonuçları	75
4.5.2. İlkbahar-Yaz Döneminde Dış Mekan Ölçümlerinin Sonuçları.....	75
4.5.3. Sonbahar-Kış Döneminde İç Mekan Ölçümlerinin Karşılaştırılması ve Sonuçları	75
4.5.4. Sonbahar-Kış Döneminde Dış Mekan Ölçümlerinin Sonuçları	75
4.6. UOB'lerin İç/Dış Ortam Oranı İlkbahar-Yaz mevsiminde.....	75
4.7. UOB'lerin İç/Dış Ortam Oranı Sonbahar-Kış mevsiminde	76
4.8. UOB'lerin İç/Dış Ortam Oranı	77
4.9. Dört dönemin örneklemelerinde aynı olan evlerin iç ortam UOB'lerinin karşılaştırılması	79
4.10. Dört dönemin örneklemelerinde dış ortam UOB'lerinin karşılaştırılması	80
4.11. Dış Ortamda Gözlenen UOB Bileşiklerinin Meteorolojik Faktörlerle.....	99
4.11.1. Sıcaklık °C	100
4.11.2. Bağıl Nem %	103
4.11.3. Rüzgar Hızı	104
4.12. Rüzgar yönüne göre UOB derişimlerinin değişimi	106
4.13. İç Ortam UOB Sonuçlarının Literatür ile Karşılaştırılması	110

4.13.1.	Dünyada İç Ortamlarda UOB'ler Üzerinde Yapılan Çalışmalar	114
4.14.	UOB Ölçüm Sonuçlarının Limit Değerler İle Kıyaslanması	117
4.15.	İç Ortamda UOB'lerinin Kaynaklarının Tespiti	123
4.15.1.	UOB Ölçüm Sonuçlarının Yaşam Alışkanlıkları ve Ev Koşullarına Göre Değerlendirilmesi.....	123
4.15.1.1.	Evde yaşayan kişi sayısı	131
4.15.1.2.	Ana Caddeye Yakınlık	132
4.15.1.3.	Evin Bulunduğu Kat	133
4.15.1.4.	Mutfakta kullanılan yakıt türü	135
4.15.1.5.	Konut Isıtma Türü	138
4.15.1.6.	Yer kaplama türü.....	140
4.15.1.7.	Duvar Boyası Türü	142
4.15.1.8.	Örnekleme Sırasında Camların Açık Olup Olmadığı.....	145
4.15.1.9.	Evin Boyanma Durumu	145
4.15.1.10.	Yeni Eşya	146
4.16.	Korelasyon analizi	148
4.17.	Faktör Analizi ile Kirletici Kaynak Belirlenmesi	153
4.18.	UOB'lerden Kaynaklanan Risk Analizi	157
4.19.	İç Ortamlarda Gözlenen UOB'lerin Solunuma Bağlı Risk Analizi	159
4.19.1.	İç Ortamda Benzenin Solunuma Bağlı Risk Analizi	160
4.19.2.	İç Ortamda Stirenin Solunuma Bağlı Risk Analizi	162
4.20.	İç ve Dış Ortamda Gözlenen UOB'ler için Hayat Boyu Maruziyet Hesaplaması	164
4.21.	Tehlike Sınırının Hesaplanması.....	170
4.22.	Kanser Riski ve Tehlike Sınırının Literatür ile Karşılaştırılması	177
4.22.1.	Ankara ile Avrupa kentlerinin kanser riskinin karşılaştırılması	177
4.23.	Diğer Ülkelerde Görülen kanser riskinin Türkiye ile kıyaslanması	179
4.24.	Türkiye ile Diğer Ülkelerin Tehlikeli Sınır Değerleri Karşılaştırılması	180
4.26.	Bebeklerin Sağlık Durumu ile UOB'lerin ilişkisinin incelenmesi	185
4.26.1.	II. Dönem Solunum Yolu hastalıklar ve alerjini UOB'lerle ilişkisinin istatistiksel olarak incelenmesi	186
4.26.2.	III. Dönem Solunum Yolu hastalıklar ve alerjini UOB'lerle ilişkisinin istatistiksel olarak incelenmesi	190

4.26.3. IV. Dönem Solunum Yolu hastalıkları ve alerji vakalarının UOB'lerle ilişkisinin istatistiksel olarak incelenmesi	193
4.26.4. Tüm örnekleme dönemlerinde elde edilen ölçüm sonuçları ile hastalıklar arasındaki ilişki.....	198
5. GENEL SONUÇLAR VE ÖNERİLE.....	201
5.1.1. Mevsimsel Değişim.....	202
5.1.2. Risk Faktör	204
5.4. Öneriler.....	205
5.4.1. İç Ortam Hava Kalitesini Arttırmak İçin Uygulanacak Stratejiler	206
6. KAYNAKLAR.....	208
EKLER.....	221
ÖZGEMİŞ.....	234

ÇİZELGELER

Sayfa

Çizelge 1-1 Farklı iç ortamlarda insanların geçirdiği zaman (%).....	3
Çizelge 2-2 İç ortam kirleticilerini etkileyen önemli durumlar	12
Çizelge 2-3 Bazı Organik Bileşiklerin Kaynama Noktaları ve Buhar Basınçları [81]	17
Çizelge 2-6 Türkiye’de gerçekleştirilmiş farklı türdeki iç ortamlarda ölçülen UOB düzeyleri ($\mu\text{g m}^{-3}$)	24
Çizelge 2-7 İç Ortamda BTEKS konsantrasyonlarının ($\mu\text{g.m}^{-3}$) diğer ülkeler ile karşılaştırılması	26
Çizelge 2-8 EPA ve WHO tarafından İç Ortamlarda Sağlanması Gereken TUOB Değerleri.....	27
Çizelge 2-9 Güvenli-Yeşil bina iç ortam UOB kriterleri	27
Çizelge 3-1 Tüm örnekleme dönemlerinde yapılan anketlerin değerlendirmeleri ..	33
Çizelge 3-2 Örnekleme dönemleri ve örnekleme yapılan ev sayısı	34
Çizelge 3-3 Thermal Desorber sisteminde kullanılan metotlar	37
Çizelge 3-6 Alkan türlerinin özellikleri	39
Çizelge 3-8 VOC standardı ile hazırlanan kalibrasyon kullanılarak gerçekleştirilen analizler için düzenlenen SİM parametreleri.....	40
Çizelge 3-9 Kör örneklere ait ortalama ve standart sapma değeri.....	41
Çizelge 3-10 Hesaplanan (LOD) ve (LOQ)	42
Çizelge 3-11 Dört dönem örnekleme döneminde ölçülen çevresel parametreler	44
Çizelge 3-12 Üç dönem boyunca örneklemede ölçülen çevresel parametrelerin ortalaması.....	45
Çizelge 3-13 Örnekleme dönemlerinde gözlenen ortalama sıcaklık, bağıl nem, rüzgar hızı ve yağış miktarları	45
Çizelge 4-2 Evlerin; oturma odası, bebek odası ve oturma odaları aynı olan iç ortamlarında yapılan UOB ölçüm sonuçları	52
Çizelge 4-3 Dört döneme ait dış ortam UOB oranları	53
Çizelge 4-4 I. Örnekleme Dönemi (İlkbahar-yaz) ortalama UOB konsantrasyonları ($\mu\text{g. m}^{-3}$).....	62
Çizelge 4-5 II. Örnekleme Dönemi (Sonbahar-Kış) Ortalama UOB Konsantrasyonları ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	64

Çizelge 4-6 III. Örnekleme Dönemi (İlkbahar-yaz) UOB Konsantrasyonları ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)	67
Çizelge 4-7 IV. Örnekleme Dönemi (Sonbahar-Kış) UOB Konsantrasyonları ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)	70
Çizelge 4-9 İç Ortam İle Dış Ortam Oranları (Sonbahar-Kış)	77
Çizelge 4-11 benzenin ortalama, minimum ve maksimum konsantrasyonu	81
Çizelge 4-12 Oturma Odalarında Dört Dönem Örnekleme Sonucu Gruplar Arasında İstatistiksel İlişkisi	81
Çizelge 4-13 toluenin ortalama, minimum ve maksimum konsantrasyonu	82
Çizelge 4-14 Oturma Odalarında Dört Dönem Örnekleme Sonucu Gruplar Arasında İstatistiksel İlişkisi	82
Çizelge 4-15 Etilbenzenin ortalama, minimum ve maksimum konsantrasyonu	83
Çizelge 4-16 Oturma Odalarında Dört Dönem Örnekleme Sonucu Gruplar Arasında İstatistiksel İlişkisi	83
Çizelge 4-17 m,p-ksilenin ortalama, minimum ve maksimum konsantrasyonu	84
Çizelge 4-18 Oturma Odalarında Dört Dönem Örnekleme Sonucu Gruplar Arasında İstatistiksel İlişkisi	84
Çizelge 4-19 o-ksilenin ortalama, minimum ve maksimum konsantrasyonu	85
Çizelge 4-20 Oturma Odalarında Dört Dönem Örnekleme Sonucu Gruplar Arasında İstatistiksel İlişkisi	85
Çizelge 4-23 toluenin ortalama, minimum ve maksimum konsantrasyonu	87
Çizelge 4-25 etilbenzenin ortalama, minimum ve maksimum konsantrasyonu	88
Çizelge 4-26 Bebek Odalarında Dört Dönem Örnekleme Sonucu Gruplar Arasında İstatistiksel İlişkisi	89
Çizelge 4-27 m,p-ksilenin ortalama, minimum ve maksimum konsantrasyonu	89
Çizelge 4-28 Bebek Odalarında Dört Dönem Örnekleme Sonucu Gruplar Arasında İstatistiksel İlişkisi	90
Çizelge 4-29 o-ksilenin ortalama, minimum ve maksimum konsantrasyonu	90
Çizelge 4-30 Bebek Odalarında Dört Dönem Örnekleme Sonucu Gruplar Arasında İstatistiksel İlişkisi	91
Çizelge 4-31 benzenin ortalama, minimum ve maksimum konsantrasyonu	91
Çizelge 4-32 Dış Ortam Dört Dönem Örnekleme Sonucu Gruplar Arasında İstatistiksel İlişkisi	92
Çizelge 4-33 toluenin ortalama, minimum ve maksimum konsantrasyonu	92

Çizelge 4-34 Dış Ortam Dört Dönem Örnekleme Sonucu Gruplar Arasında İstatistiksel İlişkisi	93
Çizelge 4-35 etilbenzenin ortalama, minimum ve maksimum konsantrasyonu	93
Çizelge 4-36 Dış Ortam Dört Dönem Örnekleme Sonucu Gruplar Arasında İstatistiksel İlişkisi	94
Çizelge 4-37 m,p-ksilenin ortalama, minimum ve maksimum konsantrasyonu	94
Çizelge 4-38 Dış Ortam Dört Dönem Örnekleme Sonucu Gruplar Arasında İstatistiksel İlişkisi	95
Çizelge 4-39 o-ksilenin ortalama, minimum ve maksimum konsantrasyonu	95
Çizelge 4-40 Dış Ortam Dört Dönem Örnekleme Sonucu Gruplar Arasında İstatistiksel İlişkisi	96
Çizelge 4-41 UOB BTEKS konsantrasyonu ile sıcaklık, bağıl nem ve rüzgar hızı Korelasyon Katsayıları ve önem seviyeleri	101
Çizelge 4-42 örnekleme dönemine ait kış ve yaz m,p-ksilen konsantrasyonu ve kirlilik gülleri	109
4-43 Türkiye’de gerçekleştirilen çalışmalarda, farklı türdeki iç ortamlarda ölçülen UOB düzeyleri ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	113
Çizelge 4-44 İç Ortamlarda BTEKS konsantrasyonlarının ($\mu\text{g.m}^{-3}$) diğer ülkeler ile karşılaştırılması	115
Çizelge 4-46 EPA ve WHO Tarafından İç Ortamlarda Sağlanması Gereken TUOB’lerin Değeri [106]	117
Çizelge 4-47 Güvenli-Yeşil Bina İç Ortam UOB Kriterleri	118
Çizelge 4-48 İç ortamlardaki ortalama, medyan ve maksimum TUOB ve benzen konsantrasyonu ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	118
Çizelge 4-49 UOB’ler İle Anket Sonuçlarının Değerlendirilmesi	125
Çizelge 4-50 UOB’ler İle Anket Sonuçlarının Değerlendirilmesi	126
Çizelge 4-51 UOB’ler İle Anket Sonuçlarının Değerlendirilmesi	127
Çizelge 4-52 UOB’ler İle Anket Sonuçlarının Değerlendirilmesi	128
Çizelge 4-53 UOB’ler İle Anket Sonuçlarının Değerlendirilmesi	129
Çizelge 4-54 UOB’ler İle Anket Sonuçlarının Değerlendirilmesi	130
Çizelge 4-55 UOB’ler İle Anket Sonuçlarının Değerlendirilmesi	131
Çizelge 4-56 İlkbahar-yaz ve Sonbahar-kış dönemleri iç ortamda gözlenen UOB’ler Arasındaki Korelasyon Katsayıları ve Önem Seviyeleri	149
Çizelge 4-60 Kronik günlük kirlilik alımında kullanılan parametreler	160

Çizelge 4-63 Stiren için Solunuma Bağlı Risk Analizi.....	163
Çizelge 4-65 UOB'lerin birim risk miktarları ve IARC (Uluslar arası kanser araştırma ajansı, International Agency for Research on Cancer) tarafından yayınlanan kanserojenik sınıflandırması	165
Çizelge 4-66 UOB'ler için Hayat boyu Kanser Riskine Maruz kalma.....	165
Çizelge 4-67 UOB'lerin hayat boyu kanser riskine maruz kalma yüzde miktarı..	170
Çizelge 4-71 Ankara ile Avrupa kentlerinin kanser riskinin karşılaştırılması	177
Çizelge 4-72 UOB'lerin referans konsantrasyon miktarı ($\mu\text{g m}^{-3}$)	180
Çizelge 4-73 Ankara ile Ankara ile Avrupa kentlerinin Tehlike Sınırın Karşılaştırılması.....	182
Çizelge 4-74 II., III. Ve IV. Örnekleme Dönemlerinde bebeklerde görülen hastalıkların yüzdesi.....	186
Çizelge 4-75 II. Dönem UOB'ler ve solunum yolu hastalıkların istatistiksel olarak karşılaştırılması	188
Çizelge 4-77 III. Dönem UOB'ler ve solunum yolu hastalıkların istatistiksel olarak karşılaştırılması	191
Çizelge 4-78 III. Dönem UOB'ler ve alerji hastalıkların istatistiksel olarak karşılaştırılması	192
Çizelge 4-79 IV. Dönem UOB'ler ve solunum yolu hastalıkların istatistiksel olarak karşılaştırılması	194
Çizelge 4-80 IV. Dönem UOB'ler ve alerji hastalıkların istatistiksel olarak karşılaştırılması	195
Çizelge 4-82 İç ortamda UOB'lerin düzeyi ile astım hastalığının karşılaştırılması	200

ŞEKİLLER

	<u>Sayfa</u>
Şekil 2-1 Propan (C ₃ H ₈)	18
Şekil 2-2 Etilen (C ₂ H ₄).....	18
Şekil 2-3 Benzen (C ₆ H ₆).....	18
Şekil 2-4 Trikloroetilen (C ₂ HCl ₃).....	19
Şekil 2-5 Limonen (C ₁₀ H ₁₆)	19
Şekil 3-1 Çalışmada Yer Alan Gönüllülerin Yaşadığı Semtlerin Dağılımı	31
Şekil 3-2 Örnekleme Tüpü Ve Pompa	35
Şekil 3-3 Tüp Temizleme Fırını	36
Şekil 3-5 Kör Numuneye Ait Kromatogram.....	41
Şekil 3-6 Uob Standardına Ait Kromatogram (Aromatik)	43
Şekil 3-7 Uob Standardına Ait Kromatogram (Alkan)	43
Şekil 3-8 İç Ortam Hava Örneğine Ait Kromatogram	43
Şekil 3-9 Sıcaklık, Bağıl Nem Ve Co ₂ Ölçen Cihaz	44
Şekil 3-10 Adres Dağılımı Ve Ana Hakim Rüzgar Yönü	46
Şekil 3-11 Ankara Bölgesinde Örnekleme Dönemlerine Ait Wrlplot İle Hazırlanan Rüzgar Gülleri	46
Şekil 4-2 İç Mekan Uob Konsantrasyonlarının Karşılaştırması	54
Şekil 4-3 Farklı İç Ortamlarda Benzenin Karşılaştırması	54
Şekil 4-12 I.Örnekleme Dönemi Uob Konsantrasyonları	60
Şekil 4-13 I.Dönem İç Mekan Ölçümlerinin Karşılaştırılması	61
Şekil 4-14 II. Örnekleme Dönemi Uob Ölçüm Sonuçları.....	63
Şekil 4-15 II. Dönem İç Mekanların Uob Karşılaştırması	65
Şekil 4-17 III.Örnekleme Dönem İç Mekan Ölçümlerinin Karşılaştırılması	68
Şekil 4-18 IV.Örnekleme Dönemi Uob Ölçüm Sonuçları	69
Şekil 4-20 İlkbahar-Yaz Ve Sonbahar-Kış Döneminde Bebek Odasında Uob'lerin Konsantrasyonlarının Kıyaslanması	73
Şekil 4-21 İlkbahar-Yaz Ve Sonbahar-Kış Döneminde Oturma Odasında Uob'lerin Konsantrasyonlarının Kıyaslanması	73
Şekil 4-22 İlkbahar-Yaz Ve Sonbahar-Kış Döneminde Oturma-Bebek Odasında Uob'lerin Konsantrasyonlarının Kıyaslanması	74

Şekil4-23 İlkbahar-Yaz Ve Sonbahar-Kış Döneminde Dış Ortam Uob'lerin Konsantrasyonlarının Kıyaslanması	75
Şekil 4-24 İlkbahar-Yaz Döneminde İç Ortam İle Dış Ortamın Oranı.....	76
Şekil4-25 Sonbahar-Kış döneminde iç ortam ile dış ortamın oranı.....	77
Şekil 4-27 I. ,II, III. ve IV. Dönem Bebek Odalarındaki Ölçümlerinin Karşılaştırması ve Sonuçları	80
Şekil 4-28 I. ,II., III. ve IV. Dönemlerin Dış Ortam Karşılaştırması Ve Sonuçları..	80
Şekil 4-29 Dört Dönem İçin Oturma Odası Benzen Karşılaştırması	81
Şekil 4-31 Dört Dönem İçin Oturma Odası Etilbenzen Karşılaştırması.....	83
Şekil 4-32 Dört Dönem İçin Oturma Odası M,P-Ksilen Karşılaştırması	84
Şekil 4-33 Dört Dönem İçin Oturma Odası O-Ksilen Karşılaştırması.....	85
Şekil 4-34 Dört Dönem Bebek Odası Benzen Karşılaştırması	86
Şekil 4-36 Dört Dönem Bebek Odası Etilbenzen Karşılaştırması	88
Şekil 4-37 Dört Dönem Bebek Odası M,P-Ksilen Karşılaştırması	89
Şekil 4-38 Dört Dönembebek Odası O-Ksilen Karşılaştırması	90
Şekil 4-39 Dört Dönem Dış Ortam Benzen Karşılaştırması	92
Şekil 4-41 Dört Dönem Dış Ortam Etilbenzen Karşılaştırması; (D1: I.Dönem Dış Ortamı; D2:II.Dönem Dış Ortamı; D3: III.Dönem Dış Ortamı; D4: IV.Dönem Dış Ortamı)	94
Şekil 4-42 Dört Dönem Dış Ortam M,P-Ksilen Karşılaştırması; (D1: I.Dönem Dış Ortamı; D2:II.Dönem Dış Ortamı; D3: III.Dönem Dış Ortamı; D4: IV.Dönem Dış Ortamı)	95
Şekil 4-43dört Dönem Dış Ortam O-Ksilen Karşılaştırması	96
Şekil 4-46 Birinci (Yaz), İkinci (Kış), Üçüncü (Yaz) Ve Dördüncü (Kış) Dönemlerin Dış Ortam Tuob Konsantrasyonlarının Karşılaştırması Ve Sonuçları	98
Şekil 4-53 Örnekleme Dönemine Ait Kış Ve Yaz M,P-Ksilen Konsantrasyonu Ve Kirlilik Gülleri.....	109
Şekil 4-55 Dünyada Ve Türkiye'de Tuob'ler İçin İç Ortamlarda Sağlanması Gereken Maksimum Kriter Değerleler İle Araştırma Verilerinin Karşılaştırılması	119
Şekil 4-56 Dünyada Ve Türkiye'de Tuob'ler İçin Oturma Odalarında Sağlanması Gereken Ortalama Değerleler İle Araştırma Verilerinin Karşılaştırılması.....	119
Şekil 4-58 Dünyada Ve Türkiye'de Tuob'ler İçin Oturma-Bebek Odalarında Sağlanması Gereken Ortalama Değerleler İle Araştırma Verilerinin Karşılaştırılması.....	120

Şekil 4-59 Örnekleme Döneminde Oturma Odasının Benzen Konsantasyonu Güvenli-Yeşil Binalarda Kabul Edilen Değerle Karşılaştırması (Kırmızı Çizgi Güvenli Yeşil Bina Değerini Göstermektedir).	121
Şekil4-61Örnekleme Döneminde Oturma-Bebek Odasının Benzen Konsantasyonu Güvenli-Yeşil Binalarda Kabul Edilen Değerle Karşılaştırması (Kırmızı Çizgi Güvenli Yeşil Bina Değerini Göstermektedir).....	122
Şekil4-62 Örnekleme Döneminde İç Ortamda Benzenin Maksimum Konsantrasyonunun Güvenli-Yeşil Binalarda Kabul Edilen Değerle Karşılaştırılması (Kırmızı Çizgi Güvenli Yeşil Bina Değerini Göstermektedir)	122
Şekil 4-64 Hekzan Ve Ana Caddeye Yakınlık Kutu Bıyık Grafiği (1: Ana Caddeye Yakın Evler, 2: Anacaddeye Uzak Evler).....	133
Şekil 4-65 Uob'ler Ve Evin Bulunduğu Kat Kutu Bıyık Grafiği.....	135
Şekil 4-66 Uob'ler Ve Mutfakta Kullanılan Yakıt Türünün Kutu Bıyık Grafiği	137
Şekil 4-67 Uob'ler Ve Konut Isıtma Türünün Kutu Bıyık Grafiği.....	139
Şekil 4-68 Uob'ler Ve Yer Kaplama Türünün Kutu Bıyık Grafiği	142
Şekil 4-69 Uob'ler Ve Duvar Boyası Türünün Kutu Bıyık Grafiği	144
Şekil 4-71 Uob'ler Ve Evin Boyanma Durumu Kutu Bıyık Grafiği	146
Şekil 4-72 Uob'ler Yeni Eşyanın Kutu Bıyık Grafiği.....	147
Şekil 4-73 Bebekler Ve Anneler İçin Benzenin İç Ortamdaki Solumaya Bağlı Yaşam Boyu Kanseri Riski.....	162
Şekil 4-74 Bebekler Ve Anneler İçin Stirenin İç Ortamda Solunuma Bağlı Risk Analizi.....	163
Şekil 4-75 Benzen İçin İç Ortamda Hayat Boyu Kanseri Riskine Maruz Kalma ..	166
Şekil 4-76 Benzen İçin Dış Ortamda Hayat Boyu Kanseri Riskine Maruz Kalma	166
Şekil 4-77 Etilbenzen İçin İç Ortamda Hayat Boyu Kanseri Riskine Maruz Kalma	167
Şekil 4-79 Naftalin İçin İç Ortamda Hayat Boyu Kanseri Riskine Maruz Kalma ..	168
Şekil 4-80 Naftalin İçin Dış Ortamda Hayat Boyu Kanseri Riskine Maruz Kalma	168
Şekil 4-81 1,2+1,4-Dikloro Benzen İçin İç Ortamda Hayat Boyu Kanseri Riskine Maruz Kalma	169
Şekil 4-82 1,2+1,4-Dikloro Benzen İçin Dış Ortamda Hayat Boyu Kanseri Riskine Maruz Kalma	169
Şekil 4-84uob'lerin Oturma-Bebek Odasında Tehlike Sınırı	174
Şekil 4-85 Uob'lerin Dış Ortamda Tehlike Sınırı	175

Şekil 4-86 Benzen İçin Ankara İle Avrupa Kentlerinin Kanser Riskinin Kıyaslanması.....	178
Şekil 4-87 Naftalin İçin Ankara İle Avrupa Kentlerinin Kanser Riskinin Kıyaslanması.....	178
Şekil 4-88 Benzen İçin Oehha Tarafından Önerilen Birim Risk Değeri Ve Hayat Boyu Kanser Riski Karşılaştırılması	179
Şekil 4-89 Benzen İçin Epa Tarafından Önerilen Birim Risk Değeri Ve Hayat Boyu Kanser Riski Karşılaştırılması.....	180
Şekil 4-91 M,P-Ksilen İçin Türkiye Ve Diğer Ülkeler İçin Tehlike Sınır Değeri Karşılaştırılması.....	181
Şekil 4-92 O-Ksilen İçin Türkiye Ve Farklı Ülkelerde Tehlike Sınır Değeri Karşılaştırılması.....	182
Şekil 4-93 Benzen İçin Ankara İle Avrupa Kentleri İçin Tehlike Sınırının Karşılaştırılması.....	183
Şekil 4-94 Toluene İçin Ankara İle Avrupa Kentlerinin Tehlike Sınırın Karşılaştırılması.....	183
Şekil 4-95 m,p-Ksilen İçin Ankara İle Avrupa Kentlerinin Tehlike Sınırın Karşılaştırılması.....	184
Şekil 4-96 o-Ksilen İçin Ankara İle Avrupa Kentlerinin Tehlike Sınırın Karşılaştırılması.....	184
Şekil 4-97 Naftalin İçin Ankara İle Avrupa Kentlerinin Tehlike Sınırın Karşılaştırılması	185
Şekil 4-98 II.Dönem Üst Solunum Yolu Hastalığı Ve Astım Bulunan Evlerde Uob'lerin Konsantrasyonlarıyla Karşılaştırılması	196
Şekil 4-99 II.Dönem Alerji, Egzema, Atopik Dermatit Ve Döküntü Bulunan Evlerde Uob'lerin Konsantrasyonlarıyla Karşılaştırılması	196
Şekil 4-100 III.Dönem Üst Solunum Yolu Hastalığı Ve Astım Bulunan Evlerde Uob'lerin Konsantrasyonlarıyla Karşılaştırılması	197
Şekil 4-101 III.Dönem Alerji, Egzema, Atopik Dermatit Ve Döküntü Bulunan Evlerde Uob'lerin Konsantrasyonlarıyla Karşılaştırılması	197
Şekil 4-102 IV.Dönem Üst Solunum Yolu Hastalığı Ve Astım Bulunan Evlerde Uob'lerin Konsantrasyonlarıyla Karşılaştırılması	198
Şekil 4-103 IV.Dönem Alerji, Egzema, Atopik Dermatit Ve Döküntü Bulunan Evlerde Uob'lerin Konsantrasyonlarıyla Karşılaştırılması	198

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

μ	: Mikro
$^{\circ}\text{C}$: Santigrat derece
m	: Metre
m/s	: Metre/Saniye
$\mu\text{g}/\text{m}^3$: Mikrogram/Metreküp
ml/dk	: Mililitre/Dakika

Kısaltmalar

ANOVA	: Varyans Analizi
ASHRAE	: Amerika Isıtma-Soğutma ve Havalandırma Mühendisleri Topluluğu
B	: Bebek Odası
B/D	: Bebek Odası/Dış Ortam Oranı
BTEKS	: Benzen-Toluen-Etilbenzen-Ksilen-Stiren
CARB	: Kaliforniya Hava Kaynakları Kurulu
CAS	: Kimyasal Abstrakt Numarası
CFC	: Kloroflorokarbon
CO	: Karbonmonoksit
CO ₂	: Karbondioksit
DDT	: Dikloro Difenil Trikloroetan
EPA	: Çevre Koruma Ajansı
EtB	: Etil Benzen
ETS	: Çevresel Sigara Dumanı
IRIS	: Entegre Risk Bilgi Sistemi

IARC	: Uluslar Arası Kanser Araştırma Ajansı
İç/Dış	: İç ortam/Dış Ortam Oranı
KWT	: Kruskal-Wallis Testi
LOD	: Tespit Sınırı
LOQ	: Metot Hesaplama Limitleri
MMT	: Mood's Ortanca Testi
MRT	: Çoklu Aralık Testi
NHAPS	: Ulusal İnsan Aktivitesi Örnek Araştırma
O	: Oturma Odası
O/D	: Oturma Odası/Dış Ortam Oranı
OB	: Oturma-Bebek Odası Aynı Olan Evler
OB/D	: Oturma-Bebek Odası Aynı Olan/Dış Ortam Oranı
OEHHA	: Çevre Sağlığı Tehlike Değerlendirme Ofisi
SBR	:Stiren-butadyen Kauçuk
SDWA	: Güvenli İçme Suyun Yasası
TD-GC/MS	: Thermal desorber-Gaz Kromatografi/ Kütle Spektroskopisi
TUOB	: Toplam Uçucu Organik Bileşikler
UOB	: Uçucu Organik Bileşik
US EPA	: Amerikan Çevre Koruma Ajansı
WHO	: Dünya Sağlık Örgütü

1. GİRİŞ

Son yıllarda, iç ortam hava kalitesinin insan sağlığı üzerine olan etkileri konusu giderek artan bir ilgi görmektedir. Yapılan çalışmalarda ABD’de yaşayan insanların, zamanlarının % 89’unu, gelişmekte olan ülkelerde yaşayan insanların da zamanlarının % 79’unu kapalı ortamlarda geçirdiği tespit edilmiştir [1, 2]. Ülkemizde, Sofuoğlu ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada, bireylerin zamanlarının günde ortalama yaklaşık %79’unu iç mekânlarda geçirdiği ortaya konmuştur . Pek çok kaynaktan iç ortam havasına yayılan kirleticiler, akut ve kronik sağlık sorunlarına sebep olmaktadır. Özellikle bebekler ve çocukların çevresel kirleticilere daha duyarlı oldukları çeşitli çalışmalarda gösterilmiştir. Çocukların sürekli büyüme ve gelişme sürecinde olması bunun en önemli nedenlerindedir. Bebeklerin çevresel kirleticilere daha duyarlı oldukları da çeşitli çalışmalarda gösterilmiştir. Çocukların sürekli büyüme ve gelişme sürecinde olması bunun en önemli nedenlerindedir. Anne karnındaki etkilenimler de başta yeni doğanlar olmak üzere bütün bebeklik döneminde etkili olabilecek sonuçlar verebilir. Bebekler zamanlarının yaklaşık %95’ini iç ortamlarda geçirmektedir. Kış aylarında bu süre daha da artabilmektedir. Evlerde bulunan hava kaynaklı kirleticilerden olan parçacık maddeler, gazlar, buharlar, biyolojik kirleticiler ve liflerin sağlığa olumsuz etkileri olabilir. İç ortamlarda yapılacak bazı düzenlemeler ve alınacak bazı önlemlerle iç ortam kirleticilerini ve bu kirleticilerden etkilenimleri, ortaya çıkabilecek sağlık etkilerini azaltmak mümkündür.

Türkiye’de iç ortam hava kalitesinin tespitine yönelik oldukça sınırlı sayıda çalışma mevcuttur [3-10]. Ülkemizde iç ortamda kişilerin maruz kaldıkları kirletici düzeyleri ile ilgili yapılan çalışmalar daha çok biyoaerosol düzeylerinin, sınırlı sayıda da UOB’lerin belirlenmesine yöneliktir ve İstanbul, Ankara, İzmir, Edirne, Kocaeli ve Afyon illerinde yapılan çalışmalar ile sınırlıdır. Edirne’de ilköğretim okulları ve kreşlerde ölçülen bakteri ve mantar [5, 11], İzmir’de ve Afyon’da evlerde ölçülen mantar seviyeleri [6, 8], Kocaeli’de ev, ofis ve okullarda ölçülen UOB düzeyleri [4], Ankara’da evlerde ölçülen formaldehit düzeyleri [10] ve Ankara’da farklı türdeki iç ortamlarda ölçülen biyoaerosol, UOB ve PM 2.5 düzeyleri [3] ve ulaşılabilecek maksimum seviyeler dışında başka bir bilgi yoktur.

Uçucu Organik Bileşiklere (UOB) maruz kalınması durumunda yarattığı sağlık etkileri literatürde yaygın olarak incelenen hususlardan biridir [12, 13]. Yarattığı sağlık riskleri sebebiyle, iç ortam hava kalitesinin tespitinde diğer kirletici türlerinin yanı sıra UOB seviyesinin de belirlenmesi önemlidir.

İç ortam UOB seviyesi genellikle dış ortamdaki düzeyden daha yüksektir. UOB'ler boya, vernik, yapıştırıcı ve inşaat malzemelerinin yapısında bulunmaktadır [14]. Yapılan araştırmalar sonucunda bu malzeme ve ürünlerin kullanıldığı binalarda uçucu organik bileşiklere sıkça rastlandığı bildirilmiştir [15, 16]. Bina malzemelerinin kimyasal (hava kirliliği, SO₂, ozon, nem gibi) veya fiziksel (ısı ve UV ışınları gibi) kompozisyon ile eskimesi neticesinde bina malzemelerinden ikincil emisyonlar belirli bir süre boyunca veya bazen sürekli olarak ortama salınmaktadır[17]. UOB'lerin iç ortamdaki seviyeleri, olası insan aktiviteleri kadar kaynaklarının bulunma yoğunluğuna bağlı olarak da değişmektedir. Kolonya, parfüm, deodorant, sabun, deterjan, şampuan, hava kokusu giderici spreiler gibi tüketim malzemeleri ile ahşap ve cilası, boya gibi bina malzemeleri, UOB kaynaklarıdır [18]. İç ortamlarda bulunan UOB'lerin önemli bir diğer kaynağı ise yoğun trafiğe sahip dış mekanlardır. Trafiğin toplam UOB (TUOB) emisyonuna katkısı diğer kaynaklarla karşılaştırıldığında oldukça önemlidir. TUOB emisyonunun yaklaşık %35'i egzoz emisyonu veya araçlardan buharlaşma sonucunda yayılır [19]. UOB'lerin hasta bina sendromu tipi semptomların yanı sıra sinerjik etkiye neden olmaları da önemlidir [18].

Bu çalışmada, bebeklerin yaşadığı evlerde doğum öncesi dönemden başlayarak bebeklerin 27-29 aylarına geldikleri döneme kadar dört örnekleme döneminde, iç ve dış ortam UOB seviyelerinin değişimi izlenmiştir. İç ortam hava kalitesindeki değişimin nedenleri tespit edilmeye çalışılmıştır.

1.1. Erişkinlerin İç ortamda geçirildikleri zaman

İnsanların iç ortamda geçirdikleri zaman dikkate alındığında (yaklaşık günlük zamanın %90'ı), iç ortam hava kalitesinin insan ve özellikle hassas grupların sağlığı üzerinde önemli etkileri olduğu anlaşılmaktadır. İnsanların iç ortamlarda geçirdikleri zaman, ilk olarak Amerika Birleşik Devletleri Kaliforniya Eyaletinde değerlendirilmiştir. 1987 ve 1988 yıllarında Kaliforniya Hava Kaynakları dairesi CARB (Kaliforniya Hava Kaynakları Kurulu, California Air Resources Board) 11

yaş üzeri vatandaşların etkinlik alışkanlıkları ile ilgili bir araştırma yapmıştır. Ankete katılanlar günlük faaliyetleri, faaliyet yerleri ve potansiyel hava kirleticilerini kullanma veya maruz kalmaları hakkındaki soruları yanıtlamışlardır. Sonuçlar, Kaliforniya’da yaşayan kişilerin zamanlarının % 87’sini iç ortamlarda geçirdiklerini göstermiştir. Bu zamanın %62’si evde, %25’i ise farklı evler, iş, okul, alışveriş merkezleri, kilise, restoran ve çeşitli diğer yerlerde geçmektedir [20]. Amerika Çevre Koruma Ajansı (EPA),1992 – 1994 yılları arasında Kaliforniya çalışmasına benzer şekilde, ulusal faaliyet alışkanlıklarını belirlemeye yönelik bir anket çalışması NHAPS (Ulusal İnsan Aktivitesi Örnek Araştırma, National Human Activity Pattern Survey) yapmıştır. Bu çalışma, Amerika’da etkinlik alışkanlıklarına göre insanların maruz kalabilecekleri koşulları incelemek için tasarlanmış ilk çalışmadır. Çalışmalar 9000 kişi ile telefon konuşması anketi şeklinde yapılmıştır. Anketler 48 Eyaleti kapsayan 10 EPA bölgesinde yapılmıştır. Ulusal sonuçlar genel olarak, Kaliforniya sonuçları ile örtüşmektedir. Bu sonuçlara göre Amerikalılar günlerinin %86’sını iç ortamlarda geçirmektedirler. Bu ortamların ayrıntılı dağılımı ise çizelge1-1’de verilmiştir [21].

Çizelge 1-1Farklı iç ortamlarda insanların geçirdiği zaman (%) [21]

Farklı iç ortam Mekanları	Geçirildiği zaman (%)
Ev	69
Ofis veya fabrika	5.4
Bar veya restoran	1.8
Diğer iç ortam Mekanları	10.7
Taşıt içi	5.5
Dış ortam	7.6

Her iki çalışmanın verileri, 12 yaş altındaki çocukların ofis, fabrika, bar ve restoranlarda 12 yaş üzeri çocuklar ve erişkinlerden daha az zaman geçirdiklerini göstermektedir. Aynı zamanda 12 yaş altı çocuklar diğer gruba göre iç ve dış ortamda daha fazla ve vasıta içinde daha az zaman geçirmektedirler [21].

1.2. Çocukların İç ortamda geçirdikleri zaman

Çocukların hava kirleticilerinin toksik etkilerine karşı en hassas toplum grubu olmaları nedeniyle CARB (Kaliforniya Hava Kaynakları Kurulu), çocukların yaşam alışkanlıkları üzerine bir çalışma düzenlemiştir. CARB’a göre çocukların yaşam alışkanlıkları üzerine yapılan önceki araştırmalar mekan özelliklerini yeterince içermemekte veya yeterli büyüklükte örnekleme sayısı içermemektedir. Bu çalışma

1200 İngilizce konuşan 11 yaş ve altı çocuk üzerinde bahar 1989 - kış 1990 arasında yapılmıştır. Katılımcılara sigara dumanı, çözücüler, böcek ilaçları, boya ve ısıtma kaynağı doğal gazla olup olmadığı sorulmuştur. Araştırmanın sonuçlarına göre çocuklar ortalama günlük zamanlarının %70'ini evde, %15'ini diğer iç ortamlarda (toplam %85 iç ortam), %4 kapalı ulaşım şeklinde, %1 açık ulaşım şeklinde ve %10 dış ortamlarda geçirmektedirler [22]. Bu çalışmanın sonuçları Amerika ve diğer sanayileşmiş ülkelerde yapılan çalışmalarla uyumludur. Erişkinler ile kıyaslandığında çocuklar yaşamlarının 68 dakika daha fazlasını dış ortamda geçirmekte ve ulaşım için 42 dakika daha az zaman sarf etmektedirler. 0-2 yaş grubu 9-11 yaş gurubuna göre 104 dakika daha fazla iç ortamda bulunmaktadır. Sırasıyla 115 dakika ve 66 dakika olmak üzere, 0-2 yaş erkek çocuklar, büyük çocuklara nazaran daha fazla sigara dumanına maruz kalmaktadırlar. Kız çocukları (%41) erkeklere nazaran (%35) daha fazla sigara dumanına maruz kalmakta, erkek çocuklar (%35) ise kız çocuklara göre (%29) daha fazla gaz ocağı dumanına maruz kalmaktadırlar.

1.3. Çalışmanın Amacı

110Y082 No'lu TÜBİTAK Projesi "Prenatal Dönemden Başlayarak 2 Yaşına Gelinceye Kadar Çocukların Evlerindeki İç Ortam Kirleticilerinin ve Bu Kirleticilerle Alt Solunum Yolu Enfeksiyonları ve Alerjik Yakınmalar Arasındaki İlişkinin Belirlenmesi" çalışma konusu gereğince ölçüm yapılan konutlar, Ankara ilinde ikamet araştırmaya katılmayı kabul eden gebelerin evlerinde gerçekleştirilmiştir. Gebeler ile hamileliğin ikinci yarısında hastane ortamında yapılan özel görüşmeler sonucunda, bebekler doğmadan önce ve 2 yaşına gelene kadar olan periyotta toplamda 4 dönemde evlerde çeşitli hava kalitesi parametreleri ölçümleri gerçekleştirilmiştir.

Tez çalışmasının amaçları aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Seçilen hedef UOB türlerinin bebeklerin doğumdan önce ve 2 yaşına gelinceye kadar yaşadıkları iç ve dış ortam havasındaki miktarını tespit etmek,
- Yüksek seviyede ölçülen UOB'lerin, bebeklerin gelişimi ve solunum yolu hastalıklarına olan etkisini incelemek;
- Hedef UOB türlerinin, iç ortam kaynaklarının neler olduğunu belirlemektir.

1.4. Çalışma Yöntemi ve Planı

İç ve dış ortam hava kalitesini belirlemek amacıyla yapılan çalışma için; Ankara'da yaşayan, hamileliğinin son 3 ayında bulunan ve çalışmaya katılmayı kabul eden aileler seçilmiştir. Farklı sosyo-demografik özellikleri olan ailelerin evlerinde, bebeklerin uydukları oda ve uykuda olmadıkları zamanlarda en çok buldukları ev içi ortam ile eş zamanlı olarak evin dış ortamından da örnekler alınmıştır. İç ve dış ortam hava örnekleme çalışmaları; Çubuk, Keçiören, Altındağ, Sincan, Etimesgut, Mamak, Çankaya, Yenimahalle semtlerinde gerçekleştirilmiştir. Bebeklerin doğumundan önce yapılabilecek oda hazırlanması, yeni mobilyaların alınması gibi hazırlıkların iç ortam hava kalitesine olan etkilerini değerlendirmek için ilk örnekler, bebekler dünyaya gelmeden önce (-3-0) alınmıştır. İç ortam koşullarının zaman içinde değişimini takip edebilmek için, örnekleme devam edilmiş, ikinci örnekleme periyodu bebeklerin doğumunu takip eden 3-6 ay içinde, üçüncü örnekleme periyodu bebekler 12-14 aylıkken ve son örnekleme periyodu 28-31 aylık olduklarında gerçekleştirilmiştir. 4 ayrı ölçüm programıyla, kirleticilerin zaman içindeki değişimi ortaya konarak, bebeklerin büyüme dönemlerinde ev içi hava kalite değişimi ve bebeklerin bu süre zarfındaki sağlık durumları takip edilmiştir.

Genel olarak, uçucu organik bileşiklerin örnekleme ve analizi sırasında US-EPA Metot TO-17 esas alınmıştır. UOB'lerin örnekleme sırasında termal olarak desorbe olabilen, paslanmaz çelikten yapılmış, multisorbent içeren, pasif örnekleme tüpleri kullanılmıştır. Tüp içerisine Tenax TA sorbenti doldurulmuştur. Tüpler, örnekleme öncesinde içeriden 75 ml/dk debide azot gazı geçirilmek suretiyle, tüp temizleme fırınında 280°C'de 5 saat şartlandırılarak temizlenmiştir. Fırında temizlenen tüpler örnekleme sahasına götürülmeden önce de ilave olarak, thermal desorber'da hazırlanan bir program ile şartlandırılmıştır. Tüplerin analizi ise Gaz Kromatografi - Kütle Seçici detektör (GC-MS) ile US-EPA Metot TO-17'ye göre yapılmıştır.

İç ve dış ortam hava örnekleri, bir vakum pompası (SKC) vasıtasıyla 75-80 mL/dk sabit debi ile içi sorbent ile doldurulmuş paslanmaz çelik tüpler içerisine ortalama olarak 45 dakika süre ile toplanmıştır. Pompaların debisi dijital kalibratör ile her örnekleme periyodu öncesinde test edilmiştir. Pompalar iç ortamda; herhangi bir emisyon kaynağına yakın olmadan, yerden 50 cm yüksekliğe yerleştirilmiştir. Toplanan örnekler, örneklemenin hemen sonrasında buz kutusu içerisinde

laboratuvara getirilerek, toplandıkları gün içinde veya bir gün sonra analiz edilmesine çaba gösterilmiştir. Örnekleme istasyonlarından toplanan UOB örnekleri Hacettepe Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü'nde bulunan TD-GC/MS sistemi SIM modu kullanılarak yapılmıştır. Çalışmada miktar tayini yapılması hedeflenen UOB'ler; DWM-550, SAK-100-1 ve DWM-588-1 standartları, aromatik, alkanlar ve klorlu bileşiklerden oluşmaktadır.

Tez çalışması beş bölümden oluşmaktadır. Birinci bölüm olan giriş kısmında, konu ile ilgili bilgi verilmekte, çalışmanın amacı ve çalışma yönteminden bahsetmektedir. İkinci bölümde konu ile ilgili genel bilgiler verilmekte, literatürde yapılan benzer çalışmalardan örnekler sunulmaktadır. Çalışmanın üçüncü bölümü materyal ve metot kısmıdır, bu bölümde çalışmada kullanılan tüm örnekleme, analiz yöntemleri ile kullanılan istatistiksel değerlendirme yöntemleri anlatılmıştır. Dördüncü bölümünde elde edilen sonuçlar verilerek tartışılmış ve yorumlanmış, UOB'lerin iç ve dış ortam düzeyleri, UOB kirlilik kaynakları ve bu ortamda büyüyen çocuklarda gözlenen sağlık sorunları ile iç ortamda gözlenen UOB'ler arasındaki ilişki incelenmiştir. Çalışmanın son bölümü, genel sonuçlar ve önerileri içermektedir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Hava Kirleticileri

EPA (Environmental Protection Agency, Amerika Çevre Koruma Ajansı) hava kirliliğini, “kirletici maddelerin insan sağlığına veya refahına zarar verecek veya başka zararlı çevresel etkiler oluşturacak şekilde havada bulunması” olarak tanımlamıştır [23]. Bahsedilen bu zararlı etkilerin oluşabilmesi için, kirletici yayan bir kaynağın, kirleticilerin aşınımının ve bir alıcı ortamın aynı anda bulunması gerekir. Kaynağın şiddeti, tipi ve bulunduğu konum atmosfere salınan kirletici özelliklerini ve etkilerini belirleyen önemli faktörlerdir. Kirleticilerin taşınımı ise meteorolojik şartlara, bölgenin topografyasına ve klimatolojisine bağlıdır. Tüm bu faktörler kirleticilerin kaynaktan alıcı ortama ulaşmasında etkilidir. Alıcı ise; insanlar, hayvanlar, materyal ve bitkilerdir [24]. Hava kirliliğinin olumsuz etkileri, bir alıcı ortama ulaşması, temasta bulunması ve maruziyetin meydana gelmesi ile anlaşılabilir. Bu durumda hava kirliliği etkilerinin anlaşılması için aşağıdaki özelliklerin bilinmesi gerekmektedir[25].

- Alıcı ortama ulaşan kirleticilerin doğal, fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri,
- Alıcı ortam özellikleri (insan, hayvan, bitki, nesli tükenmekte olan türler, tüm popülasyon veya ekosistem),
- Kişilerin mevcut sağlık durumu,
- Ekosistem şartları,
- Kirleticilerin kimyasal kompozisyonu ve fiziksel formu,
- Kirleticilerin saf veya bir karışım içinde olduğu,
- Organizmanın veya kişinin kirleticiye maruziyet şekli (gıda, içecek, hava veya cilt yoluyla)

Tüm bu durumlar ve bir kirlenmeye ait diğer özellikler hava kirliliğinden kaynaklanan zararın boyutunu ve derecesini belirler ve hava kirliliğinin tanımlanmasını sağlar.

Hava kirleticileri için farklı sınıflandırmalar bulunmaktadır. Bu sınıflandırmalar genel olarak; insan sağlığına etkileri (kriter, toksik), kaynakları (birincil, ikincil) ve fiziksel durumlarına (katı, sıvı, gaz) göre yapılmıştır [26].

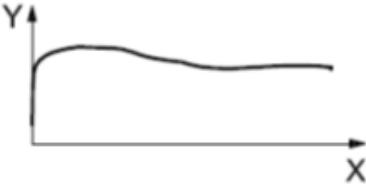
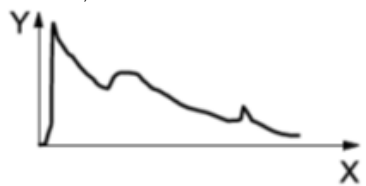
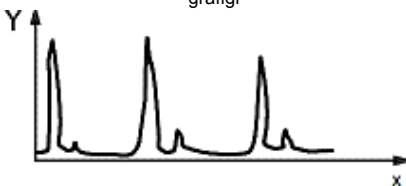
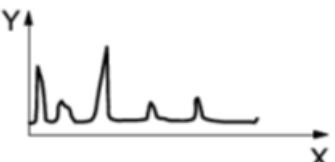
2.1.1. İç Ortam hava Kirliliği

Bebekler zamanlarının yaklaşık %95'ini iç ortamlarda geçirmektedir. Kış aylarında iç ortamlarda geçirilen süre daha da artabilmektedir. Bu değerler göz önüne alındığında iç ortam hava kalitesinin önemi daha çarpıcı hale gelmektedir. İç ortam hava kalitesinin bozulmasında iç ortamlarda yaygın olarak kullanılan malzemelerin ve çeşitli çevresel faktörlerin etkili olduğu görülmüştür. Söz konusu iç ortam hava kirletici kaynaklarına ilişkin özet bilgiler aşağıdaki bölümlerde verilmektedir.

2.1.2. İç Ortam Hava Kirleticilerin Kaynakları

Kapalı ortamlarda çok sayıda hava kirleticisi bulunmaktadır. Bunlar yerleşim yerlerinde, binalarda, hatta aynı ev içinde farklı odalarda bile değişiklik göstermektedir. Bazı kapalı ortam kirleticileri temel olarak dış ortamdan kaynaklanırken, bazılarının aynı zamanda ev içi kaynakları da vardır. Yapılan çalışmalarda, iç ortam hava kirleticilerinin, dış ortam hava kirleticilerinden daha yüksek seviyelerde gözlemlendiği tespit edilmiştir [27-29]. İç ortam hava kirleticilerin kaynakları çok çeşitlidir. Bazı kirleticiler iç ortamda yapılan yemek pişirme (partiküller, CO, NOx), temizlik (UOB) ve sigara içimi (CO, partiküller, NOx, UOB) gibi bazı aktiviteler sonucu ile üretilir. Diğerleri bina malzemeleri, ahşap, halı gibi yapı malzemeleri, yapıştırıcılar, boyalar, ev bitkileri ve banyo malzemelerinden yayılırlar [30-32]. Son zamanlarda yapılan bir çalışmada, çocukluk dönemi astımının oluşumunun, çeşitli temizlik malzemeleri ve koku giderici kullanımı ile ilişkili olabileceği belirtilmiştir [33]. UOB'lerin iç ortam hava kirleticileri ve emisyon kaynakları; mobilyalar, halılar, vernikler, çözücüler, oda parfümleri, deterjanlar, yapıştırıcılar, yanma işlemleri, boyalar, yer ve duvar kaplamaları, laminant parkeler, kuru temizleme ile temizlenen elbiseler, böcek ilaçları gibi malzemelerdir. Çizelge 2-1'de UOB'lerin kaynakları ve emisyon özellikleri gösterilmektedir [34].

Çizelge 2-1 UOB kaynakları ve emisyon özellikleri [34]

Emisyon karakteristikleri ve iç mekan hava konsantrasyonları	Örnek kaynak	Salınan UOB'lere örnekler
<p>Sürekli, uzun süre boyunca aktif, düzenli, kısa süreli emisyon hızı değişimleri düşük</p>  <p>X: zaman Y: konsantrasyon</p>	<p>Yapı ürünleri – PVC</p> <p>– muşamba</p> <p>– mantar</p> <p>– parke ve ahşap mobilyalar</p>	<p>Plastikleştiriciler, viskozite ayarlayıcılar, çözelti kalıntıları, antioksidanlar, stabilizerler</p> <p>Proses artıkları olarak oksidasyon ürünleri ve bezir yağı</p> <p>Bağlayıcılar, termal degradasyon ürünleri</p> <p>Ahşap temizleyiciler, verniklerden kaynaklanan çözeltiler, yüzey işleme yağları ve pastaları</p>
<p>Sürekli, düzensiz, azalan</p>  <p>X: zaman Y: konsantrasyon</p>	<p>Boyalar, yapıştırıcılar</p>	<p>Organik çözeltiler, birleştirme çözeltileri, film oluşturan tepkime ürünleri, film degradasyon ürünleri</p> <p>Organik çözeltiler,</p>
<p>Geçici, kısa süre boyunca aktif, düzenli, düzenli zaman grafiği</p>  <p>X: zaman Y: konsantrasyon</p>	<p>Yemek pişirme</p> <p>Sigara içilmesi</p>	<p>Yanma ürünleri, yağlar, baharatlardan kaynaklanan UOB'ler</p> <p>Tamamlanmamış yanmadan kaynaklanan yüzlerce tipik UOB</p>
<p>Geçici–düzensiz–değişken zaman grafiği</p>  <p>X: zaman Y: konsantrasyon</p>	<p>Temizlik ve bakım malzemeleri</p> <p>Hobi ürünleri</p> <p>İç mekan konsantrasyonları; havalandırma koşullarına, kaynaktan uzaklığa, binanın özelliklerine ve meteorolojik koşullara bağlıdır</p>	<p>Ahşap yağları, esansiyel yağlar, hoş kokulu ürünler, eş-çözeltiler</p> <p>Çözeltiler, plastikleştiriciler</p>
<p>Ortam kaynakları</p> <p>İç mekan konsantrasyonları; havalandırma koşullarına, kaynakların uzaklığına, binanın özelliklerine ve meteorolojik koşullara bağlıdır</p>	<p>Trafik, endüstriyel kaynaklar, kontamine olmuş sahalar</p>	<p>Çok farklı kaynağa bağlı UOB'ler</p>

2.1.2.1. Temizlik malzemeleri

Temizlik; hijyen, estetik gibi birçok faydasının yanında sağlık riski de taşımaktadır. Temizlik malzemeleri yerel ve kentsel fotokimyasal dumana neden olan UOB'leri içermesi nedeni ile kaygı yaratmaktadır. Genelde evde ve ticari uygulamalarda alkilfenol etoksilat'lar (APEs), özellikle nonilfenol etoksilat'lar içeren sabun ve deterjanlar kullanılmaktadır. Bu bileşikler iç ortam toz ve havasında belirlenmiştir. Çeşitli glikol eterler cam temizleyicilerde ve çok amaçlı temizleyicilerde yağ ve kiri gidermek için kullanılmaktadır [32, 35]. Günümüzde çevre dostu ürünlerde terpenoid esaslı (limonene, a-terpinene, a-terpineol, linalool) çözücüler kullanılmaktadır. Bu çözücüler ozon ile reaksiyona girerek iç ortamda ozon oksidasyon ürünlerinin oluşmasına katkı sağlarlar [33, 36, 37].

2.1.2.2. Çevresel Sigara Dumanı (ETS)

Sigara içmenin sağlık üzerinde olumsuz etkileri yıllar önceden bilinmesine rağmen sigara içmeyen kişiler tarafından solunan sigara dumanının zararları son yıllarda daha fazla önem kazanmıştır. Ev ve iş yeri iç ortamlarında, ETS en önemli hava kirleticilerinden biridir [38]. Bunun nedeni toplumun büyük bölümünün normal koşullarda ETS'ye maruz kalmasıdır. Sigara içmek ortama; formaldehit, toluen ve stiren gibi pek çok UOB kirleticilerinin yaymasına neden olur [39, 40]. ETS iç ortam benzen kaynaklarından biridir. Her bir sigara içimi ortama 430 – 590 µg benzen salımına neden olmaktadır [41]. ETS varlığında benzen oranları ortamda en az %30 - %70 aralığında yükselmektedir [42-46]. Bu oran bazı durumlarda %300'e kadar yükselerek 16 µg/m³ ulaşmaktadır [43, 47]. Dünya çapında insanlar yaygın olarak ETS'ye maruz kalmaktadırlar [48]. ABD'de yapılan bir çalışma sigara içmeyen erişkinlerin %40'ının, 3-11 yaş çocukların %60'ının ETS'ye maruz kaldıklarını göstermektedir [39]. Yüz otuz iki ülkede gençler üzerinde yapılan bir çalışma, gençlerin %40'ının evde, %56'sının ise umumi ortamlarda ETS'ye maruz kaldıkları gösterilmiştir [49]. Benzen konsantrasyonu sigara içicilerinin kanında (ortalama 493 ng/l) sigara içmeyenlere göre (ortalama 190 ng/l) önemli oranda yüksek bulunmuştur[50].

2.1.2.3. Halı

Halı; polyester, naylon, olefin fiberleri, lateks ve polipropilen gibi genel olarak kumaş yapımında kullanılan materyallerden yapılmaktadır. Halı; boya ve vinil

kaplamalara göre daha az UOB salmaktadır. 4-PC (4-fenil sikloheksan) tüm halı tiplerinden salımı olan en önemli UOB'tir. Yapıştırıcılarla sabitlenen halılar tarafından stiren, 1,2-Dikloroetan, etil benzen, toluen, 1,1,1-trikloroetan ve ksilen gibi kimyasallar salınabilir. Halılardan kaynaklanan UOB salımlarının tespiti için yapılan materyal analizinde TUOB seviyelerinin 2300 µg/m³'e (sentetik destekli halı) kadar ulaşabildiği gözlenmiştir [51]. Çalışmada kullanılan tüm halılardan çıkan UOB salımlarının birkaç saat içerisinde maksimum seviyelere ulaştığı ve zamanla seviyelerinin azaldığı saptanmıştır [51].

2.1.2.4. Oda kokusu

Günümüzde kokulu mum ve çeşitli oda spreyleri iç ortamlarda kullanılmaktadır. Pek çok koku etken maddesi oda kokularında kullanılmaktadır. Bunlar doymamış organik bileşik içerirler ve hem gaz hem de sıvı halde ozon ile reaksiyona girebilmektedirler [37, 52].

2.1.2.5. Mobilya

Günümüzde mobilya üretiminde kompozit ağaç malzeme üzerine vernikleme yapılmamaktadır. Bunun yerine farklı hazır materyaller geliştirilmiştir. Mobilya minderleri ve döşeme malzemelerinde %10-30 bromlu alev almayan malzemeler kullanılmaktadır [54].

2.1.2.6. Bina malzemeleri

Kompozit ağaç, PVC borular ve PVC tel/kablo yalıtımları gibi çok sayıda bina yapı malzemesi iç ortama kimyasal maddeler yaymaktadır. Kontrplağın yapıştırıcı reçinesi olarak önceleri formaldehit kullanılmaktaydı. Formaldehit emisyonlarının sağlık etkileri ortaya çıktığından beri bazı ülkelerde formaldehit içerikli reçinelerin kullanımı, daha az emisyon yapıcı reçinelerle yer değiştirilmiştir. Diğer kompozit ağaç ürünleri ise aldehit ve terpenoidlerin karışımını yaymaktadır. PVC borular organotin bileşikleri içerir. Bu bileşikler yarı uçucudur ve zaman içinde bu bileşiklerin iç ortama geçmesi beklenmektedir. PVC ile yalıtılmış boru ve kabloların kullanımı, telefon sistemleri, bilgisayar ağları, hem kablolu hem de uydu sistemlerinin yaygınlaşması ile gün geçtikçe artmaktadır. PVC yalıtım malzemeleri di-2-etilheksil fitalat (DEHP) gibi fitalat esterleri içermektedir ve bu bileşiklerin iç ortama salımı olabilmektedir [53]. UOB'ler, yeni inşaat malzemeleri [54] ve ev eşyasından [55] kaynaklanan kimyasallar gibi UOB kaynaklarına erken yaşlarda

maruz kalan bebekler ve çocuklarda alerjik ve astım benzeri semptomlar artmaktadır [56, 57].

İç ortamlarda kirleticilerin konsantrasyonunu etkileyen düzenlemeler ve önemli olayların listesi aşağıda sunulmuştur (Çizelge 2-2).

Çizelge 2-2 İç ortam kirleticilerini etkileyen önemli durumlar[55]

Avrupa ve Amerika'da önemli durumlar	
1948	Termit kontrolünde kullanılan klordan ilk kez kayıt altına alındı.
1950	Doğal lifli pamuklu veya yün halılar yerine sentetik halıların kullanımı başladı.
1950	Kloroflorokarbon bulunan hava temizleyicilerinin kullanımında büyük artış başladı.
1950	Çok katlı binalarda yapı yüzeylerinde asbest kullanımına izin verildi.
1953	Amerika'da pencereye takılan klimaların satışı 1 milyona ulaştı.
1954	Boyalardaki kurşun seviyesi %1'e düşürüldü.
1955	Amerika'da kontrplak kullanımı metrekarede 1 yılda 0,4 milyara ulaştı.
1956	İngiltere duman kirliliğini azaltarak dünyanın dikkatini çekti.
1960	Giysilerde ütünün kalıcılığını sağlayan formaldehit kullanımı başladı.
1960	Oda kokularının satışı arttı ve pek çok evsel ürüne koku ilavesi başladı.
1962	Amerika'da evlerinde TV bulunanların sayısı %90'na ulaştı.
1963	Amerika'da temiz hava kanunu revize edildi.
1965	Kloropirofosfatlar kayıt altına alındı.
1970	USEPA kuruldu.
1970	USEPA hava kirleticilerinden halkı korumak için temiz hava kanunun kapsamını genişletti.
1970	İç ortamlarda çözeltili temelli boyaaların yerini su bazlı boyalar aldı.
1970	CFC'lerin ozon tabakasına etkileri nedeniyle hava temizleyicilerinde spreylerin yerini farklı tür hava temizleyicileri aldı.
1972	DDT yasaklandı.
1973	Arizona'da kamusal alanda sigara içimine kısıtlama getirildi.
1973	Benzindeki kurşunun azaltılmasına ilişkin standart yayınlandı.
1973	Yangın durumunda ve yapı izolasyonunda asbest kullanımı yasaklandı.
1975	Evlerde ısı izolasyonu için formaldehit köpük kullanımı başladı.
1975	Katalitik konvertörlü otomobil üretimi başladı.
1989	USEPA asbesti yasakladı.
1990	Temiz hava kanunu düzenlendi. Özellikle benzin formül asyönü ve buharlaşma emisyonları düzenlendi.
1990	USEPA su bazlı boyalarda cıva kullanımını yasakladı.
1992	USEPA tüm iç ortam boylarında cıva kullanımını yasakladı.
1994	Kaliforniya'da iç ortamda sigara içimine sınırlama getirildi.
1995	Amerika'da CFC (kloroflorokarbon) üretimine son verildi.
1996	Avrupa Çevre ajansı kuruldu.
1997	Amerika'da merkezi klima bulunan evlerin sayısı %50'ye ulaştı.
1998	USEPA tüketici ürünlerinde ve mimari uygulamalarda oluşan UOB emisyonlarına sınırlama getiren kanunu yayınladı.
2000	Amerika da kişisel bilgisayara sahip evlerin sayısı %50'ye ulaştı.
2001	Evlerde klorprifos kullanımı kayıt altına alındı.
2005	Küresel kalıcı organik bileşik tehdidine karşı Stockholm Sözleşmesi imzalandı.
2006	Avrupa birliği ülkeleri kimyasalların kullanımının sınırlandırılmasını ve kayıt altına alınmasını kabul etti.

2.2. Dış ortam hava kalitesi

İç ortamlarda bulunan UOB'lerin önemli bir diğer kaynağı da yoğun trafiğe sahip dış mekanlardır. Dış ortam hava kalitesi, ventilasyon veya infiltrasyon yoluyla iç ortam hava kalitesini hem kompozisyon olarak, hem de seviye açısından etkilemektedir. Yoğun trafik yüküne yakın yerlerdeki binalarda yaşayanların maruz kaldıkları UOB seviyelerine trafiğin katkısını araştırmak üzere Amsterdam'da yapılan bir çalışmada, benzen ve UOB seviyelerinin trafiğe yakın evlerde ve dış ortamlarında, trafiğe uzak evlerde göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir [58].

2.2.1. DIŞ ORTAM HAVA KİRLİLİĞİ

Günümüzde özellikle kent merkezlerinde yaşanan hava kirliliği ile aslında insanoğlunun ateşi ilk bulduğu dönemlerden itibaren değişik zamanlarda, farklı şekillerde karşı karşıya kalınmıştır. Çok eski tarihlerde bronz, demir ve diğer aletlerin üretiminden kaynaklanan kirletici emisyonları atmosfere veriliyordu.

Madenciliğin gelişmesiyle bu emisyonlar daha da artmıştır. Volkanik faaliyetler, orman yangınları her zaman var olan doğal kirletici kaynakları olmuştur [59].

Ön ikinci yüzyılda Mısır'da, hava kirliliğinin çocuk ölüm ve hastalıklarına sebep olduğu o zamanki Mısır dokümanlarına girmiştir. İngiltere'de 1273 yılında kömür yakılması yasaklanmış, 1661 yılında Londra'da hava kirliliği etkilerinden bahseden bir broşür yayımlanmıştır [60].

Endüstri devrinde 18. ve 19. yüzyıllarda hava kirliliği etkileri bariz bir şekilde fark edilmeye başlanmıştır. Buhar makinelerinde, lokomotiflerde, deniz taşımacılığı yapılan gemilerde kömürün yakılmasıyla o dönemlerde atmosfere duman ve kül salınmaktaydı. Metalürji ve kimya endüstrilerinden kaynaklanan kükürt bileşikleri ve ağır metal içeren partikül madde kirliliği de endüstriye paralel olarak görülmeye başlamıştır. Hava kirliliği kontrolüne yönelik çalışmalar ise olumsuz etkilerin görülmesinin ardından başlatılmıştır[26].

Yirminci yüzyılın başlarından itibaren endüstri gelişirken hava kirliliği dönemleri de görülmeye başlanmıştır. Belçika'nın Meuse vadisinde 1930'da, Los Angeles'da 1940 ve 1950'lerde, Londra'da 1952'de binlerce kişinin öldüğü hava kirliliği olayları yaşanmıştır [61]. Özellikle otomobil sayısındaki artışlar büyük kent merkezlerinde hava kirliliğini hissedilir boyutlara taşımıştır. Bu dönemlerde görülen hava kirliliğinde; olumsuz meteorolojik koşullar, atmosferik kararlılık, inversiyon, aşırı

soğuklar ve fazla miktarda yakıt kullanımı da etkili olmuştur. Avrupa'da 1950'lerde yürürlüğe giren 'Temiz Hava Anlaşması' ('Clean Air Acts') ve yakıt türlerinin değişimi sonucunda bu tür 'geleneksel' hava kirliliği olaylarında belli bir azalma olmuştur. Ancak son yıllarda, özellikle gelişmiş ülkelerde, artan oranda petrol ve doğal gaz kullanımı sonucu; atmosferik hidrokarbonlar, azot oksitler (NO_x), ozon (O₃) ve 10 µm'den küçük partiküllerden kaynaklanan yeni bir hava kirliliği tipi etkili olmaya başlamıştır [61, 62]. Diğer yandan, gelişmekte olan ülkelerde, bu yeni tip hava kirleticilerine ilave olarak, halen geleneksel kirleticiler SO₂ ve partikül madde emisyonu hava kirliliğini önemli ölçüde arttırmakta, özellikle kış aylarında tehlikeli düzeylere çıkartmaktadır [62, 63].

Başta Hindistan [64] ve Çin [65] olmak üzere, hızlı kalkınan ve enerji kullanımı giderek artan ülkelerde hava kirliliği çok ciddi boyutlara çıkmaktadır. Gelişmiş ülkelerin yaşadığı deneyimlerden dersler çıkarıp, endüstrileşme ve modernleşmede çevreye ve atmosfere daha az zarar verecek yollar seçilebilecekken, uluslararası rekabet ve nüfus oranlarındaki hızlı artışın bu ülkelere fazla hareket alanı bırakmadığı anlaşılmaktadır. Türkiye de hızla kalkınan ülkelere biri olarak hava kalitesi, Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği'nin (HKDY) [66] belirlediği sınırların üzerinde seyreden ve hava kirliliği problemi yaşayan ülkelere birisidir [63, 67]. Hava kirliliği, nüfusun artması, kentlerin büyümesi, endüstrinin gelişmesiyle artan oranda ve değişen içerikte etkilerini sürdürmektedir. Lokal bir kaynaktan salınan hava kirleticileri yerel etkiler gösterirken, kent merkezlerinde enerji tüketimi, fosil yakıt yanması, motorlu taşıtların artmasıyla genel hava kalitesinin bozulmasına neden olmaktadır. Bölgesel taşınım, asit depolanması, artan sera gazları, troposferik ozon üretimi, bugün hava kirliliğinin küresel boyutlara ulaşan etkilerini ortaya koymaktadır. Trafik, ulaşım, endüstri ve ısınmadan kaynaklanan kirleticiler (antropojenik kaynaklı) hava kirliliğinin başlıcalarıyken; meteoroloji, topografik yapı, dispersiyon ve kimyasal dönüşüm süreçlerinin hava kirliliği ve iklim üzerindeki etkileri artık daha iyi bilinmektedir. Hava kirleticilerinin çevreye ve insan sağlığına etkilerinin zaman, mekan, etki süresi, konsantrasyon ve diğer karakteristiklere bağlı olduğu bilinmektedir [60, 68-70]. Hava kirliliğindeki bu artışın, insan sağlığını olumsuz etkilediği, bugün artık herkes tarafından kabul edilen bir gerçektir. Hava kirliliği bir yandan kalp ve akciğer hastalıklarına bağlı ölümleri arttırırken, diğer yandan bu

hastalıklara bağlı hastane başvurularını da artırmaktadır. Bundan başka, hava kirliliği özellikle çocukların akciğer gelişimini olumsuz etkilemekte ve kirliliğin yoğun olduğu bölgelerde astım ve kronik obstrüktif akciğer hastalığı (KOAH) gibi kronik hava yolu hastalıklarının prevalansını arttırmaktadır. Batı ülkelerinde ve Kuzey Amerika'da metodolojik açıdan iyi kurgulanmış çok merkezli bölgesel ve uluslararası çalışmalar, hava kirleticilerin düzeylerindeki hafif artışların bile, başta kardiyak ve solunum hastalığı olan bireyler olmak üzere insan sağlığını olumsuz etkilediğini ortaya koymuştur[26].

Günümüzde hava kalitesinin iyileştirilmesi, insan sağlığının korunması ve çevresel etkilerin önüne geçilmesi için çaba sarf edilmektedir. Gelecekteki hava kalitesi tüm bu çabaların sonuçlarına göre şekillenecektir.

2.3. UOB

Uçucu Organik Bileşikler (UOB) çok uçucu organik bileşikler'den (kaynama noktası $<0^{\circ}\text{C}$ - 100°C) katı organik bileşiklere (kaynama noktası $>380^{\circ}\text{C}$) kadar çok geniş bir bileşik grubunu kapsamaktadır. İç ortam ve dış ortam havasında sıklıkla gözlenen ve hava kalitesi açısından UOB olarak adlandırılan grup ise genellikle bazı parafinler ve benzenden başlayarak naftaline kadar olan bileşikleri (kaynama noktası $<260^{\circ}\text{C}$) kapsamaktadır [71]. En yaygın gözlenenleri BTEKS olarak adlandırılan benzen, toluen, etil benzen ve kesilenlerdir. Bu bileşiklerin içinde iç ortamda en yüksek seviyelerde rastlanılanı ise tolüendir [71].

Uçucu organik bileşikler farklı kuruluşlar tarafından farklı şekilde tanımlanmıştır. Kanada Sağlık Teşkilatı, kaynama noktası 50 - 250°C arasında olan maddeleri UOB olarak tanımlarken, Avrupa Birliği kaynama noktaları 250°C 'nin altında olan organik bileşikleri UOB olarak tanımlamaktadır [72]. Amerikan Birleşik Devletleri kaynaklarına göre yasal olarak her madde için farklı tanımlar verilmiştir, bunlar ayrıntılı olarak EPA ve SDWA (Güvenli İçme Suyu Yasası/Safe Drinking Water Act) yayınlarında belirtilmiştir [73].

UOB'ler yönünden iç ortam hava kirliliğinin en önemli kaynakları: insan aktiviteleri, bina malzemelerinden kaynaklanan emisyonlar ve dış ortam havasından iç ortam havasına havalandırma vs. ile giriş olarak sıralanabilir. Yeni veya tadilat yapılmış binalarda UOB'lerin bina malzemelerinden kaynaklanan birincil emisyonu, bir süre boyunca en yüksek seviyelerde yayılır ve ancak aylar sonra seviyeleri düşmeye başlar. Bina malzemelerinin kimyasal veya fiziksel etmenler nedeniyle bozulması

sonucu bina malzemelerinden ikincil emisyonlar da belirli bir süre boyunca veya bazen sürekli olarak salınmaktadır [17]. Ülkemizde içimi iç ortamlarda resmi olarak yasaklanmasına rağmen, halen tüketildiği gözlenen çevresel sigara dumanı, UOB'ler de dahil olmak üzere birçok hava kirleticisinin kaynağı olarak gösterilmektedir [74].

Benzen, iç ortam havasında sıklıkla rastlanan ve yüksek seviyesi insanda kanserojen olarak kabul edildiği için önem arz eden bir bileşiktir [75]. Bu nedenle, iç ortam havasında maruz kalınan benzen seviyesine göre ortaya çıkması beklenen kanser riskini hesaplamak mümkündür [76]. Benzen, toluen, etil benzen, ksilen ve stiren yüksek toksisiteleri ile en zararlı UOB'ler olarak gruplandırılabilirler [77]. Benzen için yapılan risk hesabında, risk seviyesi 1/10.000'in üzerine çıktığında, riski azaltmak için müdahale yapılması gerektiği belirtilmektedir [78]. Düşük konsantrasyonlarda dahi; uyuşukluk, baş ağrısı ve yorgunluk gibi özellikle sinir sistemiyle ilgili şikâyetlere sebep olan UOB'ler ve formaldehit, maruz kalma süresinin kronik hale gelmesi ile kanserojen etkiler göstermektedirler. Ayrıca düşük konsantrasyonlardaki UOB'lere sürekli olarak maruz kalınması, solunum yolu hastalıklarına ve astıma sebep olmaktadır [79].

UOB'lerin iç ortamdaki konsantrasyonu ve maruz kalma süresi, bu bileşiklerin sağlık üzerindeki etkilerini belirlemektedir. Konsantrasyon ve süre arttıkça ortaya çıkan etkilerin şiddeti de artmaktadır. Toksik özellik taşıyan bu bileşikler solunum yolu hastalıklarına sebep oldukları gibi, yüksek konsantrasyonlarda sinir sisteminde tahribata da yol açmaktadır. EPA tarafından yapılan sınıflandırmada benzen kanserojen madde olarak değerlendirilirken; karbon tetraklorür, kloroform, vinil klorür, etilen dibromür kansere sebep olma riski taşıyan maddeler olarak sınıflandırılmıştır. UOB'lere fazla maruz kalındığında gözlenen bazı sağlık sorunları içerisinde; baş dönmesi, baş ağrısı ve mide bulantısı sayılabilir. Alerjik deri reaksiyonları ve astımı şiddetlendirmesi gibi akut etkilerinin de olduğu belirtilmektedir. İç ortamda yaygın olarak bulunan UOB'ler altta verilmiştir:

- Alifatikler; örn. Metan, etan, propan, butan, v.d.
- Olefinler; örn. Propan, isobuten, isopenten, v.d.
- Aromatikler; örn. Toluen, ksilen, benzen, etil benzen, 4-fenilsiklohekzen v.d.

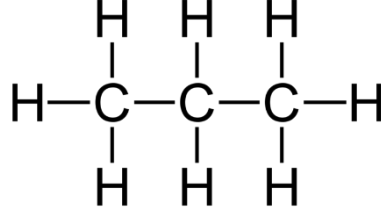
- Halojenli hidrokarbonlar; örn. Trikloroetilen, perkloroetilen, 1,1,1-trikloroetan, v.d.
- Terpenler; örn. α -pinen, β -pinen, limonen, v.d.
- Diğerleri; örn. Aseton, metanol, isopropanol, metil etil keton, metil isobutil keton, v.d.dir [80].

Bazı Organik Bileşiklerin Kaynama Noktaları ve Buhar Basınçları Çizelge 2-3'te verilmiştir [81].

Çizelge 2-3 Bazı Organik Bileşiklerin Kaynama Noktaları ve Buhar Basınçları [81]

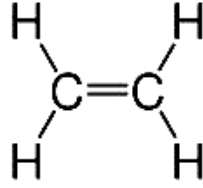
Uçucu Organik Bileşik	Kaynama Noktası Sıcaklığı (°C)	Buhar Basıncı (mm Hg)
Benzen	80.1	95.2 (25 °C)
Toluen	111	22 (20 °C)
Kloroform	62	160 (20 °C)
o-ksilen	144	7(20 °C)
1,1,1, Trikloroetan	74.1	10 (20 °C)
1,2,4- Trimetilbenzen	169	2.03 (25 °C)
p-ksilen	138	9 (20 °C)
Undekan	196	0.28 (20 °C)
1,3,5 Trimetilbenzen	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)

Doymuş alifatik hidrokarbonlara, alkanlar veya parafinler de denir. Genel formülü C_nH_{2n+2} 'dir (n: karbon sayısı). Karbon sayısı birden ona kadar olan alkanlar; metan, etan, propan, bütan, pentan, hekzan, heptan, oktan, nonan ve dekan şeklinde adlandırılır (Şekil 2-1).



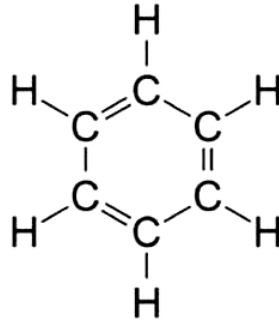
Şekil 2-1 Propan (C_3H_8)

Doymamış hidrokarbonlar sınıfına olefinler sınıfı da denir. Bu sınıfa dahil olan bileşiklerde en az iki karbon arasında çift bağ vardır. Genel formülleri C_nH_{2n} 'dir (Şekil 2-2).



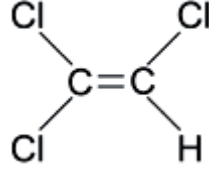
Şekil 2-2 Etilen (C_2H_4)

Aromatik hidrokarbonlar bir veya daha çok benzen halkası ihtiva ederler. Benzen halkasına çeşitli grupların girmesi ile farklı bileşikler elde edilir. Bu gruba; toluen, ksilen, naftalin gibi örnekler vermek mümkündür (Şekil 2-3).



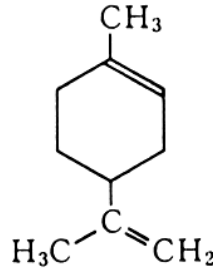
Şekil 2-3 Benzen (C_6H_6)

Halojenler (klor, flor, brom ve iyot) ile alkanların, olefin veya aromatik bileşiklerle reaksiyonları sonucu halojenlenmiş hidrokarbonlar üretilir. Hidrokarbonun bir veya daha fazla hidrojen atomunun yerine halojen atomları yerleşir (Şekil 2-4). (Örn. Trikloroetilen).



Şekil 2-4 Trikloroetilen (C_2HCl_3)

Terpenler; hidrokarbonların çok çeşitli bileşiklere sahip geniş bir sınıfıdır. Başlıca bitkiler, özellikle iğne yapraklılar tarafından üretilmekle beraber, bazı böcekler de terpen salgılar. Kimyasal formülü C_5H_8 olup terpenlerin temel moleküler formüllerini de bunun katları, $(C_5H_8)_n$ oluşturur. Monoterpenler iki izopiren birimden oluşur ve $C_{10}H_{16}$ moleküler formülüne sahiptir. Monoterpenlere örnek olarak, limonen ve α , β - pinen gösterilebilir (Şekil 2-5).



Şekil 2-5 Limonen ($C_{10}H_{16}$)

Farklı UOB'ler ve birbirlerine olan oranları, UOB'lerin iç ve dış ortamdaki kaynaklarını tanımlamakta kullanılmaktadır. Örneğin terpen grubuna ait bileşiklerin ana kaynağı, ahşap mobilya ve panellerde kullanılan boyalardır. Buna karşın, aromatik hidrokarbonların ana kaynağı otomobil emisyonlarıdır [80, 82]. Çizelge 2-4'te iç ortamda yaygın olarak gözlenen UOB'ler ve kaynakları özetlenmektedir.

Çizelge 2-4 İç ortamda yaygın olarak gözlenen UOBler ve kaynakları [80, 83].

	Bileşik Adı	Kaynaklar
Alifatikler ve olefinler	Pentan ve penten n-hekzan ve hekzen cyclohekzen iso-oktan nonane ve nonen dekan ve undekan	Yapıştırıcı, boya ve kaplamalar, preslenmiş ahşap mobilyalar, temizlik maddeleri, pestisitler, parfüm içeren sıvılar, sıvı yakıtlar, fotokopi makineleri
Aromatikler	Toluen	Yapıştırıcı, boya ve kaplamalar, temizlik maddeleri, pestisitler, petrol
Halojenli hidrokarbonlar	1,1,1-trikloroetan Trikloroetan Metilen klorit Perkloroetilen	Temizlik maddeleri, yapıştırıcılar
Terpenler	α -pinen, β -pinen, limonene, isopren	Ahşap mobilyalar, biyolojik kaynaklar (bitki, ağaç v.s.)
Diğerleri	Akrolein Formaldehit Nonanol Aseton Metil etil keton Metanol, etanol İsopropanol, fenol	Boyalar ve kaplamalar, temizlik maddeleri, preslenmiş ahşap ürünler, ticari ürünler, fotokopi makineleri, sigara dumanı

İç ortam havasında sıkça rastlanan uçucu organik karbonlar ve kaynakları Çizelge 2-5'de özetlenmektedir.

Çizelge 2-5 İç Ortam Havasında Bulunan Uçucu Organik Bileşiklerin Kaynakları[83]

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, bromlaşmış 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

Yukarıdaki çizelgede görüldüğü gibi organik kimyasallar; boya, vernik, yapıştırıcı ve inşaat malzemelerinin yapısında bulunmaktadır. Yapılan araştırmalar sonucunda, bu malzeme ve ürünlerin kullanıldığı binalarda, uçucu organik karbon bileşiklerine sıkça rastlandığı ortaya konmuştur [84, 85].

Ofis ortamlarında kullanılan yazıcılar ve fotokopi makineleri, iç ortam havası için önemli birer UOB kaynağıdır [76]. Yapılan araştırmalarda, fotokopi çekme işlemi sırasında havaya ozon gazıyla birlikte pek çok uçucu organik bileşiğin yayıldığı belirlenmiştir [86-88]. Fotokopi işlemleri sırasında yaklaşık 60 farklı UOB türü oluşmaktadır [89].

İç ortam hava kalitesinin, hem ev içi kaynaklardan hem de dışarıdan taşınan kirlilikten etkilendiği bilinmektedir. UOB'ler için Baek ve arkadaşları tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada [90], iç ortam UOB bileşiklerine; hem iç ortamdaki ısıtma, soğutma uygulamalarının hem de havalandırma oranına bağlı olarak dış ortamdaki trafik emisyonlarının önemli katkısının olduğu tespit edilmiştir. Hatta

sigara içilen iç ortamlarda bile, UOB seviyesine sigara dumanının katkısının trafik emisyonlarının katkısından daha az olduğu tespit edilmiştir. İç ortamda gözlenen UOB'lerin kaynak tespiti için yapılan bir çalışmada, ev içi kaynakların katkısının %42-73, dış ortam kaynaklarının katkısının %18-34 arasında değiştiği tespit edilmiştir [91]. Ev, iş ve okul dışında, insanların vakitlerinin %25'ini geçirdikleri dükkânlar ve restoranlarda, UOB seviyelerinin oldukça yüksek olduğu tespit edilmiştir [92].

İç ortam UOB seviyesi genellikle dış ortamdaki daha yüksektir [14, 82]. Bu farklılık Almanya'da evlerde 10 kat'a kadar ulaşmaktadır [82]. Aynı çalışmada ayrıca, 1994-2001 yılları arasında sürdürülen çalışmalar sonucu iç ortam UOB'lerin seviyesinde terpenler dışında zaman içinde azalma olduğu tespit edilmiştir.

UOB seviyeleri mevsimsel olarak değişiklik göstermektedir. Ev içi mevsimsel UOB değişiminin belirlendiği bir çalışmada, kış aylarında iç ortam UOB'lerinin yaz dönemine göre yaklaşık 3 kat daha yüksek olduğu tespit edilmiştir [82]. Benzer şekilde iç ortam UOB'lerinin, soğuk mevsimde sıcak mevsime göre daha yüksek ölçüldüğü rapor edilmiştir [93, 94]. Başka bir çalışmada da dış ortam benzen seviyesinin de kışın fazla yazın düşük olduğu tespit edilmiştir [95]. Gözlenen mevsimsel farklılıklar birçok faktörden kaynaklanabilmektedir. Genel olarak; soğuk ortamlarda fotokimyasal reaksiyonların hızının düşük olması, ısıtma kaynaklarının emisyonlarının soğuk dönemde daha fazla olması ve karışım yüksekliğinin kışın daha az olması bu farklılığı yaratan başlıca etmenlerdir [96, 97].

İç ortamda bulunan UOB'lerin ozonla reaksiyona girmesi sonucunda kuvvetli irrite edici etkiye sahip kimyasalların oluştuğu bilinmektedir [98]. UOB'lerin ozonla reaksiyona girme süreleri her bir bileşik için farklıdır. Ortamda bulunan UOB ve ozon konsantrasyonu bu süreyi etkileyen önemli faktörlerdir. Eğer ozon konsantrasyonu, UOB konsantrasyonundan belirgin olarak yüksekse, o bileşiğin yarılanma süresi sadece ozon konsantrasyonuna bağlı olarak değişir. Yapılan araştırmalarda özellikle limonen, stiren, 1,1,1 trikloroetan, o-ksilen, m-p ksilen, 1,2,4 trimetil benzen ve diklorometan bileşiklerinin ozonla reaksiyona girme eğilimlerinin yüksek olduğu görülmüştür [98].

Yukarıda bahsedilen UOB'lerin kaynaklarından başka, iç ortamda mikroorganizmalardan kaynaklanan kokusu ile de hissedilebilen birçok uçucu organik bileşik üremektedir. Mikrobiyal Uçucu Organik Bileşik (MUOB) olarak da

adlandırılan daha çok alkol ve keton grubundan olan bu bileşikler, iç ortamdaki seviyeleri oldukça düşük olduğundan toksikolojik etkileri açısından önemsizdirler.

2.4. Türkiye’de İç Ortamlarda UOB’ler Üzerine Yapılan Çalışmalar

Türkiye’de iç ortam hava kalitesinin tespitine yönelik, uluslararası bilimsel dergilerde yayınlanmış oldukça sınırlı sayıda çalışma mevcuttur [10, 99]. Ülkemizde iç ortamda kişilerin maruz kaldıkları kirletici düzeyleri ile ilgili yapılan çalışmalar daha çok biyoaerosol düzeylerinin, sınırlı sayıda da UOB’lerin belirlenmesine yöneliktir.

Ülkemizde iç ortamlarda içimi resmi olarak yasaklanmasına rağmen, halen tüketildiği gözlenen sigaradan kaynaklanan çevresel sigara dumanı; UOB’ler de dahil olmak üzere birçok hava kirleticisinin kaynağı olarak gösterilmektedir [4]. Türkiye’de bu güne kadar farklı türdeki iç ortamlarda gerçekleştirilmiş UOB tayinine yönelik çalışmalar çizelge 2-6’da ’da verilmektedir.

Sofuoğlu ve Sofuoğlu[100] tarafından İzmir’de bulunan ilkokullarda yürütülen bir çalışmada; sınıflar, anasınıfı ve oyun bahçesinde formaldehit dahil olmak üzere UOB ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Ölçüm yapılan tüm ortamlarda en baskın UOB türleri benzen, toluen ve formaldehit olarak gözlenmiştir. Yapılan sağlık risk değerlendirmesi sonucuna göre kronik toksik ve kanserojenik risk değeri en yüksek çıkan bileşik, formaldehit olarak tespit edilmiştir.

Sanayi kuruluşlarının yoğun olarak bulunduğu Kocaeli’de, mevsimlere bağlı olarak iç ortamlarda ölçülen UOB’lerden; benzen, toluen, etilbenzen ve ksilen konsantrasyonları sırasıyla 9,44, 51,07, 11,77 ve 19,04 $\mu\text{g m}^{-3}$ olarak tespit edilmiştir. Kış mevsiminde tüm parametrelerde yüksek düzeyde ölçülen bileşiklerden toluenin konsantrasyonu, Ankara ve İzmir’de yapılan çalışmalara göre daha yüksek bulunmuştur [4].

Bir başka çalışmada, yoğun endüstrileşmiş bir bölge olan İskenderun’da yer alan ilköğretim okullarında, çocukların soludukları okul içi ortamındaki UOB bileşikleri incelenmiştir [101].

Boyacılık işi yapan kişiler ile farklı iş kollarındaki bireylerin idrarlarında yapılan taramalarda, boyacılık işi yapanların idrarlarında, istatistiksel olarak anlamlı olarak, yüksek düzeyde BTEKS metabolit değerleri elde edilmiştir [102]. Kontrol grubu

olarak seçilen bireylerin idrarlarında da BTEKS metabolitlerine rastlanması BTEKS maruziyetinin tüm çevresel ortamlarda olduğunu göstermektedir.

Evlerde temizlik malzemesi olarak kullanılan çamaşır suyu (sodyum hipoklorit, NaOCl) ve diğer pek çok organik kimyasalın reaksiyona girerek kloroform ve karbon tetraklorit gibi halojenli uçucu organik bileşiklerin oluşumuna yol açtığı tespit edilmiştir [103]. Özellikle, insanlarda kansere yol açtığından şüphelenen ve güçlü bir sera gazı olmasından ötürü ABD Gıda ve İlaç İdaresi tarafından evlerde kullanılması yasaklı olan karbon tetrakloritin oluştuğu belirlenmiştir. Ağartıcı kullanımından sonra ilk yarım saat içinde kloroform (2,9-24,6 $\mu\text{g m}^{-3}$) ve karbon tetrakloritin (0,25-459 $\mu\text{g m}^{-3}$) hızla yükselerek oldukça yüksek seviyelere ulaştığı gözlenmiştir. Evlerde halojenli uçucu organik bileşiklere maruz kalmada, çamaşır suyu gibi ağartıcıların kullanımının önemli bir katkısı olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 2-6 Türkiye’de gerçekleştirilmiş farklı türdeki iç ortamlarda ölçülen UOB düzeyleri ($\mu\text{g m}^{-3}$)

Ortam	Benzen	Toluen	Etilbenzen	m/p-Ksilen	o-Ksilen	Kaynaklar
Ev Kocaeli	13,06 (Kış) 8,88 (Yaz)	72,44 (Kış) 44,19 (Yaz)	16,90 (Kış) 13,07 (Yaz)	27,46(Kış) 12,3 (Yaz)	16,24(Kış) 5,73 (Yaz)	Pekey ve Arslanbas, 2008
Ofis	15,09 (Kış) 11,95(Yaz)	19,96(Kış) 53,98(Yaz)	19,75 (Kış) 11,13 (Yaz)	13,43 (Kış) 14,37 (Yaz)	9,75(Kış) 10,80 (Yaz)	Pekey ve Arslanbas, 2008
Okul	19,77 (Kış) 7,50 (Yaz)	77,77 (Kış) 55,05 (Yaz)	8,81(Kış) 11,11 (Yaz)	20,19(Kış) 9,55 (Yaz)	10,02(Kış) 5,88 (Yaz)	Pekey ve Arslanbas, 2008
Okul Iskenderun	2,55	11,55		1,61	1,05	Scheepers vd, 2010
Okul Payas	9,98	11,28		<0,02	<0,07	Scheepers, vd, 2010
Ev Ankara	8,5(Kış) 1,5(Yaz)	32,9 (Kış) 3,7(Yaz)	4,7 (Kış) <LOD (Yaz)		7,6 (Kış) <LOD (Yaz)	Mentese vd, 2012
Anaokul	4,2 (Kış) 1,9(Yaz)	19,9(Kış) 5,4(Yaz)	7,1(Kış) 2,6 (Yaz)		6,7(Kış) <LOD (Yaz)	Mentese vd, 2012
Ofis	5,3 (Kış) 1,5 (Yaz)	13,7 (Kış) 6,6 (Yaz)	11,8 (Kış) 1,6 (Yaz)		6,00 (Kış) 2,2 (Yaz)	Mentese vd, 2012

2.5. Dünyada İç Ortamlarda UOB’ler Üzerine Yapılan Çalışmalar

Literatürde, UOB’lerin iç ortam düzeylerinin belirlendiği pek çok çalışma yer almaktadır. Ancak, çocukların yaşadıkları iç ortamlarda bulunan UOB düzeylerinin belirlendiği çalışmaların sayısı azdır. Çizelge 2-7’de dünyada yapılan ölçümlerde UOB’lerin konsantrasyonları karşılaştırılmıştır.

Maddeler ayrı ayrı incelendiğinde, en yüksek benzen konsantrasyonunun $24,8 \mu\text{g m}^{-3}$ ile batı Avustralya'nın Perth kentinde ölçüldüğü görülmektedir. Avusturalya'da yeni inşa edilen evlerde UOB'ler ölçülmüş ve konsantrasyonun evin koşullarına bağlı olarak değiştiği görülmüştür [52]. Bu çalışma aynı zamanda, bu tez çalışması dışında tek aktif örnekleme yapılan çalışmadır. Benzen kışın $8,2 \mu\text{g m}^{-3}$ ve yazın $9,8 \mu\text{g m}^{-3}$ ile Amerika'nın Minneapolis şehrinde yüksek bulunmuştur [12]. Toluen Almanya'da kışın $35,7 \mu\text{g m}^{-3}$ ve yazın $32,3 \mu\text{g m}^{-3}$ ile en yüksek konsantrasyonlarda ölçülmüştür [104]. Diğer araştırmalarda elde edilen etilbenzen, m,p-ksilen ve o-ksilen ise daha düşük konsantrasyonlarda ölçülmüştür. Bu farkların nedeni; coğrafi bölge farklılıkları, farklı meteorolojik durumlardan etkilenmek ve farklı yapı ve inşaat malzemelerinin kullanılmasından kaynaklanmaktadır. İspanya'daki çalışmalarda BTEKS'lerin kaynağının; evlerin son bir sene içinde boyanmış olması, ev eşyalarının yeni olması ve yemek pişirmede kullanılan elektrik ocakları olduğu tespit edilmiştir[105].

Çizelge 2-7 İç Ortamda BTEKS konsantrasyonlarının($\mu\text{g.m}^{-3}$) diğer ülkeler ile karşılaştırılması

Ülke Kaynak	INMA (Valensia, İspanya) 2006–2007 Pasif Örnekleme	INGA (Almanya) 1996-1998 Pasif Örnekleme	Sield (Minneapolis, ABD) 1999-2000 Pasif Örnekleme	Perth, Batı Avustralya 1998-1999 Aktif Örnekleme	LARS (Almanya) 1995-1996 Pasif Örnekleme	Paris (Fransa) 2008-2009 Pasif Örnekleme	Paris (Fransa) 2008-2009 Pasif Örnekleme
Ortam	Ev Çocuklar bir yaşında	Okul çağındaki çocuklar	Okul çağındaki çocuklar	Okul Çocuklar 6 Ay-3 Yaş	Ev Çocuklar 3 Yaş	Kreş oyun odası Çocuklar 1Ay-12 ay	Kreş yatak odası Çocuklar 1Ay-12 ay
Benzen	1,4	2,0 (1,dönem) 2,5(2,dönem)	8,2(Kış) 9,8(Yaz)	24,8	1,7	2,0(Kış) 1,4(Yaz)	2,1(Kış) 1,6(Yaz)
Toluen	10,1	35,7 (1,dönem) 32,3(2,dönem)	3,4(Kış) 3,1(Yaz)	11,9	13,3	7,3(Kış) 6,0(Yaz)	7,1(Kış) 7,1(Yaz)
Etilbenzen	1,3	1,5 (1,dönem) 1,5 (2,dönem)	1,0(Kış) 1,0(Yaz)	1,4	1,8	1,3(Kış) 1,3(Yaz)	1,4(Kış) 1,4(Yaz)
m,p-Ksilen	1,3	3,5(1,dönem) 4,0(2,dönem)	3,7(Kış) 3,3(Yaz)	1,4	7,2	3,9(Kış) 3,7(Yaz)	4,0(Kış) 3,8(Yaz)
o-Ksilen	1,9	1,1 (1,dönem) 1,1(2,dönem)	1,2(Kış) 1,1(Yaz)	5,9	1,6	1,4(Kış) 1,3(Yaz)	1,4(Kış) 1,3(Yaz)

2.6. Dünyada ve Türkiye’de TUOB’ler için İç Ortamlarda Sağlanması Gereken Maksimum Kriter Değerleri

EPA, Amerika Isıtma-Soğutma ve Havalandırma Mühendisleri Topluluğu (The American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE)) ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından Toplam Uçucu Organik Bileşikler için kabul edilen değerler çizelge 2-8’de verilmiştir[106].

Çizelge 2-8 EPA ve WHO tarafından İç Ortamlarda Sağlanması Gereken TUOB Değerleri

TUOB	İç ortam hava kalitesi değerlendirmesi
Günlük ortalaması <500 µg/m ³	Kabul edilir
Günlük ortalaması 501-3000 µg/m ³	Hassas grup için azaltıcı önlem alınmalı ¹
Günlük ortalaması > 3000 µg/m ³	Azaltıcı önlem alınmalı

¹Hasas grup: bebekler, hamileler, yaşlılar, astım hastaları, kalp hastaları

Türkiye’de TUOB’ler için iç ortamlarda sağlanması gereken sınır değerler TSE tarafından verilen Güvenli Yeşil Bina Sertifikası için belirlenmiştir. Bu kriterlere göre, bir ortamın Güvenli Yeşil Bina olarak kabul edilebilmesi için sağlanması gereken maksimum UOB düzeyleri; benzen için 5 µg/m³, TUOB için ise 200 µg/m³ olarak belirlenmiştir. Maksimum kriter değeri Güvenli-Yeşil binalarda dış ortam konsantrasyonunun iç ortam konsantrasyonundan büyük (Dış/İç > 1) olduğu durumda, iki katına çıkmaktadır (Çizelge 2-9).

Çizelge 2-9 Güvenli-Yeşil bina iç ortam UOB kriterleri [34]

Ölçülen Parametre	Sağlanması Gereken Kriter (µg/m ³)	Koşullu Sınır Değerler* (µg/m ³)
Benzen	5	10
TUOB	200	400

*Dış/İç ortam değeri >1 olduğu durumda sağlanması gereken limit değerdir.

2.7. Çocuklarda Gözlenen Solunum Yolu Hastalıkları

Grip, Influenza adı verilen bir virüs tarafından oluşturulan, ani olarak yüksek ateş, şiddetli kas ve eklem ağrıları, halsizlik, bitkinlik, titreme, baş ağrısı ve kuru öksürük gibi belirtilerle başlayan bir enfeksiyon hastalığıdır.

Özellikle çocuklarda, yaşlılarda ve kalp hastalığı akciğer hastalığı, böbrek hastalığı, şeker hastalığı gibi kronik hastalığı olan kişilerde çok daha ağır

seyretmekte ve ölüme kadar varılabilen ciddi sonuçlara yol açmaktadır. Bu kadar ciddi tablolar yol açan grip, halk arasında çok sık olarak soğuk algınlığı ile karşılaştırılmaktadır[107].

ÜSYE, üst solunum yolları enfeksiyonu demektir. ÜSYE, solunum yollarının en sık görülen hastalığıdır. Burundan başlayarak boğaz ile devam eden ve akciğerlere kadar uzanan organların oluşturduğu hava yollarına 'solunum yolları' denir. ÜSYE en sık çocuklarda ve kronik hastalığı olanlarda görülür.

Bronşit, nefes aldığımızda, hava; burundan soluk borusuna oradan da akciğerlere geçer. Soluk borusu, akciğerlere giden iki kola ayrılır. Bu kolların her birine bronş denir. Bu bronşların, çeşitli sebeplere bağlı olarak iltihaplanmasına bronşit denir[108].

Boğaz enfeksiyonu, gerçek bir tanıdan ziyade, anatomik bir tanıdır. Çünkü insan vücudunda boğaz diye tek bir organ yoktur, boğaz vücudun bir bölgesidir. Bu bölgede birçok farklı organ vardır, bu bölgenin tüm farklı enfeksiyonlarına genel olarak tıpta "üst solunum yolu enfeksiyonu", halk arasında da "boğaz enfeksiyonu" denmektedir.

Nefes darlığı bir akciğer hastalığının ya da doğuştan kalp hastalığının bir belirtisi olabilir. Bu nedenle hastalık olarak kabul edilmese bile, nefes darlığı ciddi bir hastalığın belirtisi olarak kabul edilmeli ve mutlaka bir doktor tarafından değerlendirilmelidir.

Öksürük:Bebeklerde iki tip öksürük vardır. Kuru Öksürük: Gripler, soğuk algınlıkları veya alerjiler sırasında görülür. Boğazın geniz arkasındaki damlama şeklinde olan akıntısını temizlemek için kullanılır.

Islak Öksürük: Salgıların meydana getirdiği bir öksürük olup, solunum yollarında bakteriyel bir enfeksiyon olduğu zaman oluşur. Bir salgı veya mukus(balgam) bebeğin hava yollarında bulunduğu zaman mikroplarla birlikte bu öksürük meydana gelmektedir. 4 ayın altındaki bebeklerde öksürük varsa bu durum önemli bir hastalık habercisi olabilir. Kış aylarında çok öksüren bir süt çocuğunda RSV (Respiratuar Sinsidyal Virüs) adı verilen bir viral enfeksiyon bulunabilir[109].

Orta kulak enfeksiyonları, kulak zarının arkasında oluşan enfeksiyonlara verilen addır. Her yaştan hastada görülebileceği gibi, genellikle çocuklarda daha sık oluşmaktadır. Tıbbi olarak otitis media denmektedir. Orta kulak enfeksiyonları en

sık tedavi edilen çocukluk çağı hastalığıdır. Genellikle çocuklarda bir soğuk algınlığı ya da gribe takip eden bir-iki günde ortaya çıkmaktadır. Büyümekte olan çocukların %50'den fazlasında ve sıklıkla 3 yaşından önce en az bir defa orta kulak enfeksiyonu oluşmaktadır.

Zatürre (tıbbi adıyla pnömoni) virüs, bakteri gibi etkenlerin yol açtığı, akciğer dokusunun tek veya iki taraflı enfeksiyonudur. Enfeksiyon, genellikle basit bir soğuk algınlığı, üst solunum yolu enfeksiyonu gibi başlar ve ilerler. Bağışıklık sistemi zayıf, iyi beslenememiş, kronik hastalıkları olan çocuklar, prematür bebekler, sigara dumanına maruz kalan çocuklar daha riskli gruplardır, zatürreyi ağır geçirebilir, tedavi için hastaneye yatmaları gerekebilir.

Tonsilit veya anjin, boğazın iki yanında bulunan tonsil ya da bademcik adı verilen dokuların iltihaplanması hastalığıdır[110].

Astım, solunum yollarının süregelen bir iltihap sonucu aşırı derecede duyarlı olmasına ve bazı etkenlerle zaman zaman daralmasına neden olan bir solunum yolu hastalığıdır. Çocukların çoğunda, buluş çağında astım belirtilerinin azalması ya da tamamen kaybolması sık rastlanan bir durumdur[111].

Aşağıdaki faktörlerin varlığında, astım erişkinlik döneminde de devam eder.

- Ailede birinci derecede yakınlarında atopi olması
- Hayatın ilk 2 yılında egzama olması
- Astım belirtilerinin hayatın ilk 2 yılında çok ağır olması
- Buluş çağında deri testlerinde birçok alerjene karşı reaksiyon olması
- Buluş çağında düzelme olmaması
- Sigara içilmesi

2.8. Çocuklarda Gözlenen Alerji Hastalıkları

Yeni doğan bebeğin çevresel faktörlere daha hassas olması nedeniyle alerji gelişiminde çevrenin önemli rolü olduğunu gösteriyor.

Egzema, diğer adıyla dermatit, sıklıkla cildin birçok maddeyle temas etmesi sonucu duyarlı hale gelmesiyle ya da çeşitli genetik ve çevresel faktörlerin etkisiyle ortaya çıkan iltihaplı ve alerjik(genelde) bir deri hastalığıdırDöküntülü hastalıklar daha çok çocuklarda görülen vücutta genellikle kırmızı renkli farklı

karakterdeki döküntülerle seyreden genellikle ateşli, bulaşıcı ve çoğu viral hastalıklardır. Atopik dermatit belirtileri genellikle 1 yaşından önce başlar. Atopik dermatiti olan çocukların belirtileri genellikle saçlı deride kepeklenme veya yüzde kızarıklıkla kendini göstermektedir. Bu nedenle sıklıkla bebeğin öpülmesinden veya babanın sakallarının çocuğun yüzüne zarar vermesinden dolayı sorun olduğu düşünülür. Belirtiler artınca ve özellikle de kollar ve vücutta da kızarıklıklar görülmeye başlayınca artık durumun öpmeye bağlı olmadığı anlaşılır[112].

Pamukçuk, bebeğin ağızında çoğu zaman süte benzer kalıntılarla kendisini gösteriyor. Dilde, damakta ve dudak kenarlarında beyaz lezyonların oluşmasına neden olan pamukçuk, bebekte beslenme sorunlarına da yol açabiliyor.

Pişik bebeklerde sık görülen bir cilt rahatsızlığıdır. Temel nedeni idrarla ve kaka ile temas eden cildin uzun süre ıslak ve kapalı kalmasıdır.

İsilik özellikle yaz aylarında kendini gösteren, ter kanallarının tıkanması sonucu ortaya çıkmaktadır. Vücutta ki küçük kabarcıklara neden olan vaka, gözeneklerin tıkanması sonucu oluşan deri döküntülerinden biridir. Genellikle çocuklarda rastlanmaktadır[113].

Diğer Hastalıklar, isal, ateş idrar yolu enfeksiyonu, kusma, kabızlık, mide bulantısı gibi hastalıklara gruplanmıştır.

3. MATERYAL VE METOT

Tez kapsamında gerçekleştirilen anketler, örnekleme ve analiz çalışmalarına yönelik detaylar aşağıdaki kısımlarda anlatılmaktadır.

3.1. Örnekleme Noktalarının Seçimi

Çalışma kapsamında yer alacak evler, hamileliklerinin son 3 ayında bulunan ve araştırmaya katılmayı kabul eden hamile kadınlar arasından seçilmiştir. Gönüllü olmayı kabul eden gebelerin yerleşik adres dağılımı Şekil 3-1'de görülmektedir. Bu çalışma dört örnekleme dönemi ile toplam 120 evde yürütülmüştür. Örnekleme döneminde ev sayısı azalmış toplam 67 evde dördüncü örneklemede tamamlanmıştır. Örnekleme büyük bir kısmı Ankara'nın Keçiören, Etilik, Pursaklar, Akyurt semtlerindeki evlerde yapılmıştır.



Şekil 3-1 Çalışmada yer alan gönüllülerin yaşadığı semtlerin dağılımı

Örnekleme çalışmaları belirlenen evlerde; bebeklerin uydukları oda, uykuda olmadıkları zamanlarda en çok buldukları ev içi ortam ve evin dış ortamında eş zamanlı olarak gerçekleştirilmiştir. İç ortam örnekleme, odanın orta bölümünde yerden 50 cm yükseklikte, dış ortam örnekleme ise örnekleme yapılan iç ortamın dışında binadan yaklaşık 3 m uzakta yerden 1,0 m yüksekte gerçekleştirilmiştir.

Genellikle iç ortam hava kalitesi tespitinde yetişkin bireylerin nefes alma yüksekliği olan 1,5 m'den örnek alınmaktadır. Literatürde yer alan, bebek sağlığı-iç ortam hava kalitesi ilişkisinin tespitine yönelik yapılan çalışmaların eleştirildiği en önemli bölüm, iç ortam örneklemesinin yetişkin seviyesinde yapılan örnekleme sonuçları ile bebek sağlığı ilişkisinin tespit edilmeye çalışılmasıdır[114]. Bu çalışmada hedef grup bebekler oldukları için, bu yükseklik bebeklerin yatak yüksekliği veya oyun oynadıkları esnada nefes aldıkları yükseklik olan 50 cm'den gerçekleştirilmiştir. Dış ortam örneklemesinde ise, yerden havalanan tozun etkisini bastırabilmek için örnekleme yüksekliği yaklaşık 1-1,5 m olarak tutulmuştur.

Örnekleme çalışmaları sırasında konut ve bebek odasının koşullarını değerlendirmek ve daha sonraki ölçümlerde de ev içinde yapılan fiziksel değişiklikleri takip etmek amacıyla bir anket hazırlanmış ve her örnekleme döneminde doldurulmuştur (EK-1). Bu form ile her örnekleme dönemi sırasında iç ortamda hava kalitesinin değişimine sebep olabilecek mobilya, halı, duvar boyama v.b. değişiklikler tespit edilmiştir.

Çizelge 3-1'den de anlaşılacağı üzere, örnekleme yapılan evlerde;

- Ölçümlerin gerçekleştirildiği tüm dönemlerde, evlerin %60'ının bina yaşlarının 4 sene ve üzerinde olduğu,
- III. ve IV. dönem gidilen evlerin %50'sinin yüksekliğinin 3. kat ve üzerinde olduğu,
- Evlerin büyük bir çoğunluğunun betonarme yapıda evler olduğu (>%90),
- I. ve II. dönemde merkezi sistem ile ısınan evlerin çoğunlukta (\approx %80), III. ve IV. dönemde ise kombi (doğalgaz) sistemi ile ısınan evlerin (\approx %60) çoğunlukta olduğu,
- I. III. ve IV. dönemlerde; örnekleme yapılan evlerde yaşayan bireylerden; sigara içen ve içmeyenlerin hemen hemen eşit sayıda olduğu,
- II. dönemde gidilen evlerin yaklaşık %60'nda iç ortamda sigara içildiği, Tüm dönemlerde örnekleme esnasında evde bulunan kişi sayısının, yaklaşık %60'ı ile 4-6 kişi olduğu,
- II. ve III. dönemde, evlerin %70'inin ana caddeye yakın olduğu, anlaşılmaktadır.

Tüm örnekleme dönemlerinde yapılan anketlerin değerlendirmeleri Çizelge3-1'de özet olarak verilmiştir.

Çizelge3-1 Tüm örnekleme dönemlerinde yapılan anketlerin değerlendirmeleri

DÖNEM	KOŞULLAR	Bina yaşı			Evin bulunduğu kat			Konut tipi		Evin ısıtma türü				Ev içerisinde sigara içen kişi sayısı			Ev içerisinde sigaranın içildiği ortam				Örnekleme esnasında evde bulunan kişi sayısı			Evlerin ana caddeye yakınlığı	
		1-3 sene	4 sene ve fazlası	Bilinmiyor	Bodrum veya zemin	1.ve 2. kat	3.kat ve üzeri	Betonarme	Diğer	Merkezi Sistem	Kombi (doğalgaz)	Soba(odun ve/veya kömür)	Diğer	0 kişi	1 veya 2 kişi	3 ve fazlası kişi	Evin içinde	Sadece balkon	Kapı önü ve/veya dışarıda	Sigara içilmiyor	3 kişi	4-6 arası kişi	7 ve fazla kişi	Yakın (<50 m.)	Uzak (>50 m.)
I.	120	18	70	12	28	42	30	94	6	86	12	2	0	52	46	2	28	16	4	0	8	66	26	36	64
II.	94	14	64	22	43	14	43	79	21	80	20	0	0	36	64	0	64	0	0	36	14	79	7	86	14
III.	82	18	80	2	46	0	54	95	5	20	60	15	5	46	53	1	23	30	1	46	0	73	27	77	23
V.	67	21	79	0	15	27	58	97	3	15	73	10	2	45	54	1	21	24	10	45	3	63	34	42	58

Çizelge 3-2'de örnekleme dönemleri ve örnekleme yapılan ev sayısı göstermektedir. Çizelge 3-2'den de görülebileceği gibi örnekleme dönemlerinin ikisi ilkbahar-yaz dönemine denk gelen Nisan-Temmuz aylarında, diğer ikisi ise sonbahar-kış dönemine denk gelen Ekim-Ocak ayları arasında gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 3-2 Örnekleme dönemleri ve örnekleme yapılan ev sayısı

	Ev Sayısı	Aylar											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I.Dönem	120				20.04 - 26.07.2011								
II. Dönem	94										24.10 - 28.12.2011		
III. Dönem	82				19.04 -02.07.2012								
IV. Dönem	67											28.11.2013 26.01.2014	

Örnekleme Periyodu (-3-0): Bebek daha doğmadan bebeğin odasında yapılacak olan ölçümlerdeki amaç, bebeğin odasında yapılan mobilya, boya vb. değişikliklerin iç ortam hava kalitesine etkilerini tespit etmektir. Bebek odası ile ilgili hazırlıklar genel olarak bu dönemde yapıldığından, hamileliğin son dönemindeki koşulları belirleyebilmek için bu örnekleme periyodu seçilmiştir. Birinci örnekleme çalışması 20.04.2011 – 26.07.2011 tarihleri arasında tamamlanmış olup, toplamda 120 evde anlık ölçümler gerçekleştirilmiştir.

Örnekleme periyodu (3-6 ay): Bu örnekleme dönemi bebeklerin 3 ile 6. ayları arasına denk gelen erken bebeklik döneminin gözlenmesine yöneliktir. Doğumdan sonra örnekleminin gerçekleşebileceği en erken zaman olarak bebeklerin 3. ayı seçilmiştir. Bu dönemde doğumu takiben, annenin rahatsızlıkları azalmış, bebeğin günlük rutin düzeni oturmuştur. İkinci örnekleme dönemi 24.10.2011 – 28.12.2011 tarihleri arasında tamamlanmış olup, toplam 94 evde anlık ölçümler yapılabilmıştır.

Örnekleme periyodu (12-14 ay): Bu örnekleme dönemi bebeklerin bir yaş öncesindeki yığılımlı etkiyi gözlemek amacıyla seçilmiştir. Üçüncü örnekleme periyodu 19.04.2012 – 02.07.2012 tarihleri arasında tamamlanmış olup, toplam 82 evde anlık ölçümler (formaldehit, PM10-2,5-1,0, CO2, CO, sıcaklık, bağıl nem) yapılmış, PAH, biyoaerosol ve UOB analizleri için örnekler alınmıştır.

Örnekleme periyodu (28-31 ay): Bu örnekleme dönemi bebeklerin 2,5 Yaş öncesindeki yığılımlı etkiyi tespit etmeye yönelik olarak seçilmiştir. Dördüncü ve son örnekleme dönemi 28.11.2013 – 26.01.2014 tarihleri arasında toplam 67 evde anlık ölçüm yapılabilmektedir.

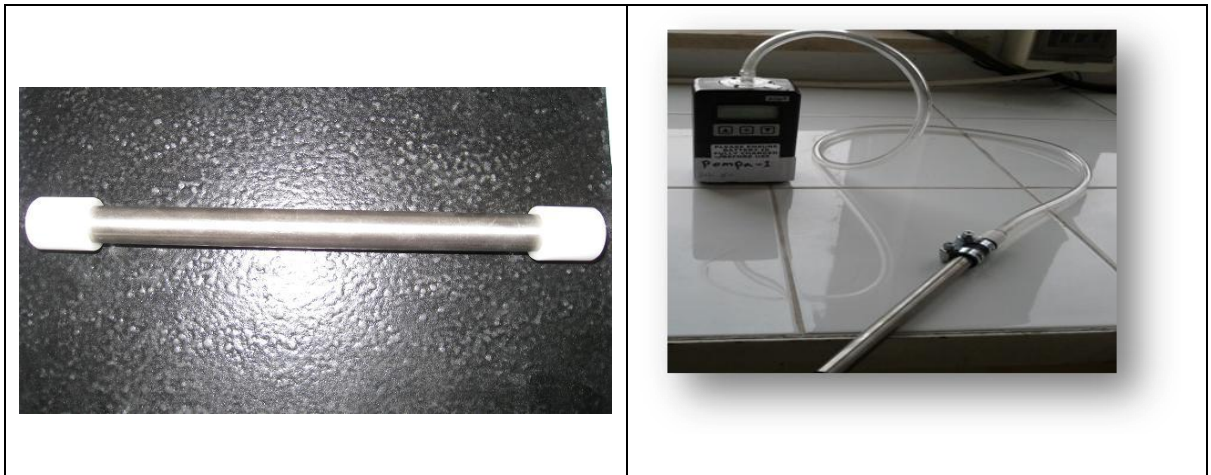
Hazırlanmış olan 2. anket formu (EK-2), örnekleme dönemleri arasında takip altında olan bebeklerin bu süre zarfında üst solunum yolu hastalığı/enfeksiyonu, alerji ve başka hastalıklar geçirip geçirmediğine, geçirdilerse kaç defa ve hangi aralıklarda geçirdiklerini ve kullandıkları ilaçların ve muayene bulgularının kayıtlarını tutmak amacıyla kullanılmıştır. Takip altında olan bebeklerin annelerinin, bu amaç için geliştirilmiş olan formu doldurmaları istenmiştir. Bu form, ayrıca, bebeğin kilo ve boyu, beslenme şekli, bebek takip altına almaya yönelik bilgilerden oluşmaktadır.

3.2. UOB Örnekleme, Kalibrasyon ve Analiz Yöntemi

Genel olarak, uçucu organik bileşiklerin örnekleme ve analizi sırasında US-EPA (Environmental Protection Agency) Metot TO-17 “Determination of Volatile Organic Compounds in Ambient Air Using Active Sampling Onto Sorbent Tubes” yöntemi esas alınmıştır.

3.2.1. Kullanılan analitik yöntemler

Uçucu Organik Bileşiklerin tayini için, iç ve dış ortam hava örnekleri, 80-85 ml/dk’lık sabit debi ile 45 dakika boyunca bir pompa (SKC-Delux) vasıtasıyla, 500 mg Tenax TA sorbenti doldurulmuş paslanmaz çelik termal desorber örnekleme tüpleri (Şekil 3-2) içerisine toplanmıştır.



Şekil 3-2 Örnekleme tüpü ve Pompa

Tüpler örnekleme öncesinde, içlerinden 50 – 75 ml/dk debide azot gazı geçirilmek suretiyle, tüp temizleme fırınında (Şekil 3-3) 280°C'de 5 saat şartlandırılarak temizlenmiştir. Fırında temizlenen örnekleme tüpleri, örnekleme sahasına götürülmeden önce de ilave olarak, Thermal desorber'da hazırlanan bir program ile şartlandırılmış ve tüplerin temizlendiklerinden emin olmak için Gaz Kromatografi-Kütle Seçici Detektör (GC-MS) ile analizleri US EPA Metot-TO 17'ye göre yapılmıştır [115]. Temizlik kontrolü yapılmış olan tüpler, teflon kapakları sıkıca kapatılarak alüminyum folyoya sarılmış; içerisinde silika-jel bulunan, hava geçirmez, cam bir kap içerisinde yerleştirilmiş ve örnekleme sahasına götürülene kadar organik madde içermeyen derin dondurucuda muhafaza edilmiştir.



Şekil 3-3 tüp temizleme fırını

Pompalar iç ortamda; herhangi bir emisyon kaynağına yakın olmayan, kullanılan ortamın havasını en iyi temsil edecek şekilde, yerden yaklaşık 50 cm yüksekliğe; dış ortamda ise yine doğrudan bir emisyon kaynağına yakın olmayacak şekilde yerleştirilmiştir. Her bir örnekleme periyodu öncesinde kullanılan pompanın debisi rotametre ile kalibre edilmiştir [115].

Toplanan bütün hava örnekleri, Hacettepe Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü laboratuvarında bulunan TD-GC-MS () sistemi kullanılarak, aynı gün ve ya ertesi gün analiz edilmiştir. Tüpler öncelikle Thermal Desorber (TD) cihazında hazırlanan program ile konsantre hale getirilmiş, sonrasında ise konsantre hale gelen uçucu organik bileşiklerin tür ve miktar tayini Gaz Kromatografi-Kütle Seçici Detektör (GC-MS) ünitesi SIM modunda çalıştırılarak yapılmıştır. TD sisteminde kullanılan metotlar çizelge 3-3'te verilmiştir.



Şekil 3-4 TD-GC-MS cihazı

Çizelge 3-3 Thermal Desorber sisteminde kullanılan metotlar

Thermal Desorber (TEKMAR Dohrmann AERO Trap 6000)	
<u>Çalışma Koşulları</u>	Fırın Sıcaklığı: 200 °C Trap Sıcaklığı: 35 °C Transfer hattı Sıcaklığı: 200 °C Nem kontrol sistemi (MCS) hattı Sıcaklığı: 200 °C Trap desorb Sıcaklığı: 300 °C Tüp fırınlama Sıcaklığı: 250 °C Trap fırınlama Sıcaklığı: 250 °C Nem kontrol sistemi (MCS) fırınlama Sıcaklığı: 300 °C Taşıyıcı gaz (He) akışı: 40 ml/DK Taşıyıcı gaz (He) basıncı: 20 psi
<u>UOB Metodu</u>	Tüp desorb süresi: 3 dk Tüp desorb sıcaklığı: 225 °C Trap desorb süresi: 1 Trap fırınlama süresi: 15 dk
<u>Tüp Temizleme Metodu</u>	Ön temizleme süresi: 5 dk Tüp desorb süresi: 1 dk Tüp desorb sıcaklığı: 320 °C Trap desorb süresi: 1 dk Trap fırınlama süresi: 45 dk

Gaz kromatografi- Kütle spektroskopu (GC-MS) sisteminde kullanılan metotlar çizelge 3-4'te verilmiştir.

Çizelge 3-4 GC-MS ünitesinde kullanılan analiz metotları

GC (Agilent 6890N)			
<u>Çalışma Koşulları</u>	<u>Inlet</u> Splitless Toplam Akış: 45 ml/dk		
	<u>Fırın</u> Fırın Basamağı °C/dk Son Sıcaklık (°C) Kalış Süresi (dk)		
	Başlangıç	65	0
	1. Basamak	5 170	0
Son	10 220	5	
Taşıyıcı (He): 7 ml/dk Isıtıcı: 300 °C			
<u>Kullanılan Kolon</u>	DB-1 (Agilent J & W GC Columns, Part Number: 123-1063) ID: 0,32 mm, Length: 60 m, Film: 1µm Kolon Enjeksiyonu: 1µl		
<u>MS(Agilent 5975C)</u>	MS Source 230 °C MS Quad 150 °C		
<u>SIM Modu Ayarları</u>	<u>İyon</u>	<u>Molekül Ağırlığı</u>	<u>Gözlem Süresi</u>
	Hekzan	86,18	3,93
	1,2-dikloroetan	98,96	4,27
	Benzen	78,11	4,6
	Heptan	100,20	5,27
	Toluen	92,14	6,55
	Oktan	114,23	7,33
	Etilbenzen	106,17	8,73
	m,p-Ksilen	106,17	8,96
	Stiren	104,15	9,45
	o-Ksilen	106,17	9,61
	Nonan	128,26	9,99
	n-propilbenzen		
	1,2+1,4diklorobenzen	120,19	11,398
	n-butilbenzen	147,00	13,015
	Naftalin	134,22	13,183
		128,17	18,38

Çalışmada miktar tayini yapılması hedeflenen uçucu organik bileşikler, DWM-550, SAK-100-1 ve DWM-588-1 standartlarında bulunan aromatikler, alkanlar ve klorlu bileşiklerden oluşmaktadır. Çalışma kapsamında kullanılan aromatikler, alkanlar ve klorlu UOB'lerin özellikleri ile kalibrasyon çalışmaları sonucunda elde edilen korelasyon katsayıları Çizelge 3-5'te ve Çizelge 3-6'da verilmektedir.

Çizelge 3-5 Aromatik Hidrokarbon türlerinin özellikleri

IUOB Türü	CAS no	Kaynama noktası (°C)
benzen	71-43-2	80,1
toluen	108-88-3	110.6
etilbenzen	100-41-4	136
p-ksilen	106-42-3	138
m-ksilen	108-38-3	138-139
o-ksilen	95-47-6	144
stiren	100-42-5	145
n-propilbenzen	103-65-1	159
2-klorotoluen	95-49-8	159.3
1,4-diklorobenzen	106-46-7	174
1,2-diklorobenzen	95-50-1	179-180,5
n-butilbenzen	104-51-8	183
Naftalin	91-20-3	218

Çizelge 3-6 Alkan türlerinin özellikleri

Alkan Türü	CAS no	Kaynama noktası (°C)
Hekzan	110-54-3	63,0-71,0 °C
Heptan	000142-82-5	98,1 - 98,7 °C
Oktan	000111-65-9	125,1-126,1 °C
Nonan	000111-84-2	150,4 -151,0 °C

Tespit edilmesi hedeflenen aromatik UOB'lerden m-ksilen ve p-ksilen aynı moleküler ağırlığa sahiptirler ve bu nedenle kromatogram üzerinde üst üste çıkışarak aynı zamanda görülürler. Aynı pik üzerinde görülen bu iki bileşik tam olarak ayrılamadığından, tür bazında miktar tayinleri yapılamamıştır. Aynı durum 1,2-dikloro benzen ve 1,4-dikloro benzen için de geçerlidir.

3.2.2. Kalite Güvenliği ve Kalite Kontrolü

3.2.2.1. Sistem Kalibrasyonu ve Doğruluk Değerlerinin Belirlenmesi

TD-GC-MS sisteminin kalibrasyonu, 10 ng/μL, 20 ng/μL, 40 ng/μL, 60 ng/μL, 80 ng/μL, 100 ng/μL ve 200 ng/μL olarak hazırlanan yedi adet kalibrasyon standardının yukarıda verilen metot ile her birinin 1 μL hacminde yüklenmesi yapılmıştır. Her nokta 4 tekrar olarak çalışılmıştır. Kalibrasyon için hazırlanan standartların her bir UOB için geliş zamanı, kalibrasyon eğrilerine ait R² değerleri ve 100 ng/μL standart için ortalama ve doğruluk değeri Çizelge 3-7'de gösterilmektedir.

Çizelge 3-7 VOC standardı ile gerçekleştirilen GC-MS kalibrasyon parametreleri

UOB Türü	Geliş Zamanı (dak)	R ²	ortalama	Doğruluk
hekzan	3,93	0,999	101,02	+1,02
benzen	4,62	0,9993	97,02	-2,98
heptan	5,23	0,998	101,46	+1,46
toluen	6,38	0,9959	102,17	+2,17
oktan	7,28	0,999	100,56	+0,56
etilbenzen	8,67	0,9998	98,43	-1,57
m,p-ksilen	8,86	0,9998	100,11	+0,11
stiren	9,37	0,9997	99,83	-0,17
o-ksilen	9,53	0,9995	99,92	-0,08
nonan	9,92	0,999	100,77	+0,77
2-klorotoluen	11,24	0,9985	100,44	+0,44
n-propilbenzen	11,33	0,9993	98,98	-1,02
1,2+1,4-diklorobenzen	12,94	0,9994	97,14	-2,86
n-butilbenzen	14,45	0,9969	98,86	-1,14
naftalin	18,30	0,9948	101,00	+1,00

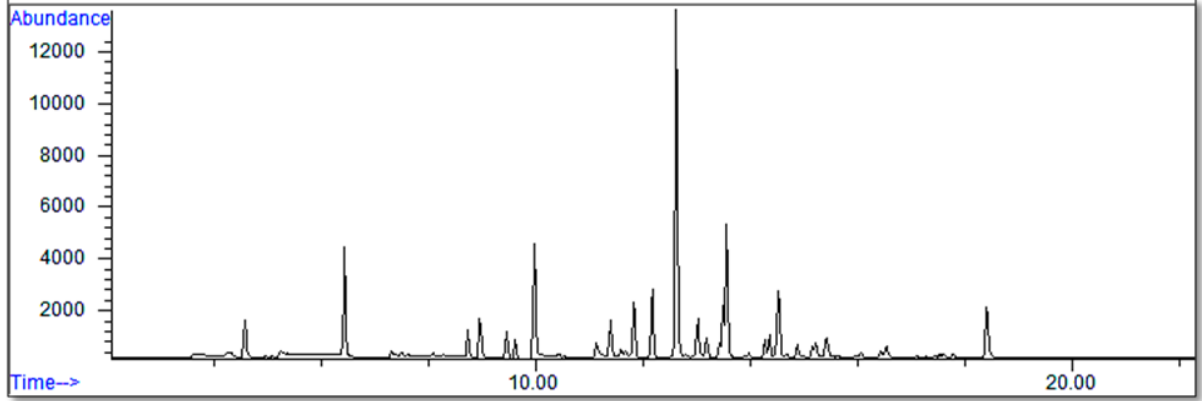
GC-MS'de daha hassas analizler yapabilmek için Seçilmiş İyon Monitorlama (SİM) modunda çalışılmıştır. Her bir UOB için ana iyon ve yardımcı (yan) iyonlar seçilmiştir. Seçilen zaman aralıkları ve bu aralıklarda gelen bileşiklere ait iyonlar Çizelge 3-8'te gösterilmektedir. SİM pencereleri oluşturulduktan sonra da UOB standardı kullanılarak kalibrasyon yapılmıştır.

Çizelge 3-8 VOC standardı ile hazırlanan kalibrasyon kullanılarak gerçekleştirilen analizler için düzenlenen SİM parametreleri

UOB Türü	Zaman Periyodu (dak)	İzlenen iyonlar (m/z)
1	0,00-3,93	57, 41, 56, 42
2	3,93-4,62	78, 77, 51
3	4,62-5,23	43, 41, 26, 57
4	5,23-6,38	91, 92, 65
5	6,38-7,28	57, 71, 85, 41
6	7,28-8,67	91, 106, 105
7	8,67-8,86	91, 106, 105
8	8,86-9,37	104, 103, 78
9	9,37-9,53	91, 106, 105
10	9,53-9,92	57, 71, 85, 41
11	9,92-11,24	91, 126, 128, 89
12	11,24-11,33	91, 120, 92
13	11,33-12,94	112, 77, 114, 51
14	12,94-14,45	91, 92, 134, 65
15	14,45-18,30	128, 127, 129, 102

3.2.2.2. Kör Örnek Değerleri

UOB örneklemede kullanılan termal olarak temizlenmiş tüplerin, laboratuvar ortamından kaynaklanabilecek kirlenmeye maruz kalıp kalmadığı ise laboratuvar kör numuneleri ile tespit edilmeye çalışılmıştır. Kör numunelerinden birine ait kromatogram Şekil 3-8'de verilmiştir.



Şekil 3-5 Kör numuneye ait kromatogram

Kör numunelerin ortalamaları ve standart sapma değerleri Çizelge 3-9'da verilmiştir.

Çizelge 3-9 Kör örneklere ait ortalama ve standart sapma değeri

Kör Numune	Ortalama	Standart Sapma
benzene	9,46E-03	1,41E-03
toluene	9,10E-03	1,37E-02
eth B	7,99E-03	4,15E-03
m+p-xylene	6,24E-03	4,91E-03
styrene	8,82E-03	1,21E-03
o-xylene	4,23E-03	4,56E-03
n-prop B	8,57E-03	4,99E-04
n-buth B	5,44E-03	4,72E-03
Naphthalene	1,43E-02	8,06E-03
hexane	3,79E-03	3,31E-04
heptane	2,43E-03	2,10E-03
octane	2,20E-03	1,36E-04
nonane	2,61E-03	1,31E-04
1,2+1,4-di cl benzene	2,49E-03	1,38E-03
2-cl Toluene	2,64E-04	7,40E-05

Aktif örneklemede taşınması ve örnekleme esnasında kapaklarından gerçekleşen hava sızmasına bağlı olarak oluşabilecek derişim etkisini ortadan

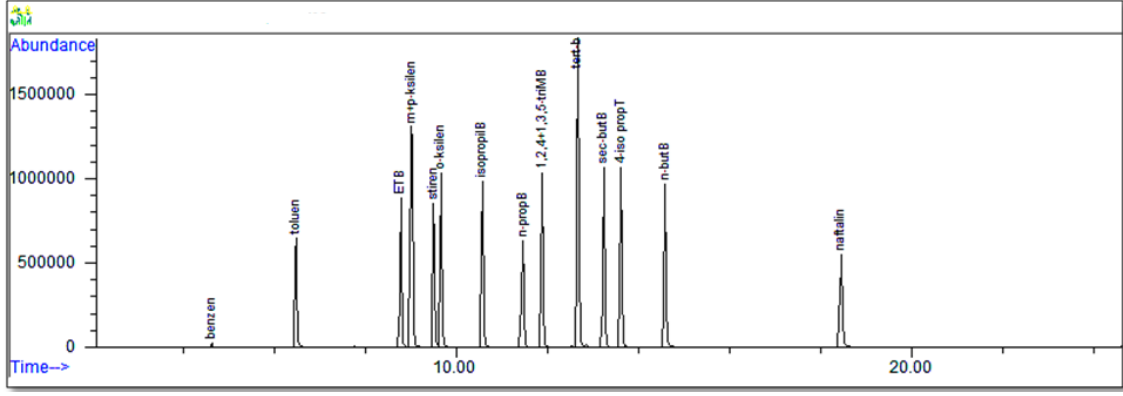
kaldırmak için, örnekleme süresinde aynı örnekleme noktasında aynı tüplerle ile iç ortamda kör örnekler alınmıştır.

UOB'ler için hesaplanan ortalama kalibrasyon kontrollerinin ardından bu bileşikler için GC-MS cihazının ölçüm limiti belirlenmiştir. Ölçüm limitini belirleyebilmek amacıyla cihazda her bileşik için Sinyal / Gürültü oranları hesaplanmış, daha sonra Sinyal / Gürültü oranının 3'e eşit olduğu derişimler belirlenmiştir. Bu noktalar UOB'ler için ölçüm limitlerini (LOD) vermektedir. LOQ değerleri ise kabul edilebilir doğrulukta ve tekrarlana bilirlikte ölçülebilen en düşük derişimler olarak ifade edilmekte, analitik olarak Sinyal / Gürültü oranının 10'a eşit olduğu derişimlerin belirlenmesiyle hesaplanmaktadır [116]. Hesaplanan, metot ölçüm limitleri (LOD) ve metot hesaplama limitleri (LOQ) Çizelge 3-10'da gösterilmektedir.

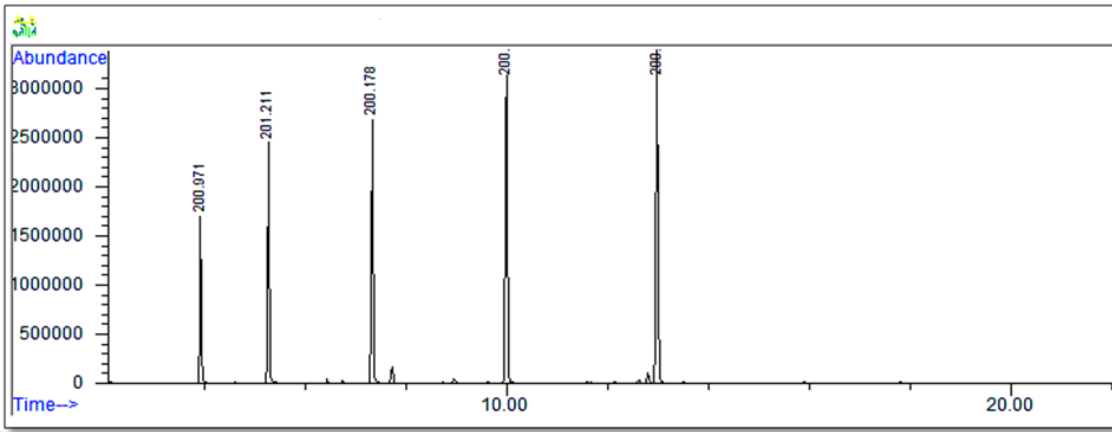
Çizelge 3-10 Hesaplanan (LOD) ve (LOQ)

UOB Türü	LOD ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	LOQ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Hekzan	0.005	0.0160
Benzen	0.160	0.56
Heptan	0.002	0.062
Toluen	0.324	0.985
Oktan	0.003	0.011
Etilbenzen	0.007	0.030
m,p-Ksilen	0.010	0.020
Stiren	0.040	0.120
o-Ksilen	0.005	0.018
Nonan	0.001	0.004
n-propilbenzen	0.020	0.080
n-butilbenzen	0.010	0.020
1,2+1,4-diklorobenzen	0.003	0.164
2-klorotoluen	0.050	0.080
Naftalin	0.009	0.003

UOB'lere ait kalibrasyon standart kromatogramı Şekil 3-5 ve Şekil 3-6'da verilmiştir. Kromatogramda, UOB türleri ve kromatogram üzerinde görülme zamanları yer almaktadır.

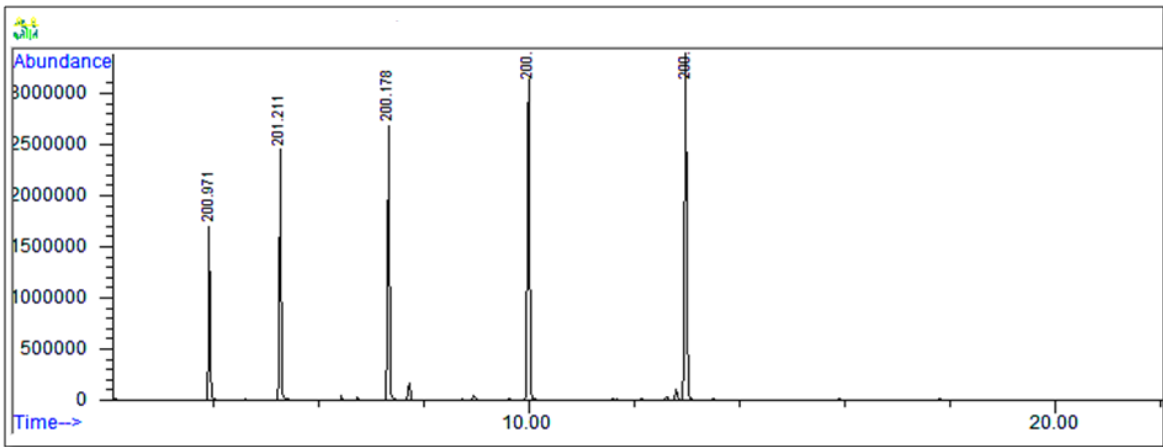


Şekil 3-6 UOB standardına ait kromatogram (Aromatik)



Şekil 3-7 UOB standardına ait kromatogram (Alkan)

Şekil 3-7'de iç ortamdan toplanan örneklere ait bir kromatogram verilmiştir.



Şekil 3-8 İç ortam hava örneğine ait kromatogram

3.3. Çevresel Faktörlerin Ölçülmesi

Örnekleme yapılan her ortamda örnekleme sırasında sıcaklık, bağıl nem ve CO₂ gibi çevresel parametrelerin ölçümleri de gerçekleştirilmiştir. Sıcaklık, bağıl nem ve CO₂ parametreleri tüm istasyonlarda, örnekleme süresince eş zamanlı olarak, bir saat boyunca, her 15 dakika 'da bir kaydedilmiştir. Bu amaçla kullanılan dijital HalTech HCO201 cihazı sıcaklık, bağıl nem ve CO₂ ölçümü için kullanılmıştır (Çizelge 3-11). Kullanılan cihazlar Şekil 3-9'da görünmektedir.

Çizelge 3-11 Dört dönem örnekleme ölçülen çevresel parametreler

		Çevresel Parametreler					
		CO ₂		Sıcaklık		Bağıl Nem	
Örnekleme dönemi	Ölçüm yapılan ortam sayısı	Dış ortam	İç ortam	Dış ortam	İç ortam	Dış ortam	İç ortam
I.	120	-	+	+	+	+	-
II.	94	-	+	+	+	+	+
III.	77	+	+	+	+	+	+
IV.	64	+	+	-	-	-	-
Toplam	355						



Şekil 3-9 sıcaklık, bağıl nem ve CO₂ ölçen cihaz

Şekil Çizelge 3-12 üç dönem boyunca ölçülen karbon dioksit (CO₂), sıcaklık ve bağıl nemin ortalamasını göstermektedir.

Çizelge 3-12 Üç dönem boyunca örneklemede ölçülen çevresel parametrelerin ortalaması

Parametreler	I. Dönem	II. Dönem	III. Dönem
CO2 (ppm)	944,04	973,20	468,18
Sıcaklık °C	20,56	21,77	13,41
Bağıl Nem %	57,90	54,86	51,53

3.4. Meteorolojik Parametreler

Ankara şehrinde Keçiören istasyonuna ait meteorolojik parametreleri alınmış ve örnekleme dönemlerine ait meteorolojik parametrelerin değişimleri de incelenmiştir. Meteorolojik parametrelerden örnekleme süresince görülen sıcaklık, bağıl nem, rüzgar hızı ve yağış miktarları Çizelge 3-13'te özetlenmiştir.

Örnekleme dönemlerinde gözlenen rüzgar yönlerine göre, tüm ölçüm dönemlerinde hakim olan rüzgar yönü kuzeydoğu olarak belirlenmiştir. Sıcaklık ortalamaları; I. ve III örnekleme döneminde 17,3 °C ve 20,5 °C, II. ve IV. örnekleme döneminde ise 6,0 °C ve 3,5°C düzeyindedir. Rüzgar hızları; I. ve III. dönemde 2,55 – 2,89 m/sn ile II. ve IV. döneme göre (2.06 m/s) daha yüksek olarak gözlenmiştir. Ortalama sıcaklıkların benzer olarak gözlendiği I. Ve III. Örnekleme dönemleri İlkbahar –yaz örnekleme, II. Ve IV. örnekleme dönemi ise sonbahar-kış dönemi olarak tanımlanmıştır.

Gönüllü ailelerin yerleşik adres dağılımı ve ana hakim rüzgar yönü Şekil 3-10 'de gösterilmektedir.

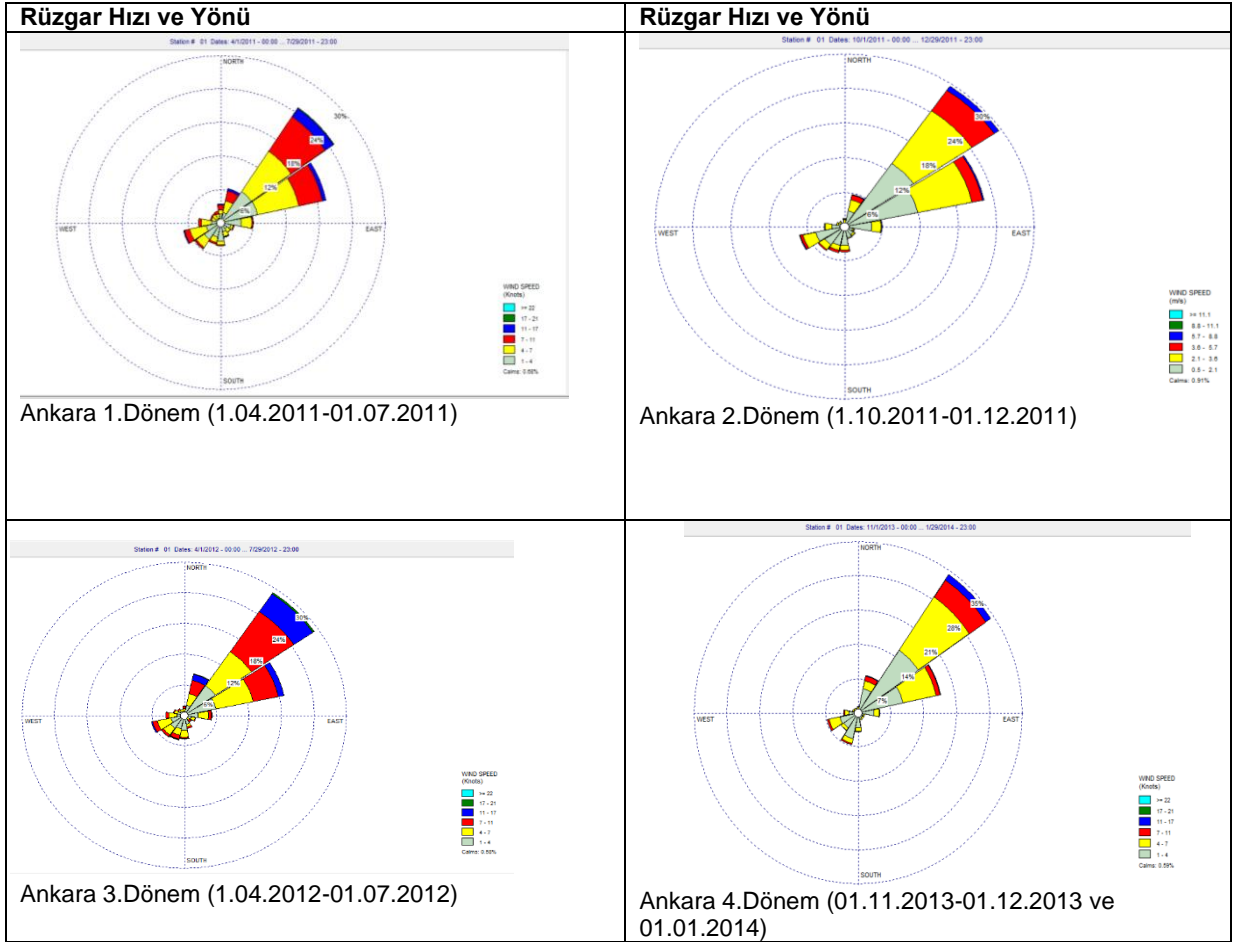
Çizelge 3-13 Örnekleme dönemlerinde gözlenen ortalama sıcaklık, bağıl nem, rüzgar hızı ve yağış miktarları

Ankara					
1.Dönem	Basınç (hPa)	Nem %	Sıcaklık (°C)	Rüzgar hızı m/s	Yağmur mm/sa
1.Dönem Nisan-Temmuz 2011	889.60	64.96	17.30	2.55	0.03
2.Dönem Ekim-Aralık 2011	918.12	71.24	6.05	2.06	0.01
3.Dönem Nisan-Temmuz 2012	911.66	47.61	20.54	2.86	0.02
4.Dönem Kasım 2013- Ocak 2014	917.70	70.90	3.52	2.06	0.01



Şekil 3-10 Adres dağılımı ve ana hakim rüzgar yönü

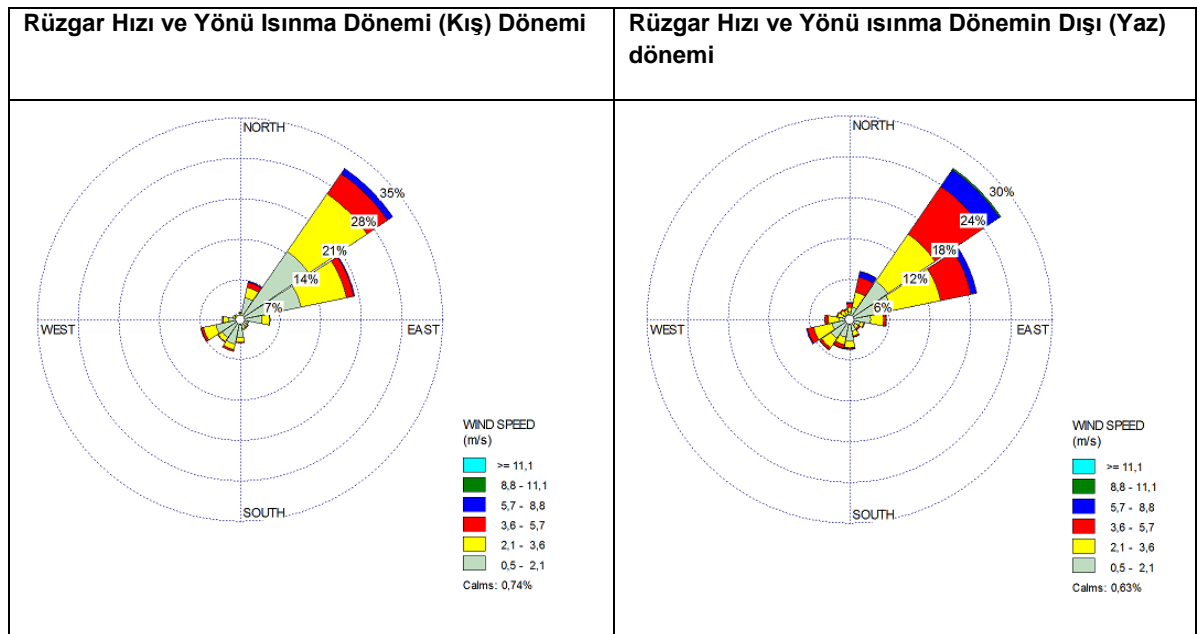
Şekil 3-11’de farklı örnekleme dönemlerine ait rüzgar gülleri gösterilmiştir.



Şekil 3-11 Ankara bölgesinde örnekleme dönemlerine ait WRLPLOT ile hazırlanan rüzgar gülleri

Rüzgar hızı sonbahar-kış döneminde ortalama 2,06 m/s olarak ölçülmüştür. Isınma döneminde alınan toplam saatlik 4370 veriden 1399'unun kuzeydoğu yönünden, 301'inin kuzey- kuzeydoğu, 889'unun doğu-kuzeydoğudan, 231'inin batı-güneybatıdan, 252'sinin güney-güneybatı, 212'sinin güneybatıdan ve 311'inin batı-güneybatı yönünden estiği görülmektedir. Kış döneminde ana hakim rüzgar yönü kuzeydoğudur ().

Rüzgar hızı ilkbahar-yaz döneminde ise ortalama 2,70 m/s görülmüştür. Yaz döneminde alınan toplam 5782 veriden 427'sinin kuzey-kuzeydoğu yönünden, 1570'inin kuzeydoğu yönünden, 1118'inin doğu-kuzeydoğu yönünden, 322'sinin doğu yönünden, 261'inin güney-güneydoğu yönünden, 262'sinin güney-güneybatı yönünden, 320'sinin güneydoğu yönünden, 384'ünün güneybatı yönünden ve 219'unun doğu yönünden estiği görülmektedir. Yaz döneminde de ana hakim rüzgar yönü kuzeydoğudur ().



Şekil 3-12 Ankara bölgesinde kış ve yaz dönemlerine ait WRLPLOT ile hazırlanan rüzgargülleri

3.5. Verilerin Değerlendirilmesi Ve Uygulanan İstatistiksel Analiz Yöntemleri

Tez alışması süresince alınan tüm ölçüm sonuçlarının değerlendirilmesi aşamasında, Statgraphics XV. I istatistik paket programı kullanılmıştır. Verilerin değerlendirilmesi genel olarak %95 güven aralığında yapılmıştır. Verilerin değerlendirilmesi aşamasında; kutu grafikleri, Spearman rank korelasyonu, faktör analizi, ANOVA, MANOVA ve regresyon analizleri bu program kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

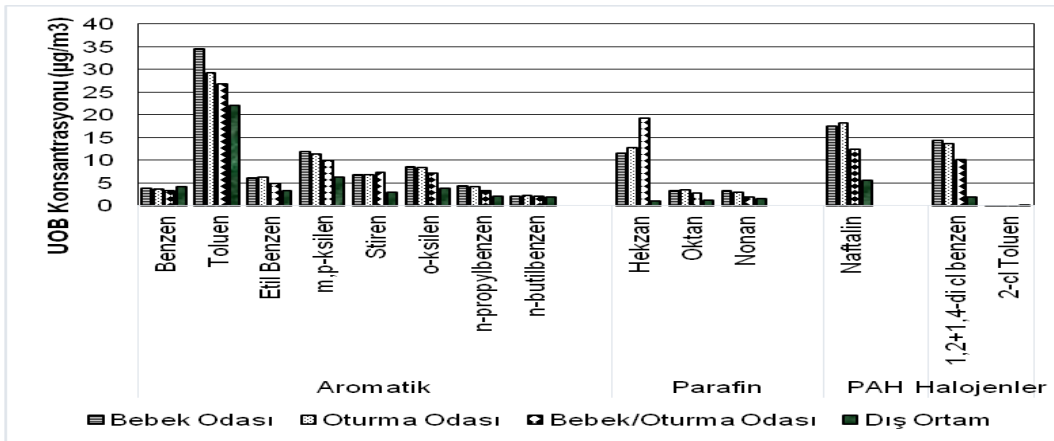
4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

4.1. UOB Sonuçları

UOB örneklemeleri; dört örnekleme dönemi boyunca bebeklerin uydukları oda ve uykuda olmadıkları zamanlarda en çok buldukları iki farklı iç ortam ile binanın dışındaki ortamda eş zamanlı olarak gerçekleştirilmiştir. İç ve dış ortamdaki örnekleme noktalarında ölçülen UOB türlerinin, kaynakları ve ortalama düzeyleri hakkında yapılan değerlendirmeler aşağıda verilmektedir.

4.2. İç ve Dış Ortam UOB Sonuçları

Tüm örnekleme dönemleri süresince ölçümü yapılan toplam 355 ölçümün; bebek odası, oturma odası veya ayrı oda bulunmayan evlerde bebek ve oturma odasının ortak olduğu ortamlarda gözlenen UOB konsantrasyonları Çizelge 4-2'de verilmiştir. Farklı UOB bileşiklerinin ev içi ve dışı ortamlarında ölçülen ortalama düzeyleri Şekil 4-1'de gösterilmektedir. Şekil 4-1'e göre, UOB'ler içinde en yüksek konsantrasyona sahip bileşikler; oturma odasında benzen, toluen ve naftalin, oturma ve bebek odası aynı olan evlerde ise 1,2+1,4-diklorobenzen olarak ölçülmüştür.



Şekil 4-1 İç ve Dış Ortam Örnekleme UOB Sonucu Grafiği

İç ortam UOB kirletici konsantrasyonlarının standart sapmalarının, ortalamalarından daha büyük olduğu görülmektedir. Literatürdeki çalışmalarda; standart sapma değeri yüksek olan veri setleri normal dağılıma uymadıklarından, bu veri setlerinde ortalama eğilimi tanımlamak için ortanca (medyan) veya geometrik ortalamanın kullanılması önerilmektedir [117].

Bu çalışmada, iç ortamda ölçülen uçucu organik bileşikler için belirlenen dağılım parametreleri (Skewness, Kurtosis, Shapiro-Wilk, P-Değeri ve dağılım türleri) Çizelge 4-1'de verilmiştir. Çevresel çalışmalarda kullanılan dağılım türleri, genellikle normal ve lognormal dağılım türleridir. Veri setinin ortalama noktası çevresindeki dağılımın simetrisi, skewness değerine göre belirlenir. Pozitif skewness değeri, dağılımın pozitif değerlere doğru asimetric bir yönelime sahip olduğunu, negatif skewness değeri ise dağılımın negatif değerlere doğru asimetric yönelimde olduğunu gösterir. Kurtosis değeri dağılımın merkezindeki yoğunluğu belirler. Shapiro-Wilk testi, dağılım türünün normal olup olmadığını göstermek için sıklıkla kullanılan bir testtir. Test sonucunda p değeri <0.05 ise, dağılımın normal olmadığı sonucuna varılır. Bu çalışmadan elde edilen verilere dağılım testi yapılmış ve UOB bileşiklerinin lognormal dağılıma uyduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4-1).

Çizelge 4-1 UOB'lerin dağılım parametreleri

İç Ortam	Skewness	Kurtosis	Shapiro-Wilk P-Değeri	Dağılım türü
Aromatik				
Benzen	52,22	168,01	0.00	Lognormal
Toluen	37,73	96,72	0.00	Lognormal
Etil Benzen	45,26	135,55	0.00	Lognormal
m,p-ksilen	75,86	425,73	0.00	Lognormal
Stiren	50,14	179,96	0.00	Lognormal
o-ksilen	41,18	122,04	0.00	Lognormal
n-propylbenzen	60,95	260,52	0.00	Lognormal
n-butylbenzen	104,90	717,76	0.00	Lognormal
<i>Parafin</i>				
Hekzan	67,37	239,89	0.00	Lognormal
Oktan	27,92	46,77	0.00	Lognormal
Nonan	64,18	270,26	0.00	Lognormal
<i>Poli Aromatik Hidrokarbon</i>				
Naftalin	53,52	185,18	0.00	Lognormal
Halojenler				
1,2+1,4-di cl benzen	93,01	521,15	0.00	Lognormal
2-cl Toluen	108,69	712,97	0.00	Lognormal
TUOB	28,68	57,12	0.00	Lognormal

4.3. Farklı İç Ortamlarda Ölçülen UOB'lerin Karşılaştırılması

Çizelge 4-2 ve Çizelge 4-3 incelendiğinde kirletici ortalama konsantrasyonu, İç ve dış ortam mekanlarına bakıldığında, oturma odasında; n-butylbenzen $2,25 \mu\text{g.m}^{-3}$, oktan $3,53 \mu\text{g.m}^{-3}$ ve naftalin $18,20 \mu\text{g.m}^{-3}$, bebek odasında ise benzen $3,92 \mu\text{g.m}^{-3}$, toluen $34,54 \mu\text{g.m}^{-3}$, m-p-ksilen $11,84 \mu\text{g.m}^{-3}$, o-ksilen $8,59 \mu\text{g.m}^{-3}$ ve 1,2+1,4-dikloro benzen $14,34 \mu\text{g.m}^{-3}$, bebek-oturma odaları aynı olan evlerde stiren $7,34 \mu\text{g.m}^{-3}$, hekzan $19,30 \mu\text{g.m}^{-3}$ ve TUOB'lerin ortalaması bebek odalarında $131,59 \mu\text{g.m}^{-3}$ ile yüksek konsantrasyon değerlerine ulaşmıştır. Dış ortamda yapılan ölçümlerde, UOB'lerin ortalama konsantrasyonları iç ortamlara göre daha düşük düzeyde ölçülmüştür.

Çizelge 4-2 Evlerin; oturma odası, bebek odası ve oturma bebek odaları aynı olan iç ortalarında yapılan UOB ölçüm sonuçları

Örnekleme	Örnek sayısı	Bebek $\mu\text{g}/\text{m}^3$				Örnek sayısı	Oturma $\mu\text{g}/\text{m}^3$				Örnek sayısı	Bebek-Oturma $\mu\text{g}/\text{m}^3$			
		Ortalama \pm **SD	*Min	*Mak	*Med		Ortalama \pm **SD	*Min	*Mak	*Med		Ortalama \pm **SD	*Min	*Mak	*Med
<i>Aromatik</i>															
Benzen	293	3,92 \pm 7,00	0,03	54,94	2,06	293	3,66 \pm 7,29	0,02	73,54	1,96	61	3,23 \pm 4,90	0,05	24,99	1,74
Toluen	293	34,54 \pm 50,12	0,14	300,27	13,94	293	29,32 \pm 44,39	0,06	450,99	14,21	61	26,80 \pm 56	0,05	383,59	9,53
Etil Benzen	293	6,17 \pm 8,61	0,01	79,3	3,89	293	6,32 \pm 8,21	0,01	68,05	4,19	61	4,81 \pm 5,67	0,01	32,99	3,34
m,p-ksilen	293	11,84 \pm 20,95	0,08	268,05	7,23	293	11,37 \pm 15,61	0,04	175,62	7,22	61	10,00 \pm 11,66	0,04	60,11	5,75
Stiren	293	6,84 \pm 11,25	0,05	121,08	2,92	293	6,82 \pm 9,71	0,01	85,6	3,35	61	7,34 \pm 11,82	0,03	81,48	3,27
o-ksilen	293	8,59 \pm 11,53	0,05	108,16	6,02	293	8,43 \pm 9,56	0,02	72,17	5,6	61	7,17 \pm 8,32	0,02	42,83	4,37
n-propylbenzen	293	4,40 \pm 6,68	0,01	78,52	2,44	293	4,17 \pm 6,03	0,01	48,93	2,54	61	3,23 \pm 3,18	0,02	17,26	2,60
n-butylbenzen	293	2,06 \pm 2,62	0,01	28,33	2,03	293	2,25 \pm 4,09	0,01	59,34	2,10	61	2,14 \pm 3,40	0,03	26,72	2,12
<i>Parafin</i>															
Hekzan	293	11,49 \pm 48,07	0,02	482,66	0,84	293	12,73 \pm 49,30	0,02	441,63	0,84	61	19,30 \pm 53,70	0,02	326,56	0,84
Oktan	293	3,38 \pm 4,62	0,2	27,96	1,06	293	3,53 \pm 5,12	0,12	34,02	1,03	61	2,71 \pm 3,96	0,21	16,78	0,89
Nonan	293	3,31 \pm 6,97	0,02	67,19	1,11	293	2,94 \pm 4,72	0,03	43,35	1,13	61	1,98 \pm 3,03	0,04	18,45	0,83
<i>Poli Aromatik Hidrokarbon</i>															
Naftalin	293	17,51 \pm 30,48	0,01	204,20	6,35	293	18,20 \pm 38,36	0,05	392,65	6,88	61	12,45 \pm 31,92	0,02	239,16	4,14
<i>Halojenler</i>															
1,2+1,4-di cl benzen	292	14,34 \pm 57,07	0,07	757,21	1,33	293	13,59 \pm 53,68	0,1	668,87	1,59	61	10,23 \pm 34,65	0,19	255,69	1,17
2-cl Toluen	293	0,36 \pm 1,26	0,05	16,38	0,14	293	0,34 \pm 0,76	0,05	6,84	0,16	61	0,25 \pm 0,25	0,05	1,37	0,18
TUOB	293	131,59 \pm 133,43	5,41	1023,3	95,91	293	125,79 \pm 115,39	4,21	741,35	90,97	61	114,17 \pm 142,0	3,95	870,09	66,23

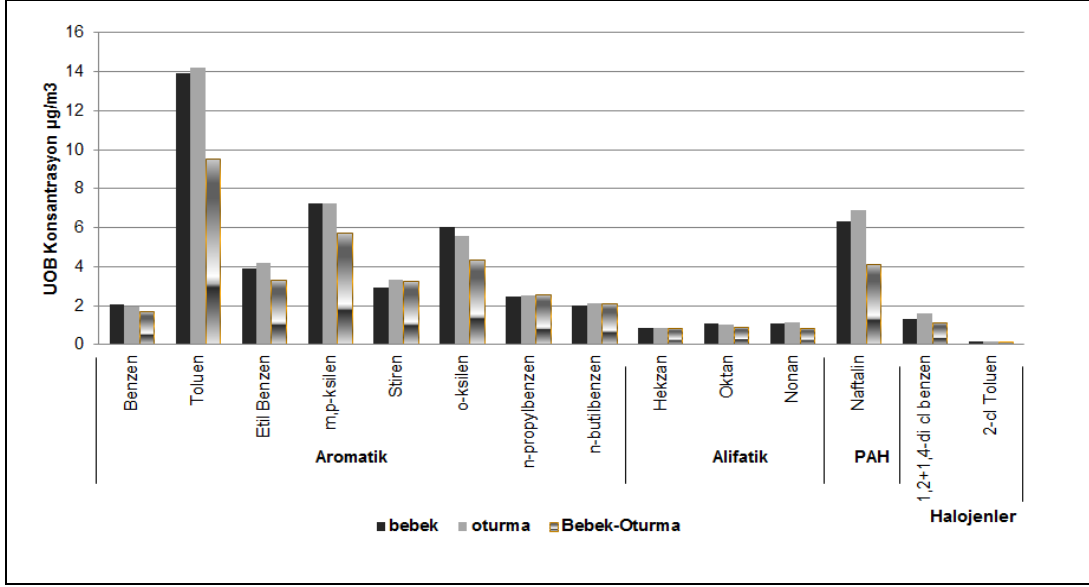
*Min (minimum), Mak (Maksimum), Med (Medyan), **SD (Standart Sapma)

Çizelge 4-3 Dört döneme ait dış ortam UOB oranları

Örnekleme	Örnek sayısı	Dış Ortam $\mu\text{g}/\text{m}^3$			
		Ortalama \pm Sd	Min	Mak	Medyan
	N				
<i>Aromatik</i>					
Benzen	355	4,13 \pm 9,71	0,02	94,17	1,88
Toluen	355	22,05 \pm 51,36	0,01	392,16	6,05
Etil Benzen	355	3,37 \pm 4,52	0,02	49,38	2,09
M,P-Ksilen	355	6,36 \pm 9,04	0,02	74,00	3,25
Stiren	355	2,87 \pm 5,04	0,04	54,13	1,74
O-Ksilen	355	3,86 \pm 5,35	0,02	43,61	2,05
N-Propylbenzen	355	2,04 \pm 2,22	0,01	22,20	1,66
N-Butilbenzen	355	1,97 \pm 3,99	0,01	44,61	1,65
<i>Parafin</i>					
Hekzan	355	1,03 \pm 8,14	0,01	26,28	0,82
Oktan	355	1,20 \pm 2,25	0,02	15,39	0,60
Nonan	355	1,57 \pm 1,58	0,01	20,86	0,76
<i>Poli Aromatik Hidrokarbon</i>					
Naftalin	355	5,50 \pm 2,35	0,01	72,95	3,12
Halojenler					
1,2+1,4-Di Cl Benzen	355	1,85 \pm 13,62	0,01	227,47	0,44
2-Cl Toluen	355	0,13 \pm 0,13	0,02	0,82	0,09
TUOB	355	58,72 \pm 78,33	3,24	684,38	34,76

Çizelge 4-2'de görüldüğü gibi; parafin, olefin ve aromatik bileşiklerin yanı sıra halojenli bileşikler çoğu örnekte, ölçüm limitlerinin üzerinde analiz edilmiş ve yüksek konsantrasyona sahip kirleticiler arasında yer almaktadır. Örneklerin analizinde ayrıca, en düşük halka sayılı poliaromatik hidrokarbon olan naftaline de rastlanmıştır. Seçilen bileşiklerdeki bu çeşitlilik, aşağıdaki bölümlerde detaylı olarak tartışılacağı gibi, UOB'lerin iç mekanlardaki kaynak çeşitliliğine de işaret etmektedir.

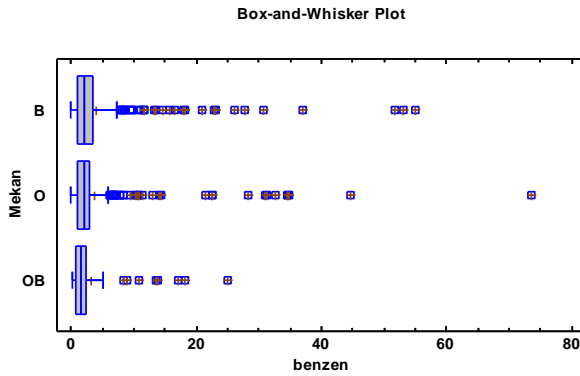
UOB'lerin medyan değerlerine göre, bebek odasında ölçülen en yüksek konsantrasyonlar; benzen, m,p,o-ksilen, oturma odasında ölçülen en yüksek konsantrasyonlar; toluen, stiren, 1,2+1,4-diklorobenzen, naftalin , oturma-bebek odasındaki en yüksek konsantrasyon ise n-butilbenzen ve n-propilbenzene aittir (Şekil 4-2).



Şekil 4-2 İç Mekan UOB Konstrasyonlarının Karşılaştırması

Farklı İç Ortamlarda Benzen Konstrasyonlarının Karşılaştırılması

Yapılan örneklemelemlere göre iç ortamlar arasında en yüksek benzen medyan değeri $2,06 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ile bebek odasında, en düşük benzen konstrasyonu ise $1,74 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ile oturma-bebek odasında ölçülmüştür. Oturma odasında gözlenen benzen medyan değeri ise $1,96 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ 'dir. Çalışma sırasında gözlenen en yüksek benzen konstrasyonu $73,54 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ile oturma odasında gözlenmiş, en düşük benzen konstrasyonu ise yine oturma odasında $0,02 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ olarak ölçülmüştür (Şekil 4-3). Bebek odalarında gözlenen yüksek benzen ortalama değeri, eksik havalandırma yapılması, yeni boyama yapılması, yeni eşya alınması sonucu gözlenmiştir.

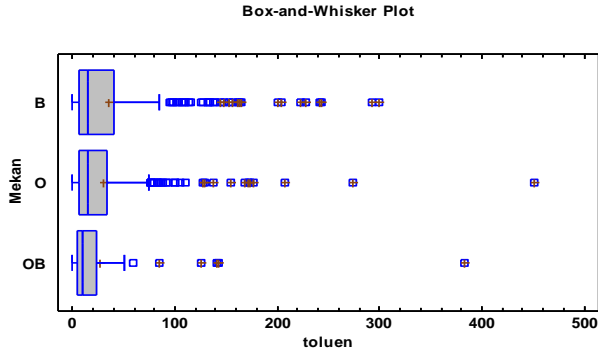


Şekil 4-3 Farklı İç Ortamlarda Benzenin Karşılaştırması

(O: oturma odası, B: bebek odası, BO: oturma-bebek odası)

Farklı İç Ortamlarda Toluen Konsantrasyonlarının Karşılaştırılması

Üç farklı iç ortamın kıyaslanması sonucu en yüksek toluen medyan değeri 14,21 $\mu\text{g.m}^{-3}$ ile oturma odalarında, en düşük ise 9,53 $\mu\text{g.m}^{-3}$ ile bebek-oturma odası aynı (OB) olan evlerde ölçülmüştür. İç ortamlar arasında gözlenen en yüksek toluen konsantrasyonu 34,54 $\mu\text{g.m}^{-3}$ düzeyi ile bebek odasında ölçülmüştür (Şekil 4-4). Toluen yapıştırıcılardan, boya, temizlik malzemelerinden ve trafikten kaynaklanabilir. Bebek odaların yeni boyanması, yeni eşyaların alınması ve sürekli temizleme yapılması sonucu toluen yüksek ölçülmüştür.

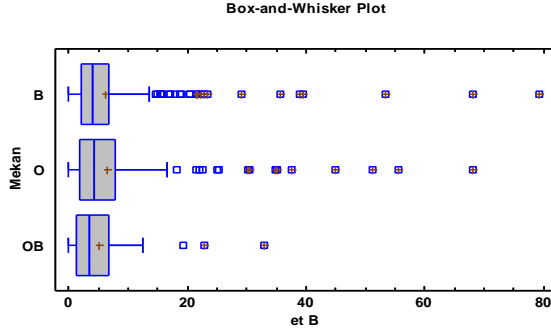


Şekil 4-4 İç Ortamlarda Toluenin Karşılaştırması

(O: oturma odası, B: bebek odası, BO: oturma-bebek odası)

Farklı İç Ortamlarda Etilbenzen Konsantrasyonlarının Karşılaştırılması

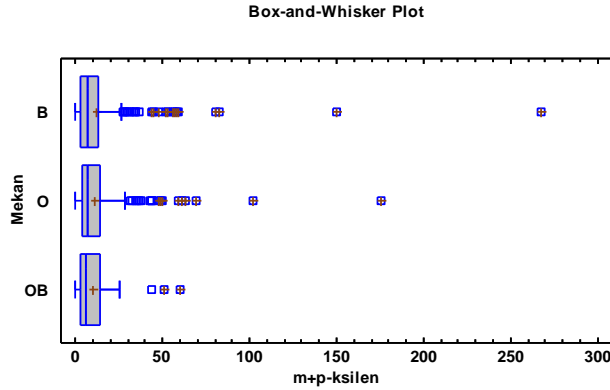
Etilbenzenin medyan değerini karşılaştırılma sonucu en yüksek değer 4,19 $\mu\text{g.m}^{-3}$ oturma odasında ölçülmüştür. Bebek odasında gözlenen etilbenzen medyan değeri 3,89 $\mu\text{g/m}^3$ iken, oturma-bebek odalarında 3,34 $\mu\text{g.m}^{-3}$ 'dir. Çalışma sırasında gözlenen en yüksek etilbenzen konsantrasyonu 79,3 $\mu\text{g/m}^3$ ile bebek odasında gözlenmiştir (Şekil 4-5). İç ortamlarda ölçülen etilbenzen düzeyleri bebek ve oturma odasında benzer düzeydeyken, bebek-oturma odası birlikte kullanılan ortamlarda daha düşük düzeyde gözlenmiştir.



Şekil 4-5 İç Ortamlarda Etil Benzenin Karşılaştırması
(O: oturma odası, B: bebek odası, BO: oturma-bebek odası)

Farklı İç Ortamlarda m,p -Ksilenin Konsantrasyonlarının Karşılaştırılması

Bebek ve oturma odalarında m,p-ksilen medyan değerleri $7,22$ ve $7,23 \mu\text{g.m}^{-3}$ düzeyinde ölçülmüştür. Oturma-bebek odası aynı olan evlerde gözlenen m,p-ksilen medyan değeri $5,75 \mu\text{g.m}^{-3}$ ile bebek ve oturma odasından daha düşük olarak gözlenmiştir (Şekil 4-6). Ölçüm yapılan iç ortamlar arasında ksilen değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir.

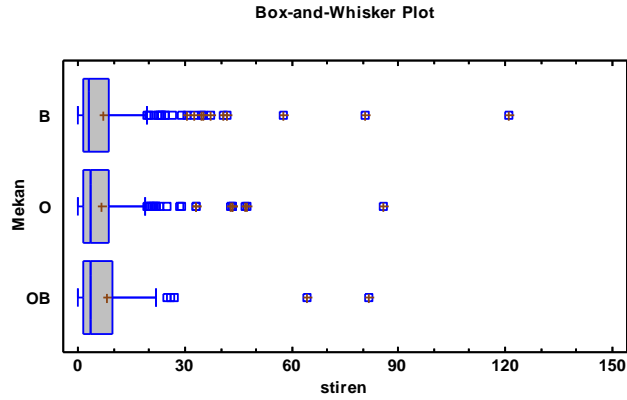


Şekil 4-6 İç Ortamlarda m,p-Ksilen Karşılaştırması
(O: oturma odası, B: bebek odası, BO: oturma-bebek odası)

Farklı İç Ortamlarda Stiren Konsantrasyonlarının Karşılaştırılması

Oturma odasında stirenin medyan konsantrasyonu $3,35 \mu\text{g.m}^{-3}$ iken, bebek odasında $2,92 \mu\text{g.m}^{-3}$ olarak ölçülmüştür. İç ortam ölçümleri sırasında gözlenen en yüksek stiren $121,08 \mu\text{g.m}^{-3}$ ile bebek odasında gözlenmiştir (Şekil 4-7). İç ortamlarda ölçülen stiren düzeyleri oturma-bebek ve oturma odasında benzer

düzeydeyken, bebek odasında daha düşük düzeyde gözlenmiştir. Stiren yeni döşemelerden ve kumaşlardan kaynaklanabilir.

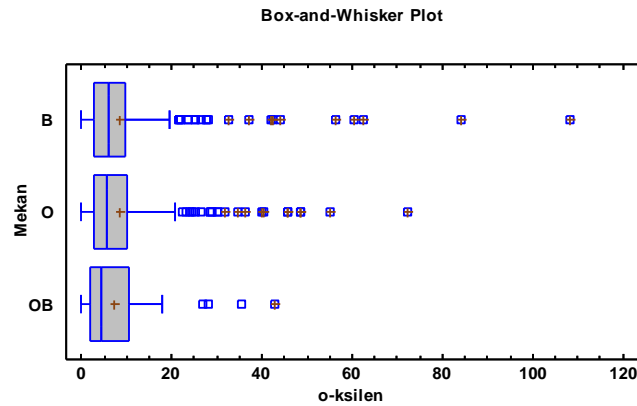


Şekil 4-7 İç Ortamlarda Stiren Karşılaştırması

(O: oturma odası, B: bebek odası, BO: oturma-bebek odası)

Örneklemede İç Ortamlarda o -Ksilenin Karşılaştırması

Üç farklı iç ortamın kıyaslanması sonucu en yüksek o-ksilen medyan değeri 6,02 $\mu\text{g.m}^{-3}$ ile bebek odalarında, en düşük ise 4,37 $\mu\text{g.m}^{-3}$ ile bebek-oturma odası aynı (OB) olan evlerde ölçülmüştür. İç ortamlar arasında gözlenen en yüksek o-ksilen konsantrasyonu 108,16 $\mu\text{g.m}^{-3}$ düzeyi ile bebek odasında ölçülmüştür (Şekil 4-8). İç ortamda gözlenen m,p,o-ksilen bileşiklerinin trafik emisyonları dışında ana kaynakları, yer kaplama malzemeleri, boya uygulaması ve ısıtma sistemleridir.

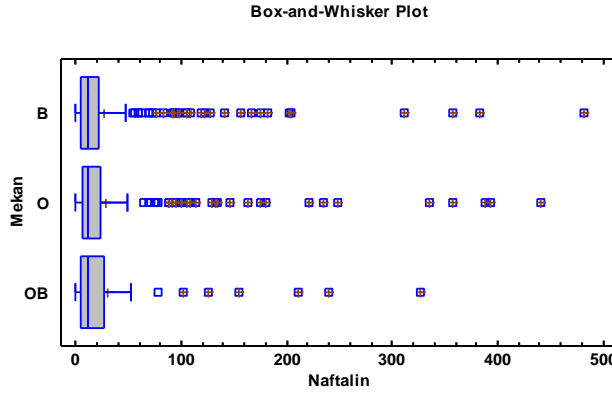


Şekil 4-8 İç Ortamlarda o-Ksilen Karşılaştırması

(O: oturma odası, B: bebek odası, BO: oturma-bebek odası)

Farklı İç Ortamlarda Naftalin Konsantrasyonlarının Karşılaştırılması

Naftalinin medyan konsantrasyonları ; oturma odasında 6,88 $\mu\text{g.m}^{-3}$, bebek odasında 6,35 $\mu\text{g/m}^3$ ve oturma-bebek odasında 4,14 $\mu\text{g.m}^{-3}$ olarak ölçülmüştür (Şekil 4-9). İç ortam ölçüm çalışmaları sırasında oldukça yüksek düzeyde naftalin ölçümleri yapılmıştır. En yüksek naftalin konsantrasyonu 482,66 $\mu\text{g/m}^3$ ile sonbahar-kış döneminde bebek odasında gözlenmiştir. Naftalin güve toplardan, kömür ve odunun yakmasından, yer kaplama tipi lamine parkeden kaynaklanabilir.

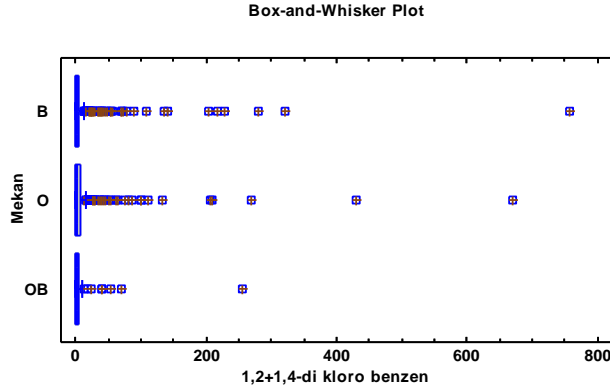


Şekil 4-9 İç Ortamlarda Naftalin Karşılaştırması

(O: oturma odası, B: bebek odası, BO: oturma-bebek odası)

Farklı İç Ortamlarda 1,2+1,4-di kloro benzen Konsantrasyonlarının Karşılaştırılması

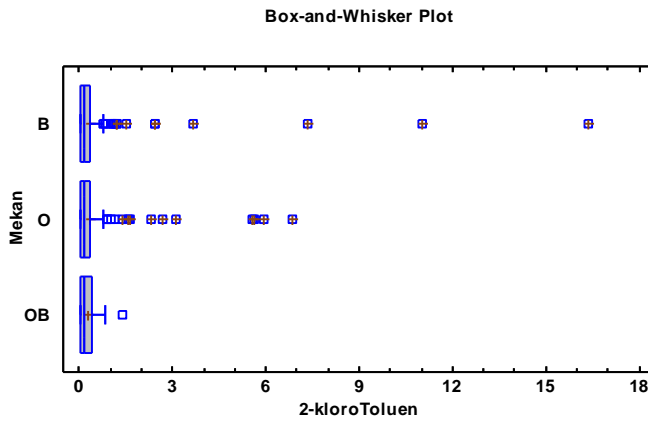
Üç ortamın kıyaslamasına sonucu 1,2+1,4-di klorobenzen medyan değeri; oturma odalarında 1,59 $\mu\text{g/m}^3$; bebek odalarında 1,33 $\mu\text{g.m}^{-3}$, oturma-bebek odalarında ise 1,17 $\mu\text{g/m}^3$ düzeyinde ve birbirlerine benzer olduğu görülmektedir (Şekil 4-10). Klorlu bileşiklerin iç ortamda ana kaynağı temizlik malzemeleridir. Çalışma sırasında gözlenen en yüksek 1,2+1,4-di klorobenzen konsantrasyonu (757,21 $\mu\text{g.m}^{-3}$), sonbahar-kış mevsiminde bebek odasında ölçülmüştür. Özellikle oturma ve bebek odalarında klorlu temizlik malzemeleri ile temizlendikten sonra yeterli havalandırma yapılmadığında klorlu bileşikler yüksek düzeyde tespit edilmektedir.



Şekil 4-10 İç Ortamlarda 1,2+1,4-di kloro benzen Karşılaştırması
(O: oturma odası, B: bebek odası, BO: oturma-bebek odası)

Farklı İç Ortamlarda 2-kloro Toluen Konsantrasyonlarının Karşılaştırılması

Her ne kadar, yüksek düzeyde 2-kloro tolüen değerleri sıklıkla bebek odasında gözlenmiş olsa da, üç ortam içinde en yüksek 2-kloro tolüen medyan değeri $0,18 \mu\text{g.m}^{-3}$ ile oturma-bebek odasında ölçülmüştür (Şekil 4-11). Bebek ve oturma odasında ölçülen 2-klorotolüen medyan değeri sırasıyla $0,14$ ve $0,16 \mu\text{g.m}^{-3}$ 'dir. İç ortamda 2-kloro tolüen, koku giderici spreylerden, temizlik malzemelerinden kaynaklanabilmektedir.



Şekil 4-11 İç Ortamlarda 2-Kloro Toluen Karşılaştırması
(O: oturma odası, B: bebek odası, BO: oturma-bebek odası)

4.4. Örneklemeye Dönemlerinde Ölçülen UOB Konsantrasyonları

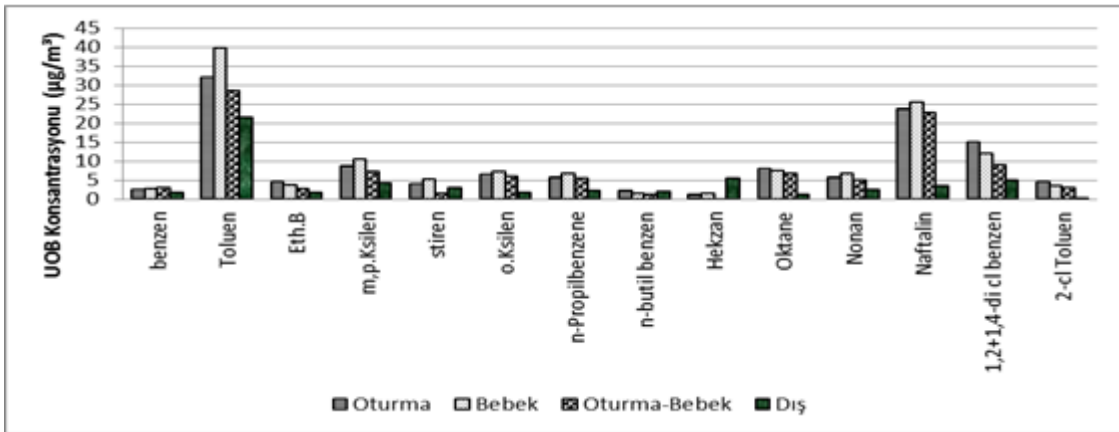
Bebeklerin doğumundan önce başlayıp 2 yaşlarına geldiği dönemde toplamda 4 kez örneklemeye yapılmıştır. Örneklemelerin ilki ve üçüncüsü ilkbahar-yaz döneminde, ikinci ve dördüncüsü ise sonbahar-kış döneminde gerçekleştirilmiştir. Her bir örneklemeye döneminde elde edilen iç ve dış ortam UOB konsantrasyonları aşağıdaki bölümde değerlendirilmiştir.

4.4.1. I. Örneklemeye Dönemi UOB Ölçüm Sonuçları: 20.04-26.07.2011

Birinci örneklemeye dönemi 20 Nisan–26 Temmuz 2011 tarihleri arasında, örneklemeye grubundaki bebeklerin büyük bir kısmı henüz doğmamışken gerçekleştirilmiştir. Seçilen dokuz farklı UOB için birinci örneklemeye dönemine ait konsantrasyonlar Şekil 4-12’de verilmektedir. İç ortam ölçümlerinin medyan, minimum ve maksimum değerleri ile iç ortam ile eş zamanlı olarak örneklenen dış ortam ölçüm sonuçları kullanılarak elde edilen iç ve dış ortam medyan konsantrasyon oranları da Çizelge 4-4’te yer almaktadır.

Bu çalışmada kullanılan uçucu organik bileşik (UOB) örnekleri; üç farklı iç ortam ile bu iç ortamların hemen dışındaki dış ortam örneklemeye noktalarından alınmıştır.

Şekil 4-12’ye göre; toluen, naftalin ve m,p-ksilen tüm ortamlarda en yüksek konsantrasyona sahiptir. İlkbahar-yaz mevsiminde yapılan UOB iç ortam ölçümlerinin sonuçları, şekil 4-13’te karşılaştırılmıştır.

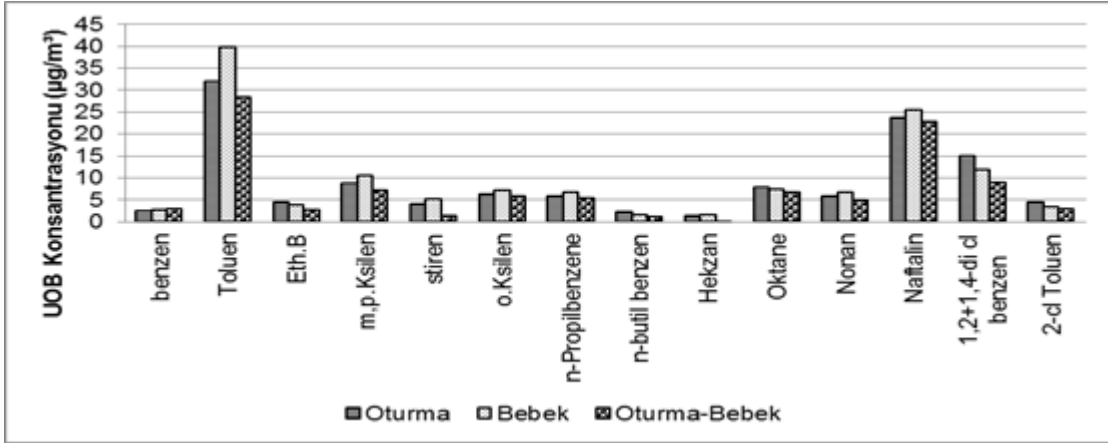


Şekil 4-12 Birinci Örneklemeye Dönemi UOB konsantrasyonları

I. Örneklemeye Dönemi İç Mekan Ölçümlerinin Karşılaştırılması ve Sonuçları

İlkbahar-Yaz mevsiminde toluen, naftalin, m,p-ksilen, o-ksilen ve nonan bileşikleri UOB içerisinde en yüksek ortalama konsantrasyona sahiptir ve en yüksek

değerlerine bebek odalarında ulaşılmıştır. Genel olarak ilkbahar-yaz mevsimi örneklemelerinde bebek-oturma odaları (aynı olan) odalar en temiz iç Mekanlardır (Şekil 4-13).



Şekil 4-13 Birinci Dönem İç Mekan Ölçümlerinin Karşılaştırılması

Çizelge 4-4'e göre, I. dönemde alınan örneklerdeki en yüksek kirletici konsantrasyonları; dış ortamda 296,18 $\mu\text{g.m}^{-3}$ ile toluen, oturma odalarında 450,99 $\mu\text{g.m}^{-3}$ ile toluen, 392.65 $\mu\text{g.m}^{-3}$ ile naftalin ve 175.62 $\mu\text{g.m}^{-3}$ ile m,p-kesilendir. Benzer olarak bebek odalarında da en yüksek konsantrasyonlar 202.91 $\mu\text{g.m}^{-3}$ ile naftalin, 243.22 $\mu\text{g.m}^{-3}$ ile toluen ve 268.05 $\mu\text{g.m}^{-3}$ ile m,p-kesilen, bebek-oturma odası aynı olanlarda en yüksek konsantrasyonlar 239.16 $\mu\text{g.m}^{-3}$ ile naftalin ve 142.38 $\mu\text{g.m}^{-3}$ ile toluen bileşiklerine aittir.

İç ortamda ölçülen kirletici konsantrasyonları iç ve dış ortamdaki kaynaklardan etkilenebilir. Özellikle camların açık olduğu, dolayısı ile dış ortam ile etkileşimin fazla olduğu yaz aylarında, dış ortamdaki kaynaklardan etkilenme ihtimali kuvvetle muhtemeldir.

Çizelge 4-4 I. Örneklem Dönemi (İlkbahar-yaz) ortalama UOB konsantrasyonları ($\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$)

I.Örneklem	Bebek $\mu\text{g}/\text{m}^3$				Oturma $\mu\text{g}/\text{m}^3$				Bebek-Oturma $\mu\text{g}/\text{m}^3$				Dış Ortam $\mu\text{g}/\text{m}^3$			
	*N	Medyan	**Min	**Mak	N	Medyan	**Min	***Mak	*N	Medyan	**Min	***Mak	*N	Medyan	**Min	***Mak
<i>Aromatik</i>																
Benzen	98	0,61	0,03	21,01	98	0,63	0,44	14	21	0,66	0,14	10,82	119	0,48	0,38	6,41
Toluen	98	19,16	0,22	243,22	97	14,86	0,36	450,99	21	13,42	1,89	142,38	119	6,54	0,28	296,18
Etil Benzen	97	2,69	0,06	53,38	97	2,2	0,01	68,05	21	2,25	0,37	9,6	119	1,12	0,04	11,56
m,p-ksilen	98	5,49	0,2	268,05	98	4,805	0,05	175,62	21	4,97	1,03	21,53	119	2,49	0,05	39,09
o-ksilen	98	4,72	0,09	84,25	98	4,03	0,09	55,03	21	3,00	0,55	42,83	119	1	0,06	20,13
n-Propylbenzen	98	6,26	0,12	27,72	98	4,78	0,38	38,03	21	4,94	0,44	17,26	119	1,66	0,02	3,99
n-Butilbenzen	98	1,09	0,01	13,48	98	1,24	0,08	59,34	21	0,77	0,03	3,69	119	1,65	0,01	2,53
<i>Parafin</i>																
Hekzan	98	0,99	0,02	15,27	98	1,21	0,02	17,12	21	0,88	0,08	3,14	119	0,27	0,02	26,28
Oktan	98	6,23	0,2	27,96	98	6,625	0,12	34,02	21	4,98	0,79	16,78	119	1,97	0,17	15,39
Nonan	98	4,98	0,13	67,19	98	4,64	0,19	43,35	21	4,24	0,56	18,45	119	2,81	0,12	20,86
<i>Poli Aromatik Hidrokarbon</i>																
Naftalin	98	13,63	0,05	202,91	98	11,18	0,34	392,65	21	6,61	0,76	239,16	119	3,12	0,05	72,95
<i>Halojenler</i>																
1,2+1,4-dikloro benzen	98	0,23	0,02	20,65	98	3,93	0,26	104,22	21	2,65	0,27	41,90	119	0,71	1,87	77,52
2-kloroToluen	98	0,27	0,55	9,15	98	0,27	0,43	3,19	21	0,29	0,23	0,62	119	0,13	0,30	0,39

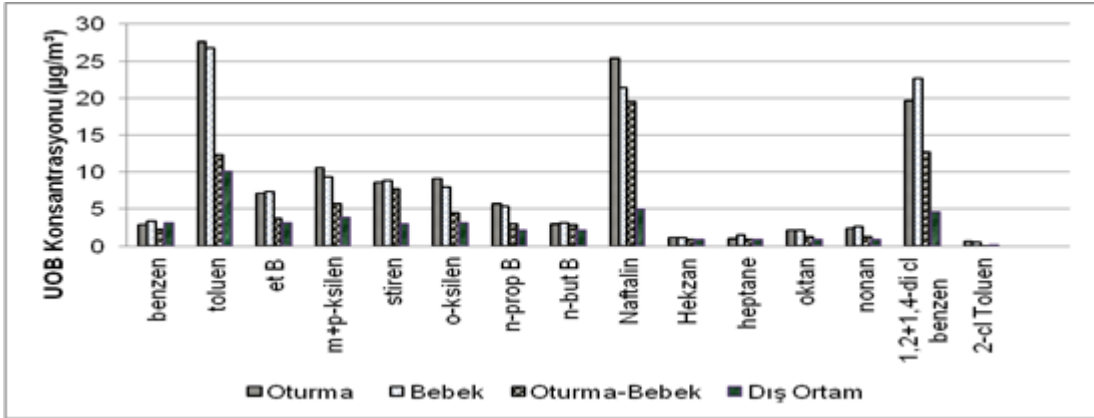
*N (Ölçüm Sayısı)

**Min (Minimum)

***Mak (Masimum)

II. Örnekleme Dönemi UOB Ölçüm Sonuçları: 24.10-28.12.2011

İkinci dönem örnekleme çalışmaları 24 Ekim – 28 Aralık 2011 tarihleri arasında bebeklerin 3-6 aylık oldukları dönemde gerçekleştirilmiştir. Bu dönemde de UOB örnekleme noktaları, üç farklı iç ortam ile bu iç ortamların hemen dışındaki dış ortam örnekleme noktalarında gerçekleştirilmiştir. Sonbahar-Kış örnekleme sonuçlarında olduğu gibi sonuçların tartışılması seçilen onbeş UOB için yapılmıştır. Seçilen bileşiklerden heptan, oktan ve 2-kloro toluen gibi bazı UOB'ler, konsantrasyon değerleri çok yüksek olmasa da değerlendirme açısından önemli olduğu için bu listeye dahil edilmiştir. Şekil 4-14'te görüldüğü gibi ikinci dönem örnekleme sonucunda, bebek odasında en yüksek konsantrasyonda ölçülen bileşikler; toluen, 1,2-1,4-diklorobenzen ve o-ksilen, oturma odasında en yüksek konsantrasyonda ölçülenler ise stiren, naftalin ve hekzandır.



Şekil 4-14 II. Örnekleme Dönemi UOB Ölçüm Sonuçları

Seçilen onbeş UOB için Kasım-Aralık ayları örnekleme sonuçlarına ait konsantrasyon değerleri Çizelge 4-5'te sunulmaktadır. İç ortam kirletici konsantrasyonları geniş bir fark gösterdiğinden, ortalamalar yerine medyan değerleri, minimum ve maksimum konsantrasyonlar ile birlikte Çizelge 4-5'te sunulmuştur. Çizelge 4-5'te ayrıca iç ortam örnekleme sonuçları ile eş zamanlı olarak gerçekleştirilen dış ortam örnekleme çalışmalarının sonuçlarından yararlanılarak elde edilen iç ve dış ortam medyan konsantrasyon oranları da yer almaktadır. Çizelge 4-5'te görüleceği üzere, birçok örnekte ölçüm limitlerinin üzerinde tespit edilen ve yüksek konsantrasyonlara sahip olan seçilmiş kirleticiler arasında; parafin, olefin ve aromatik bileşiklerin yanı sıra halojenli bileşikler de yer almaktadır. Ayrıca örneklerde, en düşük halka sayılı poliaromatik hidrokarbon olan naftalin de gözlenmiştir.

Çizelge 4-5 II. Örnekleme Dönemi (Sonbahar-Kış) Ortalama UOB Konsantrasyonları ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)

II.örnekleme	Bebek $\mu\text{g}/\text{m}^3$			Oturma $\mu\text{g}/\text{m}^3$			Bebek-Oturma $\mu\text{g}/\text{m}^3$			Dış Ortam $\mu\text{g}/\text{m}^3$						
	*N	Medyan	**Min	***Mak	*N	Medyan	**Min	***Mak	*N	Medyan	**Min	***Mak	*N	Medyan	**Min	***Mak
<i>Aromatik</i>																
Benzen	69	0,63	0,04	36,97	68	0,37	0	30,97	26	0,815	0,05	24,99	94	0,49	0,02	94,17
Toluen	69	12,99	0,36	300,27	67	14,42	0,06	274,04	26	14,81	0,34	383,59	94	8,96	0,01	387,16
Etilbenzen	69	5,24	0,14	67,99	68	5,24	0,48	44,94	26	5,99	0,27	32,99	94	2,98	0,1	26,38
m,p-Kesilen	69	11,00	0,71	149,5	68	11,63	0,71	101,81	26	13,88	0,47	60,11	94	6,48	0,06	61,84
Stiren	69	0,75	0,62	80,71	68	6,74	0,08	64,46	26	6,26	0,5	81,48	94	2,18	0,23	49,61
o-Kesilen	69	7,85	0,12	108,16	68	8,16	1,07	72,17	26	9,98	0,76	35,38	93	4,17	0,02	34,36
n-Propylbenzen	69	1,77	0,03	16,31	68	1,79	0,1	17,97	26	2,87	0,1	8,94	94	0,79	0,02	5,16
n-Butilbenzen	69	2,91	2,06	88,99	68	3,02	1,95	73,97	26	2,74	2,23	24,84	94	0,17	0,17	3,23
<i>Parafin</i>																
Hekzan	69	0,84	0,83	4,80	68	0,84	0,8	5,77	26	0,85	0,84	99,71	94	0,24	0,01	2,47
Heptan	69	0,89	0,88	1,98		0,90	0,88	1,52		0,88	0,21	1,23	94	0,93	0,88	1,45
Oktan	69	0,27	0,02	5,68	68	0,36	0,03	2,36	26	0,22	0,04	1,02	94	0,33	0,02	4,73
Nonan	69	0,44	0,01	58,86	68	0,41	0,05	48,78	26	0,48	0,02	18,56	94	0,18	0,06	0,82
<i>Poli Aromatik Hidrokarbon</i>																
Naftalen	69	13,35	0,2	482,66	68	15,29	2,14	441,63	26	20,4	0,13	326,56	94	0,15	0,18	1,22
Halojenler																
1,2+1,4-dikloro benzen	69	3,71	0,07	227,15	68	4,47	0,1	208,09	26	1,15	0,19	54,87	94	0,33	0,02	4,73
2-kloroToluen	69	0,34	0,05	16,38	68	0,35	0,05	2,68	26	0,40	0,13	1,37	94	0,18	0,06	0,7

*N (Örnek sayısı)

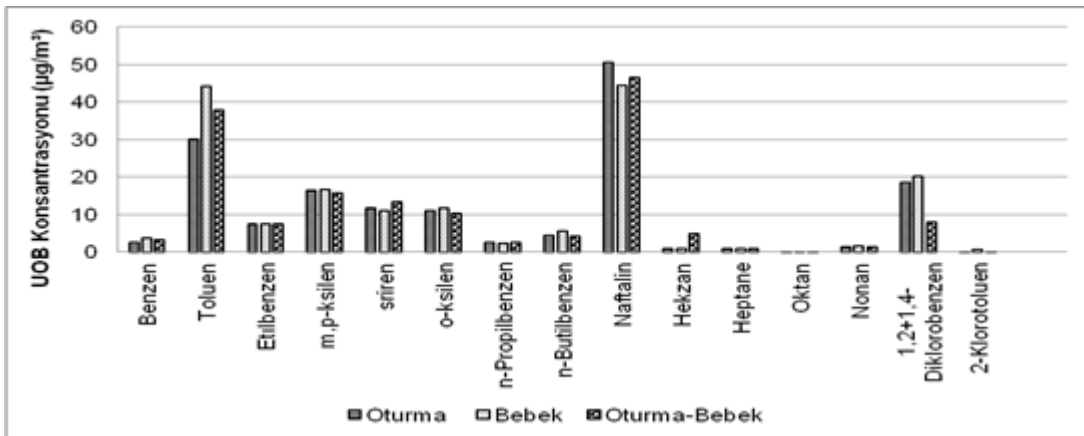
**Min (Minimum)

***Mak (Masimum)

Çizelge 4-5 incelendiğinde ikinci dönemde gerçekleştirilen örneklemelerde en yüksek konsantrasyonda ölçülen bileşikler; dış ortamda 387,16 $\mu\text{g.m}^{-3}$ ile toluen, oturma odalarında 441,63 $\mu\text{g.m}^{-3}$ ile naftalin ve 274,04 $\mu\text{g.m}^{-3}$ ile toluen, bebek odasında benzer olarak 482,66 $\mu\text{g.m}^{-3}$ ile naftalin ve 300,27 $\mu\text{g.m}^{-3}$ ile toluen ve bebek-oturma odasında da 383,59 $\mu\text{g.m}^{-3}$ ile toluen ve 326,56 $\mu\text{g.m}^{-3}$ ile naftalindir. Sonbahar-Kış mevsiminde dış ortam ile havalandırma fazla olmayacağından, iç ortamda ölçülen kirletici konsantrasyonlarının dış ortamdaki fazlaca etkilenmeyeceği beklenmektedir. Bunun yerine, iç ortamdaki kaynaklar belirleyici etkiye sahip olacaktır. Nitekim iç ortamda yüksek konsantrasyonda ölçülen naftalin ve toluen kirleticileri bu ortamdaki ana caddeye yakınlık, sigara içen kişi sayısı ve koku giderici kullanımı kaynaklarına işaret etmektedir. Naftalin konsantrasyonlarının soğuk aylarda sıcak aylara göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Poliaromatik bir hidrokarbon olan naftalin genellikle kömür yanması ve sigara içilmesi sonucu ortaya çıkar [81, 118].

II. Örneklem Dönemi İç Mekan Ölçümlerinin Karşılaştırılması ve Sonuçları

Sonbahar-Kış mevsiminde ölçülen UOB'lerin sonuçları Şekil 4-15'te karşılaştırılmıştır. En yüksek konsantrasyonda ölçülen bileşikler, bebek odalarında; toluen, benzen, 1,2 ve 1,4-di kloro benzen, oturma odalarında; naftalin, stiren ve bebek-oturma odalarında; hekzandır. Oda spreyi ve naftalin kullanılması, ortamda 1,4-di kloro benzenin bulunmasına etki eder. Bebek odalarında yüksek olarak ölçülen 1,2 ve 1,4-di kloro benzen konsantrasyonları, örneklemeler sırasında bu iç ortamlarda klor bazlı temizlik malzemesi kullanılmış olabileceğine işaret etmektedir. İkinci dönem örneklemelerinde de iç ortamlar arasındaki en kirli alt birim bebek odasıdır.

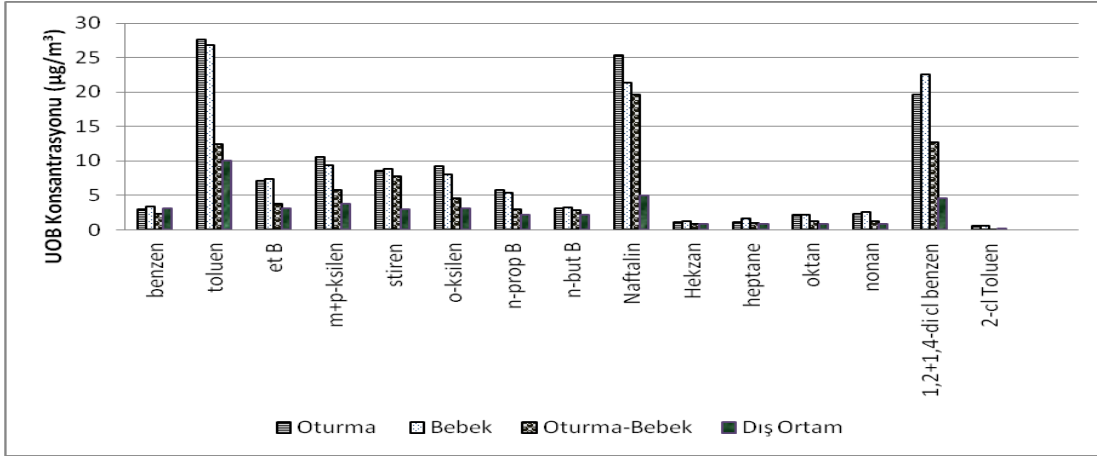


Şekil 4-15 II. Dönem İç Mekanların UOB Karşılaştırması

4.4.2. III. Örnekleme Dönemi UOB Ölçüm Sonuçları: 19.04-2.07.2012

III. Örnekleme çalışmaları 19 Nisan – 02 Temmuz 2012 aylarında gerçekleştirilmiştir. Seçilen on beş UOB için III. örnekleme dönemine ait konsantrasyon değerleri şekil 4-16'da sunulmaktadır.

Üçüncü örnekleme sonucu, oturma odasında en yüksek konsantrasyonda ölçülen kirleticiler; toluen, m,p,o-ksilen ve naftalidir. Benzen, nonan ve 1,2,+1,4-diklorobenzen konsantrasyonları ise bebek odalarında yüksek ölçülmüştür (şekil 4-16).



Şekil 4-16 III.Örnekleme Dönemi UOB Ölçüm Sonuçları

Seçilen 15 UOB için ilkbahar-yaz dönemi örnekleme sonuçlarına ait konsantrasyon değerleri çizelge 4-6'da sunulmaktadır. İç ortam kirletici konsantrasyonları geniş farklılık gösterdiğinden ortalamalar yerine medyan değerleri, minimum ve maksimum konsantrasyonlar ile birlikte tabloda sunulmuştur.

Çizelge 4-6'da görüleceği üzere, birçok örnekte ölçüm limitlerinin üzerinde tespit edilen ve yüksek konsantrasyonlara sahip olan seçilmiş kirleticiler arasında; parafin, olefin ve aromatik bileşiklerin yanı sıra halojenli bileşikler de yer almaktadır. Ayrıca örneklerde, en düşük halka sayılı poliaromatik hidrokarbon olan naftalin de gözlenmiştir.

Çizelge 4-6 III. Örnekleme Dönemi (İlkbahar-yaz) UOB Konsantrasyonları (µg.m-3)

III.Dönem	Bebek µg/m3				Oturma µg/m3				Bebek-oturma µg/m3				Dışarı µg/m3			
	*N	Medyan	**Min	***Mak	*N	Medyan	**Min	***Mak	*N	Medyan	**Min	***Mak	*N	Medyan	**Min	***Mak
<i>Aromatik</i>																
Benzen	64	2,4	1	9,74	60	2,385	1,04	8,49	6	2,26	2,05	3	77	2,3	1,88	15,65
Toluen	64	12,23	0,14	144,98	65	14,67	0,11	137,35	8	4,7	0,56	50,62	77	5,44	0,12	92,33
Etilbenzen	68	4,83	1,31	79,3	67	5,43	0,97	51,13	8	4	1,32	7,5	77	2,68	1,27	11,42
m,p-Kesilen	68	7,185	0,75	58,59	67	8,19	0,78	62,99	8	5,09	0,78	14,02	77	3,03	0,76	15,76
Stiren	68		1,65	121,08	67	5,54	1,48	85,6	8	6,43	1,92	25,13	77	2,75	1,88	8,06
o-Kesilen	67	5,82	0,8	62,54	67	6,12	0,79	48,44	8	4,06	0,73	9,02	76	2,675	0,7	12,76
n-Propylbenzen	68	3,49	1,47	78,52	67	3,43	1,67	48,93	8	6,03	2,01	4,52	77	11,50	1,41	4,82
n-Butilbenzen	68	2,71	1,05	28,33	67	2,87	1,97	18,48	8	3,43	1,93	3,52	77	2,14	1,87	3,33
<i>Parafin</i>																
Hekzan	63	0,88	0,82	5,46	63	0,86	0,82	8,48	7	0,85	0,83	1,41	53	0,84	0,8	5,7
Heptan	67	1,55	0,87	35,87	66	1,05	0,87	2,57	8	1,05	0,83	1,18	77	0,89	0,85	1,26
Oktan	67	1,27	0,5	18,2	66	1,27	0,5	13,04	7	1,01	0,5	2,12	72	0,7	0,48	3,6
Nonan	68	1,225	0,59	57,6	68	1,285	0,59	37,12	8	1,16	0,6	2,31	77	0,83	0,58	7,08
<i>Poli Aromatik Hidrokarbon</i>																
Naftalen	67	11,41	1,6	204,2	68	12,355	2,1	247,9	8	9,65	2,16	78,22	77	3,31	2,04	53,25
Halojenler																
1,2+1,4-dikloro benzen	67	3,98	0,35	320,42	67	4,23	0,42	430,73	7	1,51	0,34	70,45	77	0,96	0,33	227,47
2-kloroToluen	67	0,20	0,05	11,03	67	0,21	0,05	6,84	7	4,23	0,06	0,43	77	0,08	0,05	0,41

*N (Örnek sayısı)

**Min (Minimum)

***Mak (Masimum)

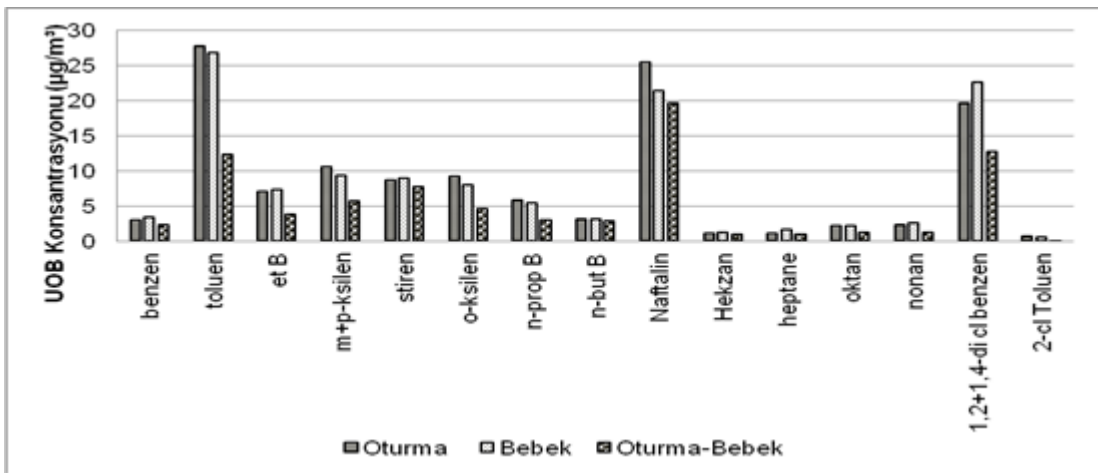
Çizelge 4-6 incelendiğinde III. dönemde gerçekleştirilen örneklemelerde en yüksek kirletici konsantrasyonları, dış ortamda; 227,47 $\mu\text{g.m}^{-3}$ ile 1,2+1,4-dikloro benzen, oturma odalarında; 430,73 $\mu\text{g.m}^{-3}$ ile 1,2+1,4-dikloro benzen, 247,9 $\mu\text{g.m}^{-3}$ ile naftalin, bebek odalarında; 320,42 $\mu\text{g.m}^{-3}$ ile 1,2+1,4-dikloro benzen, 204,2 $\mu\text{g.m}^{-3}$ ile naftalin ve bebek-oturma odalarında 70,45 $\mu\text{g.m}^{-3}$ ile naftalindir.

Çizelge 4-6'da iç ortam örneklemeleri ile eş zamanlı olarak gerçekleştirilen dış ortam ölçümlerinden yararlanılarak elde edilen, iç ve dış ortam ortalama konsantrasyon oranları da yer almaktadır.

Üçüncü dönemde örnekleme yapılan evlerin iç ortamlarındaki UOB kaynakları; yeni eşyalar, boya, ısıtma türü (doğalgaz-soba), yün elbiseler için kullanılan naftalin tabletleri ve dış ortamdaki trafik emisyonları olarak belirlenmiştir.

III. Örnekleme Dönemi İç Mekan Ölçümlerinin Karşılaştırılması ve Sonuçları

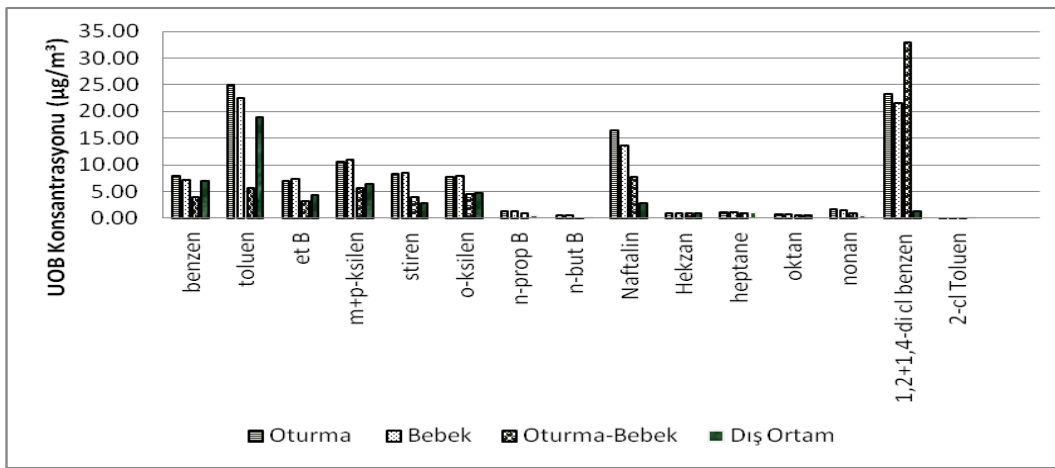
İlkbahar-Yaz mevsiminde, UOB'ler içinde en yüksek ortalama konsantrasyonda ölçülenler, oturma odalarında; toluen, naftalin, m,p-kesilen, o-kesilen ve n-propil benzen, bebek odalarında ise benzen, nonan ve 1,2+1,4-dikloro benzedir (Şekil 4-17). Genel olarak, ilkbahar-yaz mevsimi örneklemelerinde bebek odaları en kirli, bebek-oturma odaları aynı olan mekanlar da en temiz iç mekanlar olarak bulunmuştur. Bunun nedeni, yaz döneminde sıklıkla vakit geçirilen oturma odalarının havalandırılması, bebek odalarının ise aynı sıklıkla havalandırılmamasıdır.



Şekil 4-17 Üçüncü Dönem İç Mekan Ölçümlerinin Karşılaştırılması

4.4.3. IV. Örneklem Dönemi UOB Ölçüm Sonuçları: 28.11.2013-26.01.2014

IV. Örneklem 28 Kasım 2013 – 26 Ocak 2014 (Sonbahar-Kış) aylarında gerçekleştirilmiştir. Seçilen on beş UOB için IV. örneklem dönemine ait konsantrasyonlar şekil 4-18'de sunulmaktadır. Dördüncü örneklem sonucu, en yüksek konsantrasyonda ölçülen kirleticiler, oturma odalarında; toluen, benzen ve naftalin, bebek odalarında; m,p,o-ksilen ve bebek-oturma odalarında 1,2,+1,4-diklorobenzendir (Şekil 4-18).



Şekil 4-18 IV.Örneklem Dönemi UOB Ölçüm Sonuçları

Seçilen on beş UOB için Kasım 2013-Ocak 2014 tarihlerindeki örneklemelere ait konsantrasyon değerleri çizelge 4-7'de sunulmaktadır. İç ortam kirletici konsantrasyonları geniş farklılık gösterdiğinden, ortalamalar yerine medyan değerleri minimum ve maksimum değerler ile birlikte tabloda sunulmaktadır.

Çizelge 4-7 IV. Örnekleme Dönemi (Sonbahar-Kış) UOB Konsantrasyonları ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)

IV.Dönem	Oturma $\mu\text{g}/\text{m}^3$				Bebek $\mu\text{g}/\text{m}^3$				Oturma-Bebek $\mu\text{g}/\text{m}^3$				Dışarı $\mu\text{g}/\text{m}^3$			
	*N	Meydan	***Mak	**Min	*N	Meydan	***Mak	**Min	*N	Meydan	***Mak	**Min	*N	Meydan	***Mak	**Min
<i>Aromatik</i>																
benzen	56	2,48	73,54	0,5	54	2,83	54,94	0,7	10	2,2	18,07	0,46	64	2,19	52,17	0,49
toluen	56	12,72	207,21	0,44	54	9,88	227,87	0,66	10	6,15	13,06	0,05	65	4,95	392,16	0,01
et B	56	6,01	37,59	0,04	55	5,26	35,5	0,04	10	2,33	9,19	0,01	65	2,29	49,38	0,02
m+p-ksilen	56	7,95	61,11	0,04	55	7,51	55,85	0,08	10	4,31	13,98	0,04	65	3,49	74	0,02
stiren	56	6,16	47,52	0,01	55	5,15	57,74	0,05	10	4,41	10,09	0,03	65	0,58	54,13	0,04
o-ksilen	56	6,13	48,7	0,02	55	5,67	42,54	0,05	10	3,04	11,64	0,02	65	2,57	43,61	0,03
n-prop B	56	1,07	7,66	0,01	55	0,98	5,82	0,01	10	0,68	2,27	0,02	65	0,38	3,74	0,01
n-but B	56	0,35	2,71	0,01	54	0,41	2,34	0,02	10	0,31	0,92	0,05	65	0,13	1,61	0,01
<i>Parafin</i>																
Hekzan	56	0,81	1,05	0,81	53	0,82	2,93	0,82	10	0,82	0,83	0,82	65	0,82	4,87	0,82
heptane	55	0,88	9,92	0,86	52	0,89	7,35	0,86	10	0,87	0,94	0,87	65	0,86	5,2	0,86
oktan	56	0,6	2,75	0,45	53	0,6	1,07	0,46	10	0,54	0,78	0,51	65	0,53	0,77	0,5
nonan	56	0,8	25,43	0,36	54	0,8	28,62	0,59	10	0,75	1,29	0,62	65	0,69	1,53	0,02
<i>Poli Aromatik Hidrokarbon</i>																
Naftalin	56	7,01	235,44	0,13	54	5,24	182,31	0,01	10	5,78	27,59	0,02	64	1,22	28,67	0,01
Halojenler																
1,2+1,4-di cl benzen	56	4,15	668,87	0,38	55	3,08	757,21	0,34	10	5,3	255,69	0,37	65	0,84	5,26	0,35
2-cl Toluen	56	0,26	1,56	0,05	55	0,24	1,2	0,05	10	0,18	0,5	0,05	64	0,13	0,78	0,05

*N (Örnek sayısı)

**Min (Minimum)

***Mak (Masimum)

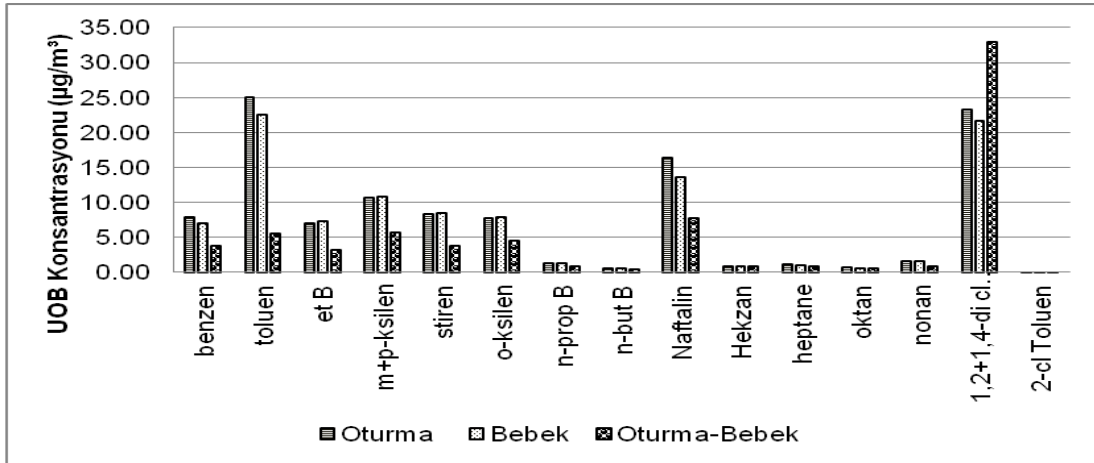
Çizelge 4-7’de görüldüğü gibi, birçok örnekte ölçüm limitlerinin üzerinde analiz edilen ve yüksek konsantrasyona sahip olan seçilmiş kirleticiler arasında; parafin, olefin ve aromatik bileşiklerin yanı sıra halojenli bileşikler de yer almaktadır.

Dördüncü dönemde gerçekleştirilen örneklemelelerde, dış ortamda ölçülen en yüksek kirletici konsantrasyonu, $392,16 \mu\text{g.m}^{-3}$ ile toluene aittir. İç ortam mekanlarına bakıldığında, oturma odalarında; $668.87 \mu\text{g.m}^{-3}$ ile 1,2+1,4-dikloro benzen ve $235.44 \mu\text{g.m}^{-3}$ ile naftalin, bebek odalarında; $757.21 \mu\text{g.m}^{-3}$ ile 1,2+1,4-dikloro benzen ve $182.31 \mu\text{g.m}^{-3}$ ile naftalin, bebek-oturma odalarında; $27.59 \mu\text{g.m}^{-3}$ ile naftalin ve $255.69 \mu\text{g.m}^{-3}$ ile 1,2+1,4-dikloro benzen en yüksek konsantrasyonlarda ölçülmüştür (Çizelge 4-7).

Dördüncü dönemde örnekleme yapılan evlerdeki ev içi ortamda etkili olan UOB kaynakları; temizlik maddesi kullanımı, boya, ısıtma türü (doğalgaz-soba), yün elbiseler için kullanılan naftalin tabletleri ve dış ortamdaki trafik emisyonları olarak değerlendirilmiştir.

IV. Örnekleme Dönemi İç Mekan Ölçümlerinin Karşılaştırılması ve Sonuçları

Sonbahar-Kış mevsiminde UOB’ler içinde en yüksek ortalama konsantrasyonda ölçülenler, oturma odalarında; benzen, toluen, naftalin ve n-propil benzen, bebek odalarında; m,p,o-ksilen, nonan ve stiren, bebek-oturma odalarında; 1,2-1.4-dikloro benzendir (Şekil 4-19).



Şekil 4-19 Dördüncü Dönem İç Mekan Ölçümlerinin Karşılaştırılması

4.5. UOB'lerin Mevsimsel değişimi

Ölçüm yapılan iç ve dış ortamlarda elde edilen UOB konsantrasyonlarının kış/yaz oranları Çizelge x'de verilmektedir.

Çizelge x. İç ve dış ortamlarda ölçülen UOB konsantrasyonlarının kış/yaz oranları

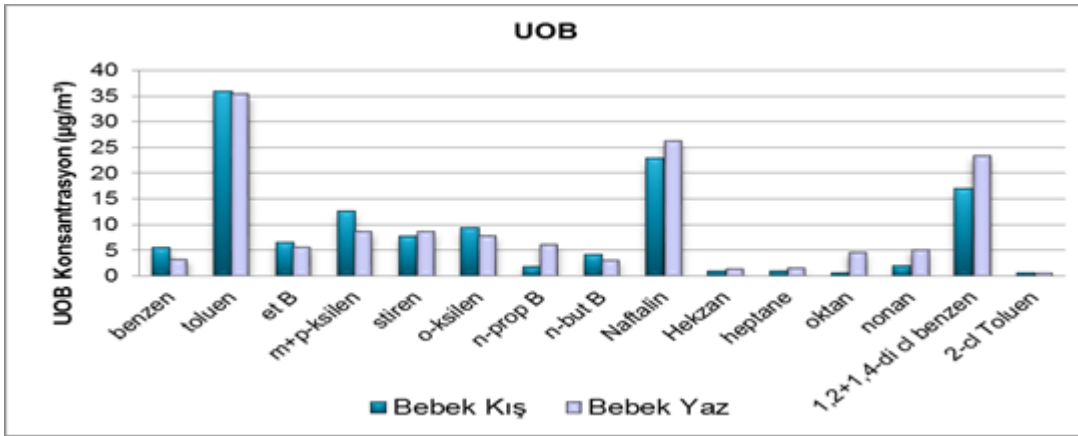
	Bebek Odası	Oturma Odası	Oturma-Bebek	Dış Ortam
<i>Aromatik</i>				
benzen	1.83	1.94	0.81	2.80
toluen	1.04	0.98	1.71	1.72
et B	1.23	1.26	2.02	1.94
m+p-ksilen	1.25	1.45	1.79	2.00
stiren	1.74	2.08	2.29	1.21
o-ksilen	1.25	1.26	1.71	2.25
n-prop B	0.30	0.35	0.63	0.36
n-but B	1.86	1.14	1.71	0.28
<i>Parafin</i>				
Hekzan	0.65	0.68	0.96	1.01
oktan	0.11	0.10	0.06	0.21
nonan	0.40	0.34	0.22	0.17
<i>Poli Aromatik Hidrokarbon</i>				
Naftalin	0.96	1.60	0.95	0.84
<i>Halojenler</i>				
1,2+1,4-di cl benzen	1.78	2.89	5.01	0.17
2-cl Toluen	2.27	1.37	1.53	2.04

Bebek odası, Oturma odası, oturma-bebek odası ve dış ortamda kış ve yaz mevsiminde gözlenen ortalama UOB konsantrasyonları Şekil 4-20, 4-21, 4-22 ve 4-23'de verilmektedir. Bu şekillerden de görüleceği gibi, pek çok UOB konsantrasyonları, ölçüm yapılan tüm iç ortamlarda kış döneminde yaz dönemine göre daha yüksek seviyede görülmektedir. Bunun başlıca nedeni kış aylarında havalandırmanın az ve yada hiç yapılmaması ve ilave olarak iç ortamda UOB kaynağı olabilecek soba ve kaloriferlerin yakılmasıdır.

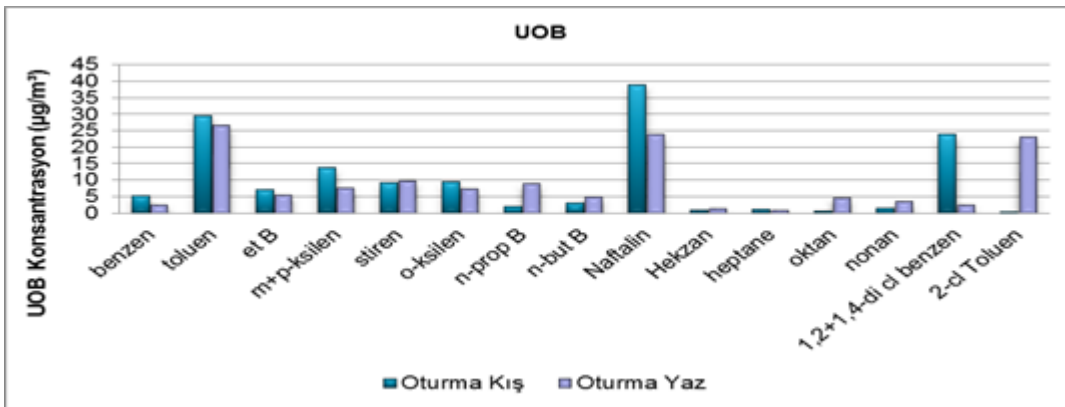
Yaz döneminde daha sıklıkla havalandırma yapılması iç ortamdaki UOB seviyelerinin azalmasına neden olmuştur. Havalandırmanın yoğun olarak yapıldığı

yaz döneminde; iç ve dış UOB profillerinin kışa göre birbirine daha benzer olması; iç ortam havasının dış ortam havası ile seyreltiğini göstermektedir.

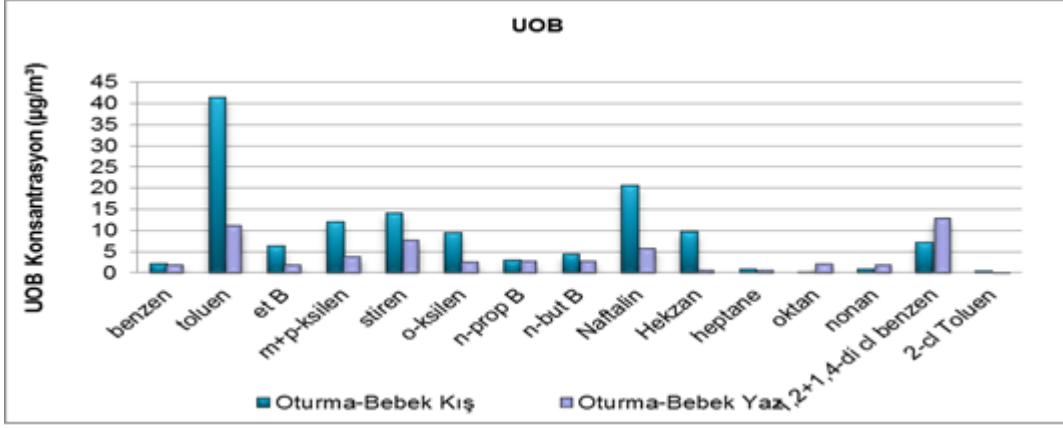
İç ortamda yaz döneminde yüksek gözlenen UOB bileşikleri düşük buhar basıncına sahip uçuculukları düşük olan n-propil benzen, oktan ve nonan bileşikleridir. Bu bileşikler dış ortamda da yaz döneminde yüksek konsantrasyonlara sahiptir. Bu bileşiklerin buharlaşabilmesi sıcaklığa bağlı olduğundan sıcaklığın arttığı dönemlerde buharlaşarak ortam havasına yayıldıkları söylenebilir. Dış ortamdaki seviyeleri iç ortamda 2-3 kat düşük olduklarından bu bileşiklerin ana kaynağı iç ortamdır, ve iç ortamdaki aktivitelere bağlı olarak yaz aylarında daha önemli bir kirletici durumuna gelmektedirler.



Şekil 4-20 İlkbahar-Yaz ve Sonbahar-Kış döneminde bebek odasında UOB'lerin konsantrasyonlarının kıyaslanması



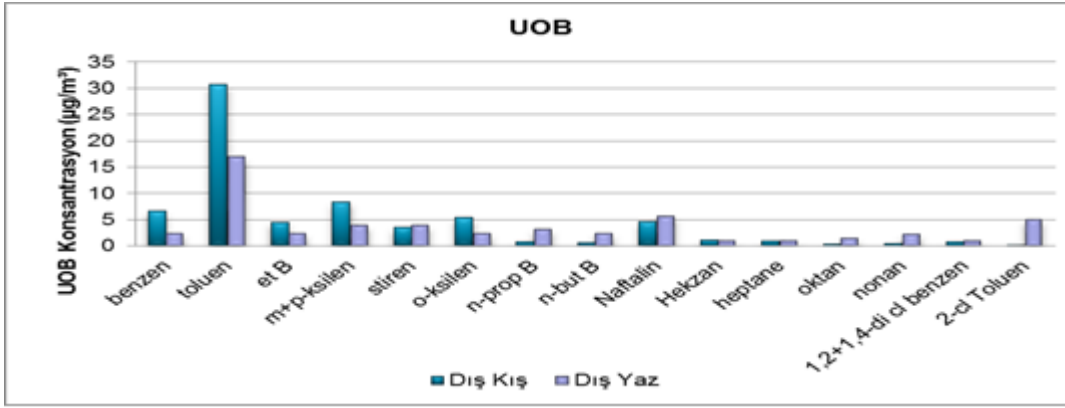
Şekil 4-21 İlkbahar-Yaz ve Sonbahar-Kış döneminde oturma odasında UOB'lerin konsantrasyonlarının kıyaslanması



Şekil 4-22 İlkbahar-Yaz ve Sonbahar-Kış döneminde oturma-bebek odasında UOB'lerin konsantrasyonlarının kıyaslanması

Dış ortamdaki UOB'lerin konsantrasyonlarının mevsimsel olarak kıyaslanması sonucu, kış döneminde benzen, toluen, m,p,o-ksilen, ve stiren'nin yüksek konsantrasyonlarda ölçüldüğü, n-propil benzen, n-butil benzen, nonan, oktan ve 2-kloro tolüenin ise yaz mevsiminde yüksek değerlerde ölçüldüğü görülmüştür. Literatürde şehir atmosferinde UOB'lerin yaz aylarında yüksek sıcaklık nedeniyle daha hızlı buharlaşmalarından ötürü UOB konsantrasyonlarının yükseldiği (Batterman et al., 2002, Kourtidis et al., 1999), ancak, kış aylarında durgun hava koşulları, düşük karışım yüksekliği, enversiyon koşulları durumunda da yüksek UOB'lerin ölçüldüğü ile ilgili çalışmalar bulunmaktadır[119]. Bu çalışmada, dış ortamda ölçülen yüksek buhar basıncına sahip UOB'lerin (uçucu UOB'ler, benzen, toluen, ksilen) soğuk ve güneş ışığının daha eğik geldiği kış aylarında, daha yüksek kış/yaz oranına sahip olduğu tespit edilmiştir. Buhar basıncı düşük olan UOB'lerin (daha az uçucu UOB'ler, naftalin) ise kış/yaz oranlarının 1'e yakın veya 1'den daha düşük olduğu gözlenmiştir.

Yüksek buhar basıncına sahip uçuculuğu yüksek olan benzen, toluen, ksilen ve stiren gibi bileşikler yaz aylarında daha hızlı parçalandıklarından kış aylarında hem durgun hava hava koşullarının gözlenmesi ve düşük karışım yüksekliğinin olması nedeniyle daha az seyrelmekte bu nedenle de kış aylarında daha yüksek seviyelere ulaşmaktadır. Düşük buhar basıncına sahip uçuculuğu daha az olan UOB bileşiklerin (oktan,nonan, n-propil benzen, n-butil benzen) yaz konsantrasyonları kışa göre 4-5 kat daha yüksek gözlenmiştir. Yaz aylarında dış ortamda yüksek gözlenen bu bileşikler artan sıcaklıklara bağlı olarak bu bileşiklerin buharlaşmasından kaynaklanmıştır.



Şekil4-23 İlkbahar-Yaz ve Sonbahar-Kış döneminde dış ortam UOB'lerin konsantrasyonlarının kıyaslanması

4.6. UOB'lerin İç/Dış Ortam Oranı İlkbahar-Yaz mevsiminde

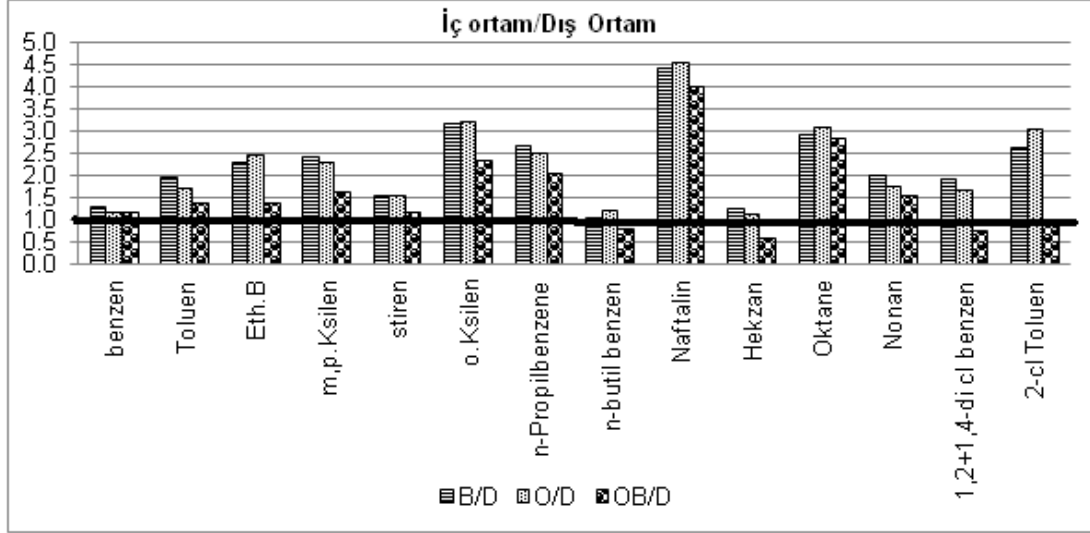
Çizelge 4-8'te iç ortam örnekleme ile eş zamanlı olarak gerçekleştirilen dış ortam örnekleme çalışmalarının ilkbahar-yaz döneminin sonuçlarından yararlanılarak elde edilen iç ve dış ortam ortalama konsantrasyon oranları yer almaktadır. İç ortam/dış ortam oranının birden büyük olması, UOB'lerin iç ortam kaynaklı olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4-8 İç Ortam İle Dış Ortam Oranları (İlkbahar-Yaz)

	B/D*	O/D*	OB/D*
benzen	1.27	1.14	1.16
Toluen	1.95	1.70	1.36
Eth.B	2.26	2.42	1.35
m,p.Ksilen	2.42	2.26	1.61
stiren	1.54	1.51	1.13
o.Ksilen	3.16	3.17	2.31
n-Propilbenzene	2.65	2.47	2.01
n-butyl benzen	1.03	1.21	0.76
Naftalin	4.41	4.52	3.99
Hekzan	1.22	1.10	0.55
Oktane	2.91	3.06	2.81
Nonan	2.00	1.74	1.54
1,2+1,4-di cl benzen	1.91	1.66	0.72
2-cl Toluene	2.61	3.04	0.99
TUOB	2.71	2.54	1.92

*(O: Oturma Odası; B: Bebek, OB: Oturma-Bebek Odası; D: Dış Ortam)

Çizelge 4-8'te sunulan farklı iç ortam/ dış ortam oranlarına göre; oturma-bebek odalarındaki n-butil benzen, 1,2-1,4-dikloro benzen ve 2-kloro tolüen iç ortam/dış ortam birden küçük olduğundan dış ortam havasından kaynaklandığı görülmektedir(Şekil 4-29).



Şekil 4-24 İlkbahar-Yaz döneminde iç ortam ile dış ortamın oranı

(O: Oturma Odası; B: Bebek Odası; OB: Oturma-Bebek Odası; D: Dış Ortam)

4.7. UOB'lerin İç/Dış Ortam Oranı Sonbahar-Kış mevsiminde

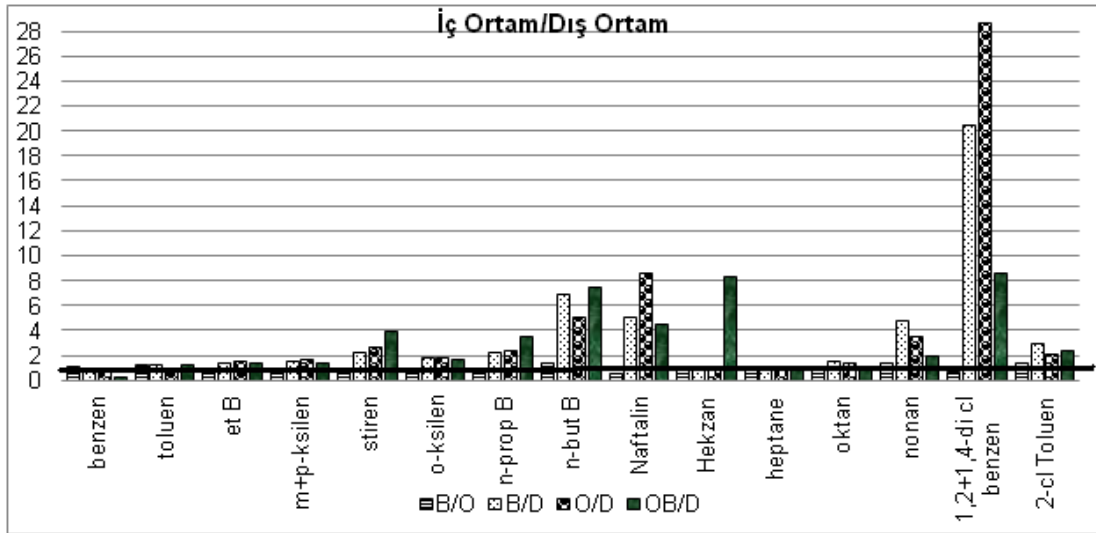
Çizelge 4-9'da iç ortam örneklemeleri ile eş zamanlı olarak gerçekleştirilen dış ortam örnekleme çalışmalarının sonbahar-kış döneminin sonuçlarından yararlanılarak elde edilen iç ve dış ortam ortalama konsantrasyon oranları yer almaktadır. İç ortam/dış ortam oranının birden büyük olması, UOB'lerin iç ortam kaynaklı olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4-9'da sunulan farklı iç ortam/ dış ortam oranlarına göre; bebek, oturma ve oturma-bebek odalarındaki benzenin dış ortam havasından kaynaklandığı görülmektedir. Ancak iç/dış ortam konsantrasyon oranları, çoğu kirletici için birden büyük yani iç ortam kaynaklıdır (Şekil 4-30).

Çizelge 4-9 İç Ortam İle Dış Ortam Oranları (Sonbahar-Kış)

	B/D*	O/D*	OB/D*
benzen	0.83	0.79	0.34
toluen	1.17	0.97	1.35
et B	1.44	1.58	1.41
m+p-ksilen	1.51	1.64	1.44
stiren	2.23	2.61	4.04
o-ksilen	1.75	1.77	1.76
n-prop B	2.24	2.41	3.58
n-but B	6.96	4.99	7.51
Naftalin	5.02	8.55	4.52
Hekzan	0.78	0.74	8.43
heptane	1.06	1.08	0.91
oktan	1.47	1.45	0.84
nonan	4.84	3.50	2.07
1,2+1,4-di cl benzen	20.38	28.66	8.66
2-cl Toluen	2.91	2.05	2.43
TUOB	1.86	2.13	1.94

*O: Oturma Odası; B: Bebek Odası; OB: Oturma-Bebek Odası; D: Dış Ortam



Şekil 4-25 Sonbahar-Kış döneminde iç ortam ile dış ortamın oranı

(O: Oturma Odası; B: Bebek Odası; OB: Oturma-Bebek Odası; D: Dış Ortam)

4.8. UOB'lerin İç/Dış Ortam Oranı

Çizelge 4-10'da iç ortam örneklemeleri ile eş zamanlı olarak gerçekleştirilen dış ortam örnekleme çalışmalarının sonuçlarından yararlanılarak elde edilen iç ve dış ortam ortalama konsantrasyon oranları yer almaktadır. Farklı bileşiklerin kaynaklarını tespit etmek için, iç ortam ve dış ortam oranını değerlendirmek yararlı

bir yöntemdir. İç ortam/dış ortam oranının birden büyük olması, UOB'lerin iç ortam kaynaklı olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4-10 İç Ortam İle Dış Ortam Oranları

Bileşik	B/D*	O/D*	OB/D*
Benzen	0,949	0,886	0,783
Toluen	1,566	1,329	1,215
Etilbenzen	1,829	1,872	1,425
m+p-ksilen	1,861	1,787	1,572
Stiren	2,380	2,373	2,553
o-ksilen	2,222	2,181	1,856
n-propbenzen	2,154	2,041	1,580
n-butbenzen	1,044	1,141	1,088
Naftalin	3,184	3,308	2,262
Hekzan	11,147	12,344	18,715
Oktan	2,827	2,951	2,261
Nonan	2,114	1,878	1,262
1,2+1,4-di klorobenzen	7,756	7,353	5,532
2-kloroToluen	2,759	2,549	1,884
TUOB	2,241	2,142	1,944

*(O: Oturma Odası; B: Bebek Odası; OB: Oturma-Bebek Odası; D: Dış Ortam)

İç ortamda ölçülen kirletici konsantrasyonları, iç ve dış ortamdaki kaynaklardan etkilenebilir. Özellikle camların açık olduğu, dolayısı ile dış ortam ile etkileşimin fazla olduğu durumlarda, dış ortamdaki kaynaklardan etkilenme ihtimali oldukça yüksektir. Dış ortamda yanma sonucu ve trafiğin etkisi ile hava kirliliği artarken, evlerdeki havalandırma da minimum düzeye indirilmektedir.

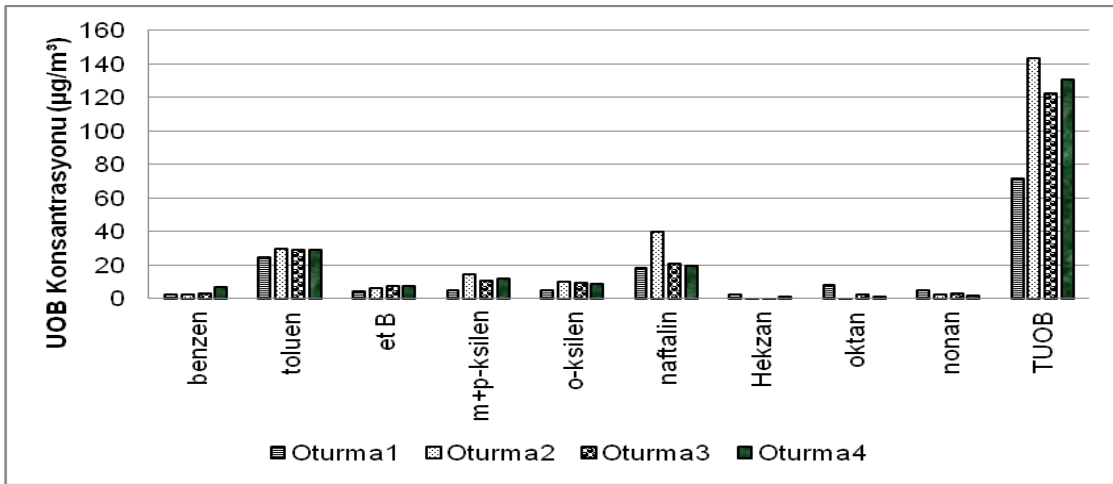
İç/Dış ortam konsantrasyon oranları tüm kirleticiler için birden büyüktür ve iç ortamda ölçülen kirletici konsantrasyonlarının dış ortamda ölçülen konsantrasyonlardan daha yüksek olduğunu görülmektedir.

Çizelge 4-10'da sunulan farklı iç ortam/ dış ortam oranlarına göre; bebek, oturma ve oturma-bebek odalarındaki benzenin dış ortam havasından kaynaklandığı görülmektedir. Ancak iç/dış ortam konsantrasyon oranları, çoğu kirletici için birden büyük yani iç ortam kaynaklıdır. Örnekleme yapılan evlerin iç ortamında ölçülen UOB kaynaklarının; temizlik maddesi kullanımı, boya, ısıtma türü (doğalgaz-soba),

yün elbiseler için kullanılan naftalin tabletleri ve dış ortamdaki trafik emisyonları olduğu görülmektedir.

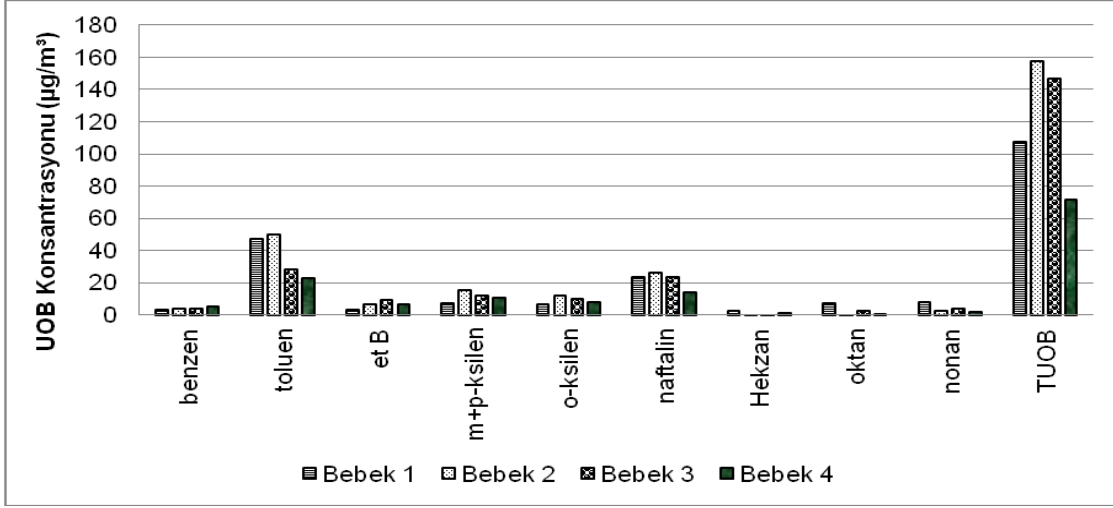
4.9. Dört dönemin örneklenmelerinde aynı olan evlerin iç ortam UOB'lerinin karşılaştırılması

Çalışma süresince elde edilen toplam dört ölçümün sonuçları, evlerdeki UOB konsantrasyonlarının değişimi açısından incelenmiştir. Sonbahar-Kış ve İlkbahar-Yaz mevsiminde UOB'lerin ortalamasına göre, I. Dönemde; oktan ve nonan, İkinci dönemde; toluen, m,p-ksilen, naftalin ve dördüncü dönemde de benzen oturma odasında en yüksek konsantrasyon değerlerine ulaşmıştır (Şekil 4-31).



Şekil 4-26 I. ,II., III. Ve IV. Dönem Oturma Odalarındaki Ölçümlerin Karşılaştırması ve Sonuçları (EtB (etilbenzene))

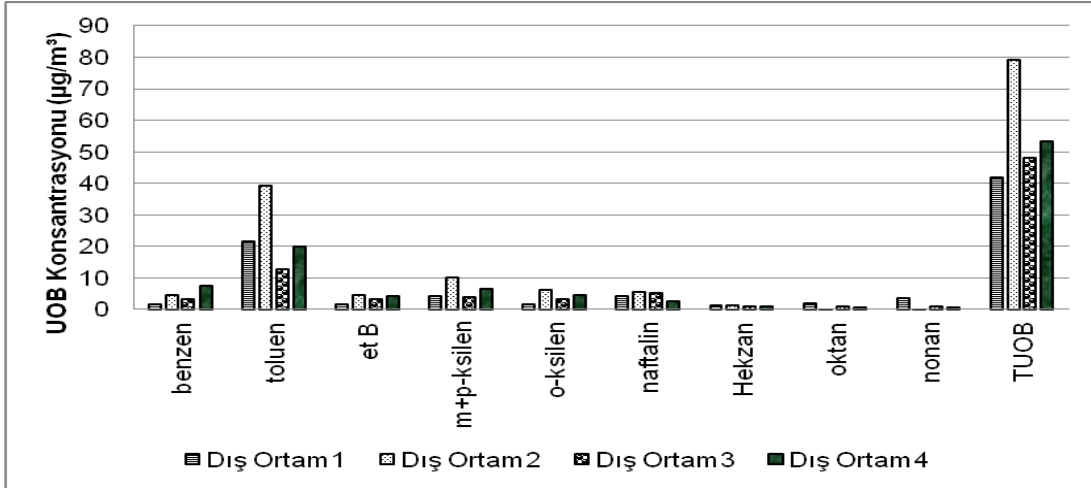
Şekil 4-32'ye göre birinci dönem örneklemede; hekzan, oktan ve nonan, ikinci dönem örneklemede; toluen, m,p,o-ksilen, naftalin, üçüncü dönem örneklemede etilbenzen ve dördüncü örnekleme döneminde ise benzen, bebek odalarında en yüksek değerde ölçülmüştür.



Şekil 4-27 I. ,II., III. Ve IV. Dönem Bebek Odalarındaki Ölçümlerinin Karşılaştırması Ve Sonuçları

4.10. Dört dönemin örneklemelerinde dış ortam UOB'lerinin karşılaştırılması

Dış ortamda I. dönem örneklemede; oktan ve nonan, II. dönem örneklemede; toluen, m,p,o-ksilen, naftalin, III. dönem örneklemede etilbenzen ve dördüncü dönemde ise benzen en yüksek değerlerde ölçülmüştür (Şekil 4-33). Genel olarak tüm örnekleme dönemleri içinde en yüksek konsantrasyonlar 2. Örnekleme dönemi olan sonbahar-kış dönemine ait olarak tespit edilmiştir.



Şekil 4-28 I. ,II., III. Ve IV. Dönemlerin Dış Ortam Karşılaştırması Ve Sonuçları

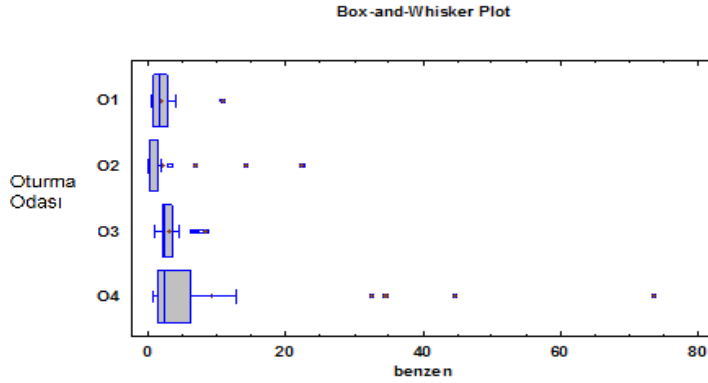
Dört Dönemde Oturma Odasındaki BTEKS (Benzen, Toluen, Etil benzene, Ksilen) Maddelerinin Karşılaştırılması

Benzen konsantrasyonları dört dönem boyunca incelendiğinde, en yüksek konsantrasyon $73,54 \mu\text{g.m}^{-3}$ ile dördüncü dönemde gözlemlenmiştir. En düşük ise

0,02 $\mu\text{g.m}^{-3}$ ile ikinci dönem oturma odasında gözlenmiştir (Çizelge 4-11, Şekil 4-34).

Çizelge 4-11 benzenin ortalama, minimum ve maksimum konsantrasyonu

Mekan	N	Ortalama ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	Minimum ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	Maksimum ($\mu\text{g.m}^{-3}$)
Oturma1	37	2,09	0,44	10,84
Oturma 2	38	2,22	0,02	22,48
Oturma 3	38	3,18	1,04	8,49
Oturma 4	38	9,24	0,82	73,54



Şekil 4-29 Dört Dönem için Oturma Odası Benzen Karşılaştırması

Oturma odalarında dört dönem örnekleme sonucu gruplar arasında çoklu aralığı testi yapılmıştır ve sonuç olarak istatistiksel olarak en az anlamlı farkın (LSD) IV. dönem ile birinci, ikinci ve üçüncü dönemler arasında olduğu görülmüştür (Çizelge 4-12).

Çizelge 4-12 Oturma Odalarında Dört Dönem Örnekleme Sonucu Gruplar Arasında İstatistiksel İlişkisi

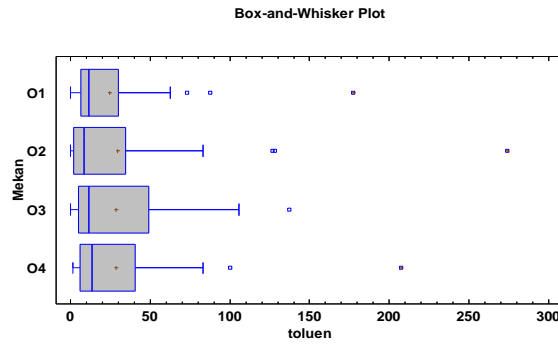
Mekan	N	Ortalama ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	Homojen Gruplar
Oturma1	37	2,09	X
Oturma2	38	2,22	X
Oturma3	38	3,18	X
Oturma4	38	9,24	X
Kontrast	Anlamlı	Fark	+/- Limit
Oturma1 - Oturma2		-0,13	3,89
Oturma1 - Oturma3		-1,09	3,89
Oturma1 - Oturma4	*	-7,15	3,89
Oturma2 - Oturma3		-0,96	3,86
Oturma2 - Oturma4	*	-7,02	3,86
Oturma3 - Oturma4	*	-6,06	3,86

* İstatistiksel olarak anlamlı farklılık; (O1: I.dönem oturma odası; O2: II.dönem oturma odası; O3: III.dönem oturma odası; O4: IV.dönem oturma odası)

En düşük toluen değeri 0.06 $\mu\text{g.m}^{-3}$ ile ikinci dönemde oturma odasında ve en yüksek toluen değeri 274,04 $\mu\text{g.m}^{-3}$ ile ikinci dönemde ölçülmüştür (Çizelge 4-13, Şekil 4-35).

Çizelge 4-13 toluenin ortalama, minimum ve maksimum konsantrasyonu

Mekan	N	Ortalama ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	Minimum ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	Maksimum ($\mu\text{g.m}^{-3}$)
Oturma1	36	24,79	0,36	177,35
Oturma2	38	29,71	0,06	274,04
Oturma3	38	28,81	0,11	137,35
Oturma4	38	28,72	1,45	207,21



Şekil 4-30 Dört Dönem için Oturma Odası Toluene Karşılaştırması

Oturma odalarında dört dönem örnekleme sonucu gruplar arasında çoklu aralığı testi yapılmıştır ve sonuç olarak toluen için İstatistiksel olarak anlamlı fark olmadığı görülmüştür (Çizelge 4-14).

Çizelge 4-14 Oturma Odalarında Dört Dönem Örnekleme Sonucu Gruplar Arasında İstatistiksel İlişkisi

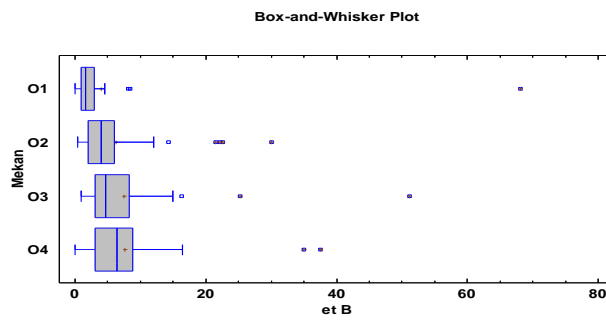
Mekan	N	Ortalama ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	Homojen Gruplar
Oturma1	36	24,79	X
Oturma4	38	28,72	X
Oturma3	38	28,82	X
Oturma2	38	29,71	X
Kontrast	Anlamlı	Fark	+/- Limit
Oturma1 - Oturma2		-4.91	18.78
Oturma1 - Oturma3		-4.02	18.78
Oturma1 - Oturma4		-3.92	18.78
Oturma2 - Oturma3		0.89	18.52
Oturma2 - Oturma4		0.99	18.52
Oturma3 - Oturma4		0.09	18.52

* İstatistiksel olarak anlamlı farklılık

Etilenbenzenin en yüksek konsantrasyonu $68,05 \mu\text{g.m}^{-3}$ ile birinci dönemde oturma odalarında gözlemlenmiştir (Çizelge 4-15, Şekil 4-36).

Çizelge 4-15 Etilbenzenin ortalama, minimum ve maksimum konsantrasyonu

Mekan	N	Ortalama ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	Minimum ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	Maksimum ($\mu\text{g.m}^{-3}$)
Oturma1	36	4,03	0,01	68,05
Oturma2	38	6,33	0,48	30,05
Oturma3	38	7,44	0,97	51,13
Oturma4	38	7,62	0,06	37,59



Şekil 4-31 Dört Dönem için Oturma Odası Etilbenzen Karşılaştırması

Oturma odalarında dört dönem örnekleme sonucu gruplar arasında çoklu aralığı testi yapılmıştır ve sonuç olarak etilbenzen için istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığı görülmektedir (Çizelge 4-16).

Çizelge 4-16 Oturma Odalarında Dört Dönem Örnekleme Sonucu Gruplar Arasında İstatistiksel İlişkisi

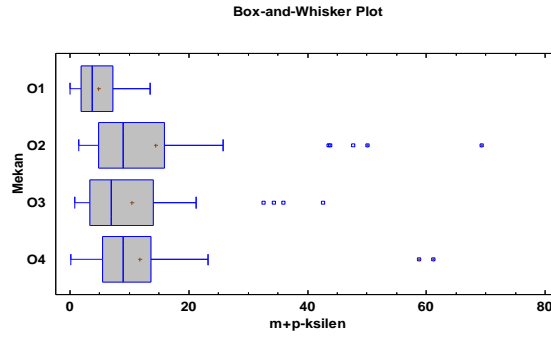
Mekan	N	Ortalama ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	Homojen Gruplar
Oturma1	36	4,03	X
Oturma2	38	6,34	X
Oturma3	38	7,44	X
Oturma4	38	7,62	X
Kontrast	Anlamlı	Fark	+/- Limit
Oturma1 - Oturma2		-2,31	4,055
Oturma1 - Oturma3		-3,41	4,055
Oturma1 - Oturma4		-3,59	4,055
Oturma2 - Oturma3		-1,11	3,99
Oturma2 - Oturma4		-1,28	3,99
Oturma3 - Oturma4		-0,17	3,99

* İstatistiksel olarak anlamlı farklılık

İkinci dönem örnekleme sonucu en yüksek m,p-ksilen konsantrasyonu $69,30 \mu\text{g.m}^{-3}$ ile oturma odalarında, en düşük konsantrasyonu ise $0,05 \mu\text{g.m}^{-3}$ ile birinci dönemde gözlemlenmiştir (Çizelge 4-17, Şekil 4-37).

Çizelge 4-17 m,p-ksilenin ortalama, minimum ve maksimum konsantrasyonu

Mekan	N	Ortalama ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	Minimum ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	Maksimum ($\mu\text{g.m}^{-3}$)
Oturma1	37	4,78	0,05	13,52
Oturma2	38	14,43	1,51	69,3
Oturma3	38	10,48	0,78	42,55
Oturma4	38	11,77	0,12	61,11



Şekil 4-32 Dört Dönem için Oturma Odası m,p-Ksilen Karşılaştırması

Oturma odalarında dört dönem örnekleme sonucunda gruplar arasında çoklu aralığı testi yapılmıştır ve sonuç olarak istatistiksel olarak en az anlamlı farkın (LSD) I. dönemle ikinci, üçüncü ve dördüncü dönem arasında olduğu görülmüştür (Çizelge 4-18).

Çizelge 4-18 Oturma Odalarında Dört Dönem Örnekleme Sonucu Gruplar Arasında İstatistiksel İlişkisi

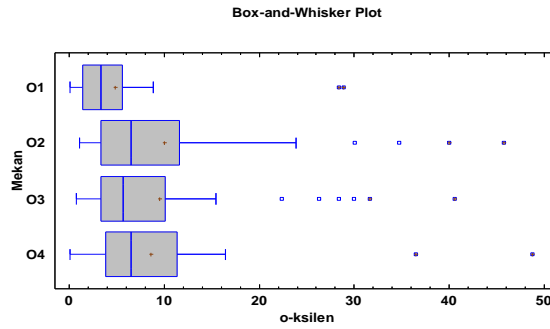
Mekan	N	Ortalama ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	Homojen Gruplar
Oturma1	37	4,78	X
Oturma3	38	10,48	X
Oturma4	38	11,75	X
Oturma2	38	14,43	X
Kontrast	Anlamlı	Fark	+/- Limit
Oturma1 - Oturma2	*	-9,65	5,34
Oturma1 - Oturma3	*	-5,71	5,34
Oturma1 - Oturma4	*	-6,99	5,34
Oturma2 - Oturma3		3,95	5,31
Oturma2 - Oturma4		2,66	5,31
Oturma3 - Oturma4		-1,28	5,31

* İstatistiksel olarak anlamlı farklılık

Oturma odalarındaki örnekleme sonucunda o-ksilenin en yüksek konsantrasyonun 45,76 $\mu\text{g.m}^{-3}$ ile ikinci dönemde ve en düşük konsantrasyonun ise 0,08 $\mu\text{g.m}^{-3}$ ile dördüncü dönemde olduğu gözlenmiştir (Çizelge 4-19, Şekil 4-38).

Çizelge 4-19 o-ksilenin ortalama, minimum ve maksimum konsantrasyonu

Mekan	N	Ortalama ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	Minimum ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	Maksimum ($\mu\text{g.m}^{-3}$)
Oturma1	37	4,89	0,09	28,9
Oturma2	38	10,07	1,07	45,76
Oturma3	38	9,53	0,79	40,52
Oturma4	38	8,61	0,08	48,7



Şekil 4-33 Dört Dönem için Oturma Odası o-Ksilen Karşılaştırması

Oturma odalarında dört dönem örnekleme sonucu gruplar arasında çoklu aralığı testi yapılmıştır ve sonuç olarak istatistiksel olarak en az anlamlı farkın (LSD) I.dönem ve ikinci dönem ile birinci ve üçüncü dönem arasında olduğu ölçülmüştür(Çizelge 4-20).

Çizelge 4-20 Oturma Odalarında Dört Dönem Örnekleme Sonucu Gruplar Arasında İstatistiksel İlişkisi

Mekan	N	Ortalama ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	Homojen Gruplar
Oturma1	37	4,89	X
Oturma4	38	8,61	XX
Oturma3	38	9,53	X
Oturma2	38	10,07	X
Kontrast	Anlamlı	Fark	+/- Limit
Oturma1 - Oturma2	*	-5,18	4,27
Oturma1 - Oturma3	*	-4,64	4,27
Oturma1 - Oturma4		-3,714	4,27
Oturma2 - Oturma3		0,54	4,24
Oturma2 - Oturma4		1,464	4,24
Oturma3 - Oturma4		0,924	4,24

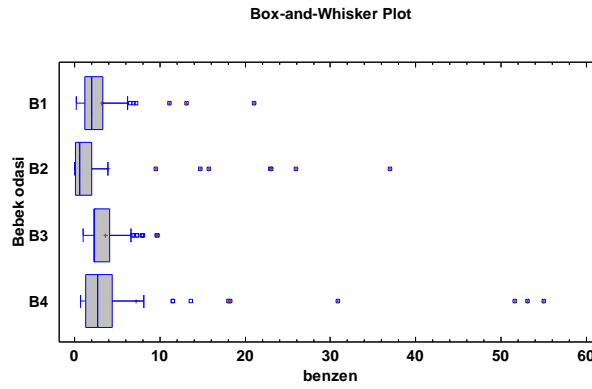
* İstatistiksel olarak anlamlı farklılık; (O1: I.dönem oturma odası; O2: II.dönem oturma odası; O3: III.dönem oturma odası; O4: IV.dönem oturma odası)

Dört Dönem için Bebek Odasında BTEKS (Benzen, Toluen, Etil benzene, Ksilen) Maddelerinin Karşılaştırılması

Bebek odalarında dört dönem örnekleme sonucu en yüksek benzen konsantrasyonu 54,94 $\mu\text{g.m}^{-3}$ ile dördüncü dönemde ve en düşük benzen konsantrasyonu 0,04 $\mu\text{g.m}^{-3}$ ile ikinci dönemde gözlemlenmiştir (Çizelge 4-21, Şekil 4-39).

Çizelge 4-21 benzenin ortalama, minimum ve maksimum konsantrasyonu

Mekan	N	Ortalama ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	Minimum ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	Maksimum ($\mu\text{g.m}^{-3}$)
Bebek1	45	3,25	0,18	21,01
Bebek2	45	3,97	0,04	36,97
Bebek3	45	3,63	1,00	9,74
Bebek4	50	7,23	0,70	54,94



Şekil 4-34 Dört Dönem Bebek Odası benzen Karşılaştırması

Bebek odasında dört dönem örnekleme sonucu gruplar arasında çoklu aralığı testi yapılmış ve sonuç olarak benzen için istatistiksel olarak en az anlamlı farkın (LSD) I.dönem ve dördüncü dönem ile üçüncü dönem ve dördüncü dönem arasında olduğu görülmüştür (Çizelge 4-22).

Çizelge 4-22 Bebek Odalarında Dört Dönem Örnekleme Sonucu Gruplar Arasında İstatistiksel İlişkisi

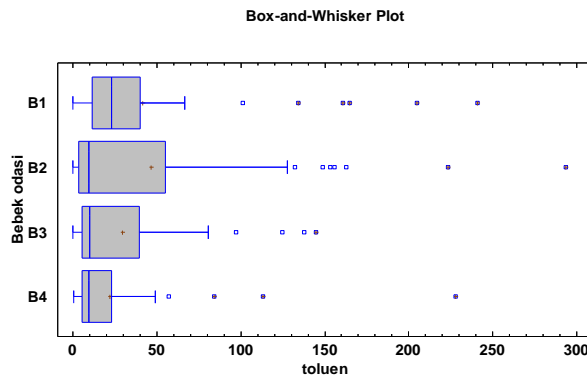
Mekan	N	Ortalama ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	Homojen Gruplar
Bebek1	45	3,25	X
Bebek3	45	3,63	X
Bebek2	45	3,97	XX
Bebek4	50	7,23	X
Kontrast	Anamlı	Fark	+/- Limit
Bebek1 - Bebek2		-0,722889	3,41
Bebek1 - Bebek3		-0,38	3,41
Bebek1 - Bebek4	*	-3,98	3,33
Bebek2 - Bebek3		0,341	3,41
Bebek2 - Bebek4		-3,26	3,33
Bebek3 - Bebek4	*	-3,59	3,33

* İstatistiksel olarak anlamlı farklılık

Toluen en yüksek $293,77 \mu\text{g.m}^{-3}$ ile ikinci dönem ve en düşük $0,14 \mu\text{g.m}^{-3}$ ile üçüncü dönemde gözlenmiştir (Çizelge 4-23, Şekil 4-40).

Çizelge 4-23 toluenin ortalama, minimum ve maksimum konsantrasyonu

Mekan	N	Ortalama ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	Minimum ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	Maksimum ($\mu\text{g.m}^{-3}$)
Bebek1	45	41,59	0,22	240,77
Bebek2	45	46,42	0,36	293,19
Bebek3	45	29,46	0,14	144,98
Bebek4	50	22,19	0,66	227,87



Şekil 4-35 Dört Dönem Bebek Odası Toluen Karşılaştırması

Bebek odalarında dört dönem örnekleme sonucu gruplar arasında çoklu aralığı testi yapılmış ve sonuç olarak toluen için istatistiksel olarak en az anlamlı farkın (LSD) ikinci dönem ve dördüncü dönem arasında olduğu görülmektedir (Çizelge 4-24).

Çizelge 4-24 Bebek Odalarında Dört Dönem Örnekleme Sonucu Gruplar Arasında İstatistiksel İlişkisi

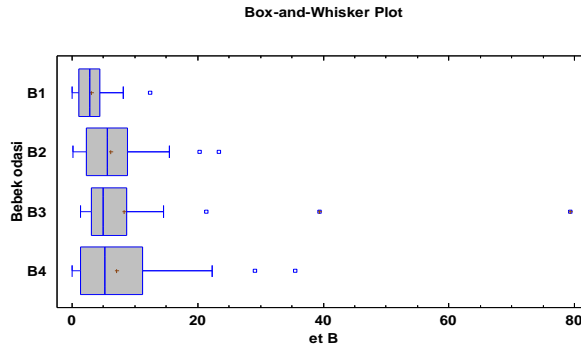
Mekan	N	Ortalama ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	Homogen Gruplar
Bebek4	50	22.19	X
Bebek3	45	29.46	XX
Bebek1	45	41.59	XX
Bebek2	45	46.42	X
Kontrast	Anlamlı	Fark	+/- Limit
Bebek1 - Bebek2		-4,82	21,22
Bebek1 - Bebek3		12,14	21,22
Bebek1 - Bebek4		19,40	20,69
Bebek2 - Bebek3		16,96	21,22
Bebek2 - Bebek4	*	24,22	20,69
Bebek3 - Bebek4		7,26	20,69

* İstatistiksel olarak anlamlı farklılık

Bebek odalarında etilbenzenin en yüksek konsantrasyonu $79,30 \mu\text{g.m}^{-3}$ ile üçüncü dönemde, en düşük konsantrasyonu ise $0,04 \mu\text{g.m}^{-3}$ ile dördüncü dönemde gözlemlenmiştir (Çizelge 4-25, Şekil 4-41).

Çizelge 4-25 etilbenzenin ortalama, minimum ve maksimum konsantrasyonu

Mekan	N	Ortalama ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	Minimum ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	Maksimum ($\mu\text{g.m}^{-3}$)
Bebek1	44	3.13	0.06	12.42
Bebek2	45	6.23	0.14	23.36
Bebek3	45	8.26	1.31	79.3
Bebek4	51	7.07	0.04	35.5



Şekil 4-36 Dört Dönem Bebek Odası Etilbenzen Karşılaştırması

Dört dönem örnekleme sonucu bebek odasında gruplar arasında çoklu aralığı testi yapılmış ve sonuç olarak etilbenzen için istatistiksel olarak en az anlamlı farkın (LSD) birinci dönem ile üçüncü ve dördüncü dönem arasında olduğu görülmektedir (Çizelge 4-26).

Çizelge 4-26 Bebek Odalarında Dört Dönem Örnekleme Sonucu Gruplar Arasında İstatistiksel İlişkisi

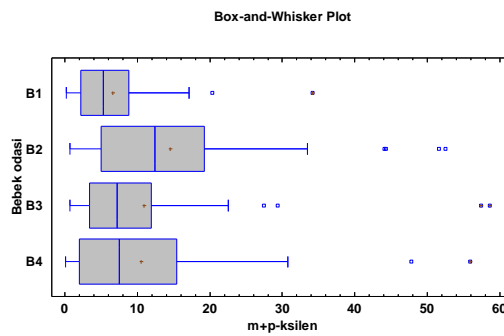
Mekan	N	Ortalama ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	Homojen Gruplar
Bebek1	44	3,13	X
Bebek2	45	6,23	XX
Bebek4	51	7,07	X
Bebek3	45	8,26	X
Kontrast	Anlamlı	Fark	+/- Limit
Bebek1 - Bebek2		-3,09	3,293
Bebek1 - Bebek3	*	-5,13	3,29
Bebek1 - Bebek4	*	-3,94	3,19
Bebek2 - Bebek3		-2,03	3,27
Bebek2 - Bebek4		-0,84	3,17
Bebek3 - Bebek4		1,19	3,17

* İstatistiksel olarak anlamlı farklılık

Bebek odasında m,p-ksilen, $58,59 \mu\text{g.m}^{-3}$ ile üçüncü dönemde en yüksek ve $0,08 \mu\text{g.m}^{-3}$ ile dördüncü dönemde en düşük değerde ölçülmüştür (Çizelge 4-27, Şekil 4-42).

Çizelge 4-27 m,p-ksilenin ortalama, minimum ve maksimum konsantrasyonu

Mekan	N	Ortalama ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	Minimum ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	Maksimum ($\mu\text{g.m}^{-3}$)
Bebek1	45	6,60	0,2	34,18
Bebek2	45	14,54	0,71	52,51
Bebek3	45	10,97	0,75	58,59
Bebek4	51	10,54	0,08	55,85



Şekil 4-37 Dört Dönem Bebek Odası m,p-ksilen Karşılaştırması

Dört dönem örnekleme sonucu bebek odasında gruplar arasında çoklu aralığı testi yapılmış ve sonuç olarak m,p-ksilen için istatistiksel olarak en az anlamlı farkın (LSD) birinci dönem ve ikinci dönem arasında olduğu görülmüştür(Çizelge 4-28).

Çizelge 4-28 Bebek Odalarında Dört Dönem Örnekleme Sonucu Gruplar Arasında İstatistiksel İlişkisi

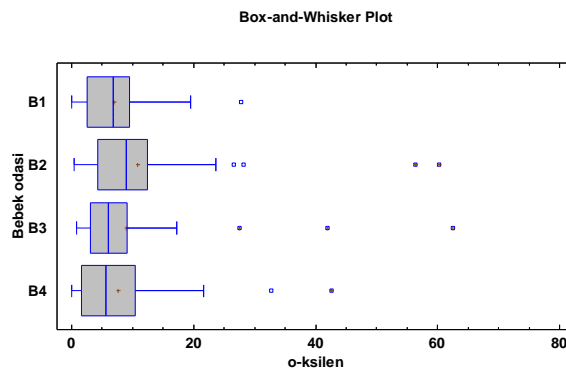
Mekan	N	Ortalama ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	Homojen Gruplar
Bebek1	45	6,60	X
Bebek4	51	10,54	XX
Bebek3	45	10,96	XX
Bebek2	45	14,54	X
Kontrast	Anlamlı	Fark	+/- Limit
Bebek1 - Bebek2	*	-7,945	4,65
Bebek1 - Bebek3		-4,36	4,65
Bebek1 - Bebek4		-3,945	4,515
Bebek2 - Bebek3		3,585	4,65
Bebek2 - Bebek4		3,995	4,515
Bebek3 - Bebek4		0,41	4,515

* İstatistiksel olarak anlamlı farklılık

Bebek odasında, o-ksilen, $62,54 \mu\text{g.m}^{-3}$ ile üçüncü dönemde en yüksek ve dördüncü dönemde $0,05 \mu\text{g.m}^{-3}$ ile en düşük değerde gözlemlenmiştir (Çizelge 4-29, Şekil 4-43).

Çizelge 4-29 o-ksilenin ortalama, minimum ve maksimum konsantrasyonu

Mekan	N	Ortalama ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	Minimum ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	Maksimum ($\mu\text{g.m}^{-3}$)
Bebek1	45	6,97	0,09	27,77
Bebek2	45	10,86	0,39	60,25
Bebek3	45	9,01	0,8	62,54
Bebek4	51	7,63	0,05	42,54



Şekil 4-38 Dört DönemBebek Odası o-ksilen Karşılaştırması

Dört dönem örnekleme sonunda bebek odalarında o-ksilen için gruplar arasında çoklu aralığı testi yapılmıştır ve sonuç olarak istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığı görülmüştür (Çizelge 4-30).

Çizelge 4-30 Bebek Odalarında Dört Dönem Örnekleme Sonucu Gruplar Arasında İstatistiksel İlişkisi

Mekan	N	Ortalama ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	Homojen Gruplar
Bebek1	45	6,97	X
Bebek4	51	7,63	X
Bebek3	45	9,013	X
Bebek2	45	10,86	X
Kontrast	Anlamlı	Fark	+/- Limit
Bebek1 - Bebek2		-3,89	3,98
Bebek1 - Bebek3		-2,05	3,98
Bebek1 - Bebek4		-0,66	3,86
Bebek2 - Bebek3		1,85	3,98
Bebek2 - Bebek4		3,23	3,86
Bebek3 - Bebek4		1,389	3,86

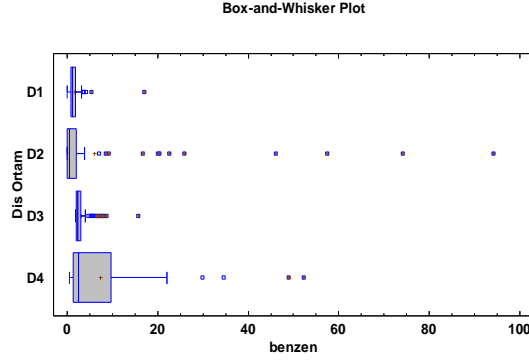
* İstatistiksel olarak anlamlı farklılık

- *Dört Dönem için Dış Ortamda BTEKS (Benzen, Toluen, Etil benzene, Ksilen) Maddelerinin Karşılaştırılması*

Dört dönem örnekleme sonucu dış ortamda en yüksek benzen konsantrasyonu $94,17 \mu\text{g/m}^{-3}$ ile ikinci dönemde (kış dönemi) görülmektedir (Çizelge 4-31, Şekil 4-44).

Çizelge 4-31 benzenin ortalama, minimum ve maksimum konsantrasyonu

Mekan	N	Ortalama ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	Minimum ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	Maksimum ($\mu\text{g.m}^{-3}$)
Dış Ortam1	74	1,69	0,03	17,06
Dış Ortam 2	74	6,06	0,02	94,17
Dış Ortam 3	74	3,18	1,88	15,65
Dış Ortam 4	58	7,46	0,49	52,17



Şekil 4-39 Dört Dönem Dış Ortam Benzen Karşılaştırması

Dört dönem örnekleme sonunda dış ortamda benzen için gruplar arasında çoklu aralığı testi yapılmış ve sonuçta istatistiksel olarak en az anlamlı farkın (LSD) birinci ve ikinci dönem, birinci ve dördüncü dönem ile üçüncü ve dördüncü dönem benzen konsantrasyonları arasında olduğu görülmüştür (Çizelge 4-32).

Çizelge 4-32 Dış Ortam Dört Dönem Örnekleme Sonucu Gruplar Arasında İstatistiksel İlişkisi

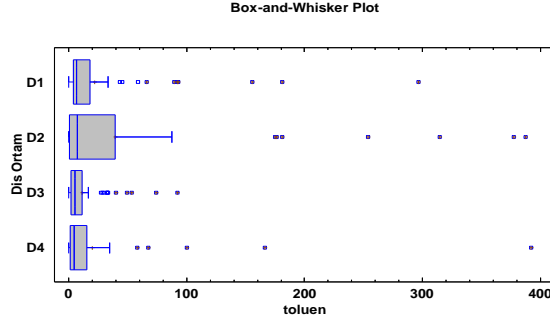
Mekan	N	Ortalama ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	Homojen Gruplar
Dış Ortam 1	74	1,69	X
Dış Ortam 3	74	3,18	XX
Dış Ortam 2	74	6,06	XX
Dış Ortam 4	58	7,46	X
Kontrast	Anlamlı	Fark	+/- Limit
Dış Ortam 1 - Dış Ortam 2	*	-4,36	3,22
Dış Ortam 1 - Dış Ortam 3		-1,48	3,22
Dış Ortam 1 - Dış Ortam 4	*	-5,76	3,43
Dış Ortam 2 - Dış Ortam 3		2,89	3,22
Dış Ortam 2 - Dış Ortam 4		-1,39	3,43
Dış Ortam 3 - Dış Ortam 4	*	-4,28	3,43

* İstatistiksel olarak anlamlı farklılık

Dört dönem örnekleme sonucu dış ortamda en yüksek toluen konsantrasyonu 392,16 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ile dördüncü dönemde, en düşük ise 0,01 $\mu\text{g.m}^{-3}$ ile birinci ve dördüncü dönemde görülmüştür (Çizelge 4-33, Şekil 4-45).

Çizelge 4-33 toluenin ortalama, minimum ve maksimum konsantrasyonu

Mekan	N	Ortalama ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	Minimum ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	Maksimum ($\mu\text{g.m}^{-3}$)
Dış Ortam 1	74	22,38	0,28	296,18
Dış Ortam 2	74	39,23	0,01	387,16
Dış Ortam 3	74	11,48	0,12	92,33
Dış Ortam 4	59	19,91	0,01	392,16



Şekil 4-40 Dört Dönem Dış Ortam Toluen Karşılaştırması

Dört dönem örnekleme sonunda dış ortam toluen sonuçları için gruplar arasında çoklu aralığı testi yapılmış ve istatistiksel olarak en az anlamlı farkın (LSD) ikinci ile üçüncü dönem, ve ikinci ile dördüncü dönem arasında olduğu görülmüştür (Çizelge 4-34).

Çizelge 4-34 Dış Ortam Dört Dönem Örnekleme Sonucu Gruplar Arasında İstatistiksel İlişkisi

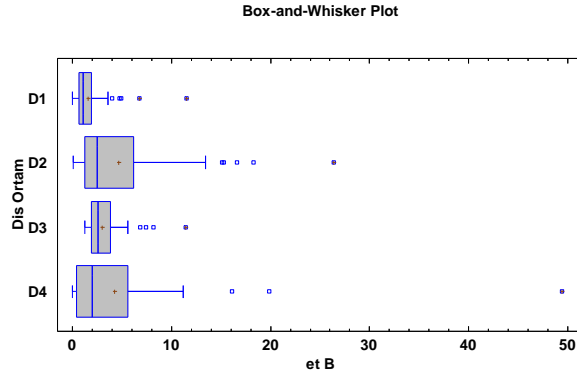
Mekan	N	Ortalama ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	Homojen Gruplar
Dış Ortam 3	74	11,48	X
Dış Ortam 4	59	19,91	X
Dış Ortam 1	74	22,38	XX
Dış Ortam 2	74	39,23	X
Kontrast	Anlamlı	Fark	+/- Limit
Dış Ortam 1 - Dış Ortam 2		-16,85	17,79
Dış Ortam 1 - Dış Ortam 3		10,91	17,79
Dış Ortam 1 - Dış Ortam 4		2,47	18,89
Dış Ortam 2 - Dış Ortam 3	*	27,76	17,79
Dış Ortam 2 - Dış Ortam 4	*	19,32	18,89
Dış Ortam 3 - Dış Ortam 4		-8,43	18,89

* İstatistiksel olarak anlamlı farklılık

Dört dönem örnekleme sonucu dış ortamda en yüksek etilbenzen konsantrasyonu 49,38 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ile dördüncü dönemde (kış dönemi) görülmektedir (Çizelge 4-35, Şekil 4-46).

Çizelge 4-35 etilbenzenin ortalama, minimum ve maksimum konsantrasyonu

Mekan	N	Ortalama ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	Minimum ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	Maksimum ($\mu\text{g.m}^{-3}$)
Dış Ortam 1	74	1,64	0,04	11,56
Dış Ortam 2	74	4,66	0,1	26,38
Dış Ortam 3	74	3,03	1,27	11,42
Dış Ortam 4	59	4,29	0,02	49,38



Şekil 4-41 Dört Dönem Dış Ortam Etilbenzen Karşılaştırması; (D1: I.dönem dış ortamı; D2:II.dönem dış ortamı; D3: III.dönem dış ortamı; D4: IV.dönem dış ortamı)

Dört dönem örnekleme sonunda dış ortam etilbenzen sonuçları için gruplar arasında çoklu aralığı testi yapılmış ve istatistiksel olarak en az anlamlı farkın (LSD) birinci ile ikinci dönem, birinci ile dördüncü dönem ve ikinci ile üçüncü dönem arasında olduğu görülmüştür (Çizelge 4-36).

Çizelge 4-36 Dış Ortam Dört Dönem Örnekleme Sonucu Gruplar Arasında İstatistiksel İlişkisi

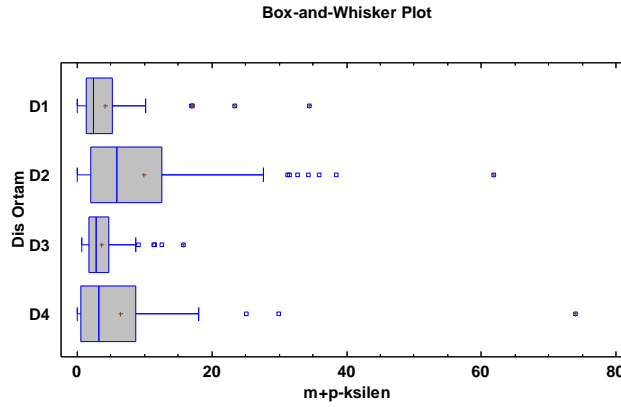
Mekan	N	Ortalama ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	Homojen Gruplar
Dış Ortam 1	74	1,64	X
Dış Ortam 3	74	3,03	XX
Dış Ortam 4	59	4,29	XX
Dış Ortam 2	74	4,66	X
Kontrast	Anlamlı	Fark	+/- Limit
Dış Ortam 1 - Dış Ortam 2	*	-3,03	1,4297
Dış Ortam 1 - Dış Ortam 3		-1,39	1,4297
Dış Ortam 1 - Dış Ortam 4	*	-2,65	1,51785
Dış Ortam 2 - Dış Ortam 3	*	1,63	1,4297
Dış Ortam 2 - Dış Ortam 4		0,38	1,51785
Dış Ortam 3 - Dış Ortam 4		-1,26	1,51785

* İstatistiksel olarak anlamlı farklılık

Dört dönem örnekleme sonucu dış ortamlarda en yüksek m,p-ksilen konsantrasyonu $74,00 \mu\text{g.m}^{-3}$ ile dördüncü dönemde ve en düşük $0,02 \mu\text{g.m}^{-3}$ ile yine dördüncü dönemde gözlenmiştir (Çizelge 4-37, Şekil 4-47).

Çizelge 4-37 m,p-ksilenin ortalama, minimum ve maksimum konsantrasyonu

Mekan	N	Ortalama ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	Minimum ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	Maksimum ($\mu\text{g.m}^{-3}$)
Dış Ortam 1	74	4,16	0,05	34,51
Dış Ortam 2	74	9,94	0,06	61,84
Dış Ortam 3	74	3,69	0,76	15,76
Dış Ortam 4	59	6,41	0,02	74,00



Şekil 4-42 Dört Dönem Dış Ortam m,p-Ksilen Karşılaştırması; (D1: I.dönem dış ortamı; D2:II.dönem dış ortamı; D3: III.dönem dış ortamı; D4: IV.dönem dış ortamı)

Dört dönem örnekleme sonunda dış ortam m,p-ksilen sonuçları için gruplar arasında çoklu aralığı testi yapılmıştır ve istatistiksel olarak en az anlamlı farkın (LSD) birinci ile ikinci dönem, ikinci ile üçüncü dönem ve ikinci ile dördüncü dönemler arasında olduğu görülmüştür (Çizelge 4-38).

Çizelge 4-38 Dış Ortam Dört Dönem Örnekleme Sonucu Gruplar Arasında İstatistiksel İlişkisi

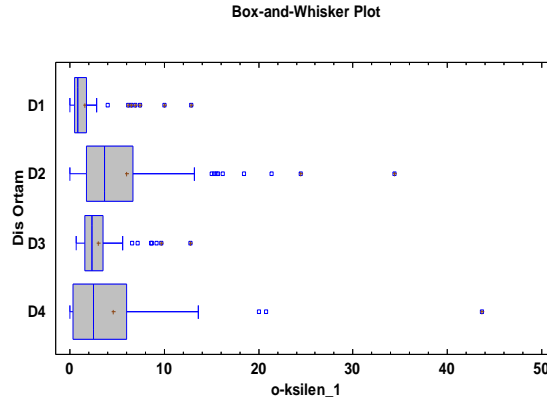
Mekan	N	Ortalama ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	Homojen Gruplar
Dış Ortam 3	74	3,69	X
Dış Ortam 1	74	4,16	X
Dış Ortam 4	59	6,41	X
Dış Ortam 2	74	9,94	X
Kontrast	Anlamlı	Fark	+/- Limit
Dış Ortam 1 - Dış Ortam 2	*	-5,79	2,72
Dış Ortam 1 - Dış Ortam 3		0,46	2,72
Dış Ortam 1 - Dış Ortam 4		-2,25	2,89
Dış Ortam 2 - Dış Ortam 3	*	6,25	2,72
Dış Ortam 2 - Dış Ortam 4	*	3,54	2,89
Dış Ortam 3 - Dış Ortam 4		-2,71	2,89

* İstatistiksel olarak anlamlı farklılık

Dört dönem örnekleme sonucu dış ortamda o-ksilen en yüksek olarak $43,61 \mu\text{g/m}^3$ ile dördüncü dönemde (kış dönemi) ve en düşük olarak $0,01 \mu\text{g.m}^{-3}$ değeri ile ikinci dönemde gözlemlenmiştir (Çizelge 4-39, Şekil 4,48).

Çizelge 4-39 o-ksilenin ortalama, minimum ve maksimum konsantrasyonu

Mekan	N	Ortalama ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	Minimum ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	Maksimum ($\mu\text{g.m}^{-3}$)
Dış Ortam 1	74	1,64	0,06	12,84
Dış Ortam 2	73	5,99	0,02	34,36
Dış Ortam 3	74	3,03	0,7	12,76
Dış Ortam 4	59	4,59	0,03	43,61



Şekil 4-43Dört Dönem Dış Ortam o-Ksilen Karşılaştırması

Dört dönem örnekleme sonunda dış ortam o-ksilen sonuçları için gruplar arasında çoklu aralığı testi yapılmıştır ve İstatistiksel olarak en az anlamlı farkın (LSD) birinci ile ikinci dönem, birinci ile dördüncü dönem ve ikinci ile üçüncü dönemler arasında olduğu görülmüştür (Çizelge 4-40).

Çizelge 4-40 Dış Ortam Dört Dönem Örnekleme Sonucu Gruplar Arasında İstatistiksel İlişkisi

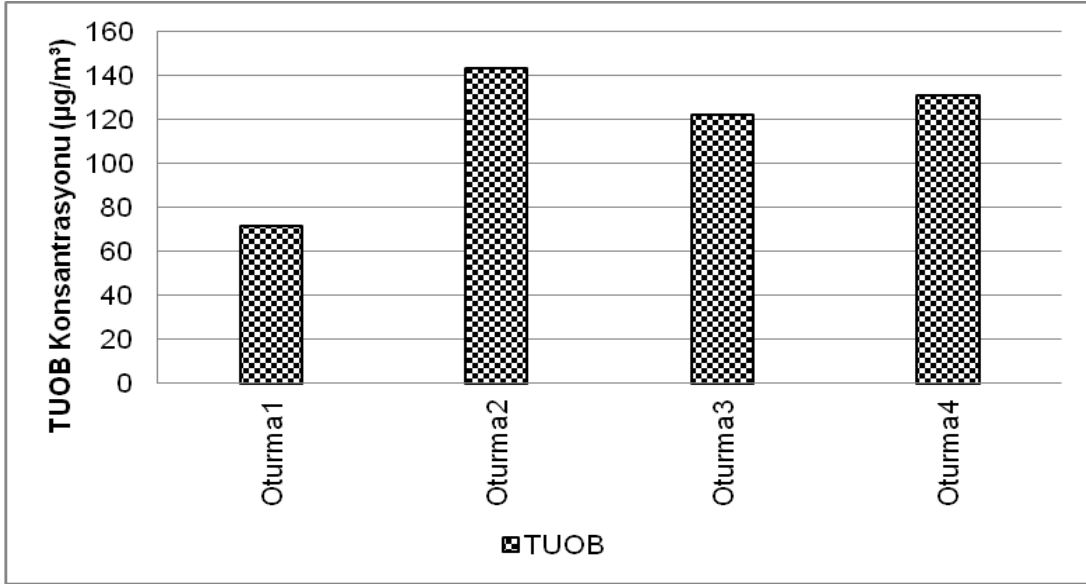
Mekan	N	Ortalama ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	Homojen Gruplar
Dış Ortam 1	74	1,64	X
Dış Ortam 3	74	3,03	XX
Dış Ortam 4	59	4,59	XX
Dış Ortam 2	73	5,99	X
Kontrast	Anlamlı	Fark	+/- Limit
Dış Ortam 1 - Dış Ortam 2	*	-4,35	1,58
Dış Ortam 1 - Dış Ortam 3		-1,39	1,58
Dış Ortam 1 - Dış Ortam 4	*	-2,96	1,67
Dış Ortam 2 - Dış Ortam 3	*	2,96	1,58
Dış Ortam 2 - Dış Ortam 4		1,39	1,68
Dış Ortam 3 - Dış Ortam 4		-1,57	1,67

* İstatistiksel olarak anlamlı farklılık

Birinci, İkinci, Üçüncü ve Dördüncü Dönem Aynı Evlerin İç Mekanlardaki TUOB'lerin Karşılaştırılması ve Sonuçları

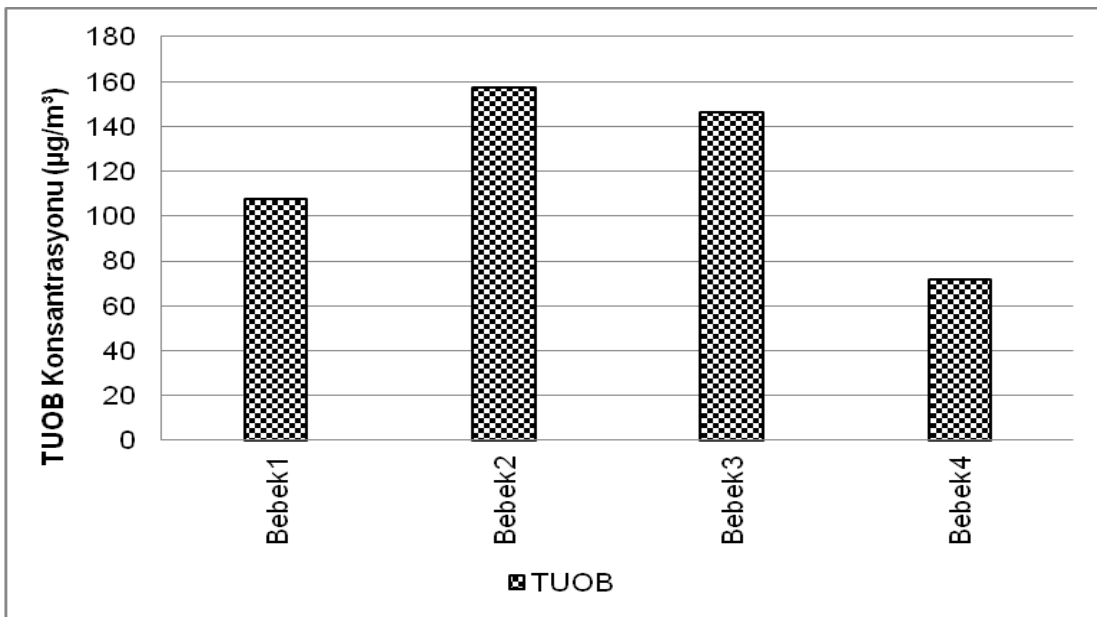
İnceleme yapılan dört ölçüm döneminde TUOB konsantrasyonları kıyaslandığı zaman, mevsimsel farklılıklar gözlenmiştir. Ölçüm yapılan tüm ortamlarda, en yüksek değerlere sonbahar-kış döneminde rastlanırken, yaz döneminde TUOB değerleri azalmaktadır. Bunun nedeninin havaların soğumasıyla birlikte evlerde havalandırmanın en az düzeyde gerçekleştirilmesi olduğu düşünülmektedir. Toplam Uçucu Organik bileşiklerin konsantrasyonunun ikinci dönem en yüksek

değerlerde görülmesinin sebebi, sonbahar-kış mevsimine denk gelmesi, havalandırma yapılmaması ve bebeklerin yeni doğduğu döneme denk gelen bu dönemde yeni eşyaların alınması olabilir (Şekil 4-49).



Şekil 4-44 Birinci (yaz), İkinci (Kış), Üçüncü (yaz) ve Dördüncü (Kış) Dönemlerde Oturma Odalarında Ölçülen TUOB'lerin Karşılaştırması Ve Sonuçlar

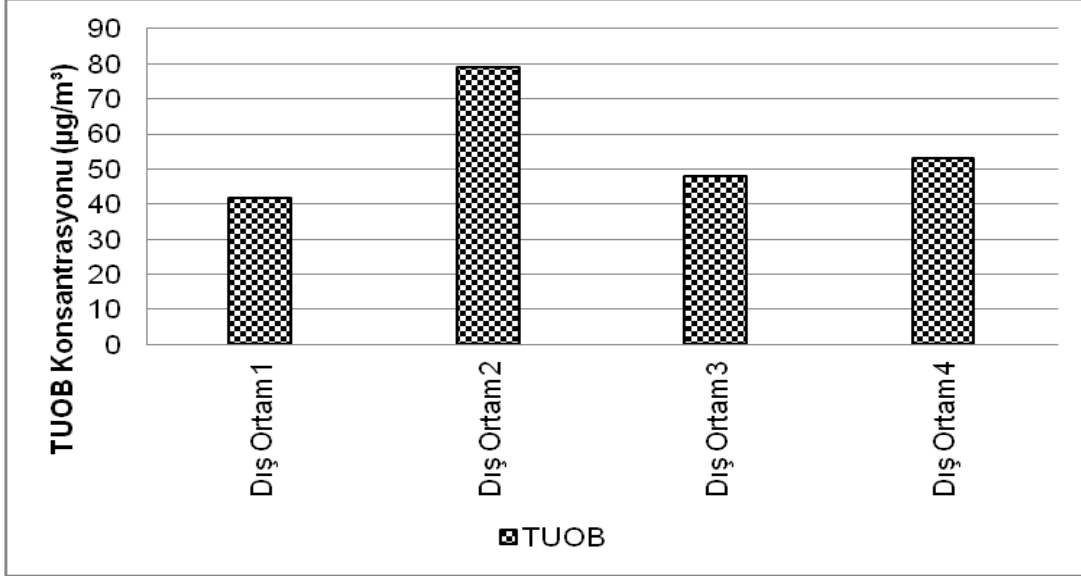
Dört dönem örnekleme sonucularına bakıldığında bebek odalarında Toplam Uçucu Organik Bileşiklerin (TUOB) en yüksek değeri ikinci dönemde görülmüştür (Şekil 4-50).



Şekil 4-45 Birinci (Yaz), İkinci (Kış), Üçüncü (Yaz) ve Dördüncü (Kış) Dönemlerde Bebek Odalarında Ölçülen TUOB'lerin konsantrasyonlarının Karşılaştırması Ve Sonuçları

Birinci, İkinci, Üçüncü ve Dördüncü Dönem Aynı Evlerin Dış Ortamda TUOB'lerin Karşılaştırılması ve Sonuçları

Dört dönem örnekleme sonucularına bakıldığında dış ortamda en yüksek Toplam Uçucu Organik Bileşik (TUOB) değeri ikinci dönemde görülmüştür (Şekil 4-51).



Şekil 4-46 Birinci (Yaz), İkinci (Kış), Üçüncü (Yaz) ve Dördüncü (Kış) Dönemlerin Dış Ortam TUOB konsantrasyonlarının Karşılaştırılması Ve Sonuçları

4.11. Dış Ortamda Gözlenen UOB Bileşiklerinin Meteorolojik Faktörlerle Değişimlerinin İncelenmesi

Dış ortamda gözlenen UOB'lerin meteorolojik faktörlere bağlı olarak değişiminin incelenmesi için örnekleme yapılan döneme ait meteorolojik veriler (sıcaklık, bağıl nem, rüzgar hızı, rüzgar yönü, hava basıncı ve yağış) Ankara Meteoroloji Genel Müdürlüğü tarafından temin edilmiştir. Dış ortam UOB ölçümleri ile meteorolojik değişkenler arasında korelasyon analiz yapılarak, konsantrasyonlar ile ilişkili meteorolojik değişkenler tespit edilmiştir. Çizelge 4-41,de dış ortamda ölçülen UOB'ler ile meteorolojik değişkenler arasındaki korelasyonları özetlemektedir. Bu çizelgeden görülebileceği gibi, BTEKS konsantrasyonları ile rüzgar hızı, sıcaklık ve bağıl nem arasında istatistiksel olarak anlamlı bir korelasyon görülmektedir.

Amerika Birleşik Devletlerinin İllinois Eyaletinde yapılan bir çalışmada tolueni örnek göstererek UOB'lerin konsantrasyonunun 6. ve 9. aylar arasında daha

yüksek bulunduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca konsantrasyonlar günlük sıcaklıkla da doğru orantılı bulunmuş ve bu sıcaklığa bağlı artışın nedeni buharlaşmanın fazla olduğu şeklinde açıklanmıştır. Ruzgar hızı ise UOB konsantrasyonu ile ters orantılı olarak bulunmuştur. Ruzgar havalandırma etkisi göstermekte ve UOB'leri dağıtarak konsantrasyonlarını düşürmektedir [120].

ABD New Jersey'de bir yerleşim bölgesinde yapılan çalışmada dış ortam UOB'lerle meteorolojik koşulların ilişkisi incelenmiştir. Bu çalışmaya göre stabil hava koşullarında ruzgar hızı azalmakta ve sıcaklık düşmektedir ve bu koşullarda UOB'lerin konsantrasyonu artmaktadır. Tersine yüksek ruzgar hızı ve sıcaklık durumlarında UOB'lerin konsantrasyonu azalmaktadır. Sıcaklığın artmasıyla azalan UOB konsantrasyonlarının nedeni soğuk havada çalışan araç motorları ve ısıtıcılar olduğu şeklinde açıklanmıştır. Sıcak havalarda beklenen ve benzin buharlaşmasından oluşan konsantrasyon artışı ise yaz aylarında benzinlere eklenen ve buharlaşmayı azaltan katkı maddesi şeklinde açıklanmıştır [121].

ABD'nin 3 farklı kentinde yapılan bir çalışmada bağıl nem ve ruzgar hızı UOB konsantrasyonları ile ters orantılı olarak bulunmuştur [82].

İzmirde petrokimya ve petrol rafinerisi bölgesinde yapılan çalışmada sıcaklık ve UOB konsantrasyonları arasındaki ilişki doğru orantılı olarak bulunmuştur. Yüksek ruzgar hızı ($5 \geq m s^{-1}$) kirleticilerin dağılmasına neden olurken bu çalışmada yüksek ruzgar hızı kirletici konsantrasyonlarının artmasıyla doğru orantılı görülmüştür. Yapılan çalışma sahasında yüksek hızlı ruzgarların genelde tesislerden ölçüm istasyonlarına doğru olduğu belirtilmiş ve artan UOB konsantrasyonlarının nedeni ruzgarın yönü olarak açıklanmıştır [122].

Nijerya İsolo sanayi bölgesinde yapılan çalışmada nem oranı yüksek ve düşük olan aylarda yapılan ölçüm sonuçları incelenmiş ve nem oranı düşük olan aylarda TUOB konsantrasyonu daha yüksek bulunmuştur. Bunun nedeni yüksek nemli aylarda yağmurun fazla olmasından doğan UOB'lerin yıkanması olacağı gibi kuru aylarda daha fazla olan sanayi faaliyetinde kaynaklanabilmektedir. Aynı çalışmada TUOB konsantrasyonu ve ruzgar hızı ilişkisi ise ters orantılı bulunmuştur [123].

Yapılan farklı çalışmalarda genel olarak UOB konsantrasyonu ile ruzgar hızı ters orantılı olarak bulunmuştur. Ruzgar yönü bu faktörü etkilemekte ve kirletici

kaynağından ölçüm istasyonlarına doğru hafif ruzgarlar yüksek ölçümlere neden olmaktadır[122]. Nem oranı ve UOB konsantrasyonları arasındaki ilişki ters orantılı olarak bulunmuştur. Yüksek nem oranı buharlaşmayı azaltmakta ve yağmur havada bulunan UOB'leri yıkayarak konsantrasyonlarını azaltmaktadır. Sıcaklığın etkisi ise farklı araştırmalarda farklı bulunmuştur. Yüksek sıcaklık buharlaşmaya bağlı oluşan UOB miktarlarında artmaya neden olurken fosil kaynaklı ısıtıcılar ve motor emisyonundan kaynaklanan UOB miktarlarında azalma etkenidir. Soğuk aylarda ise konut ısıtması ve soğuk çalışan araç motorları yakıt kaynaklı UOB'lern artmasına neden olmaktadır[120, 121].

Çizelge 4-41'de dış ortam UOB konsantrasyonları ile meteorolojik değişkenler arasındaki korelasyon matrisi örnekleme döneminde BTEKS konsantrasyonu ile sıcaklık, bağıl nem ve rüzgar hızı arasında korelasyon olup olmadığı gösterilmektedir.

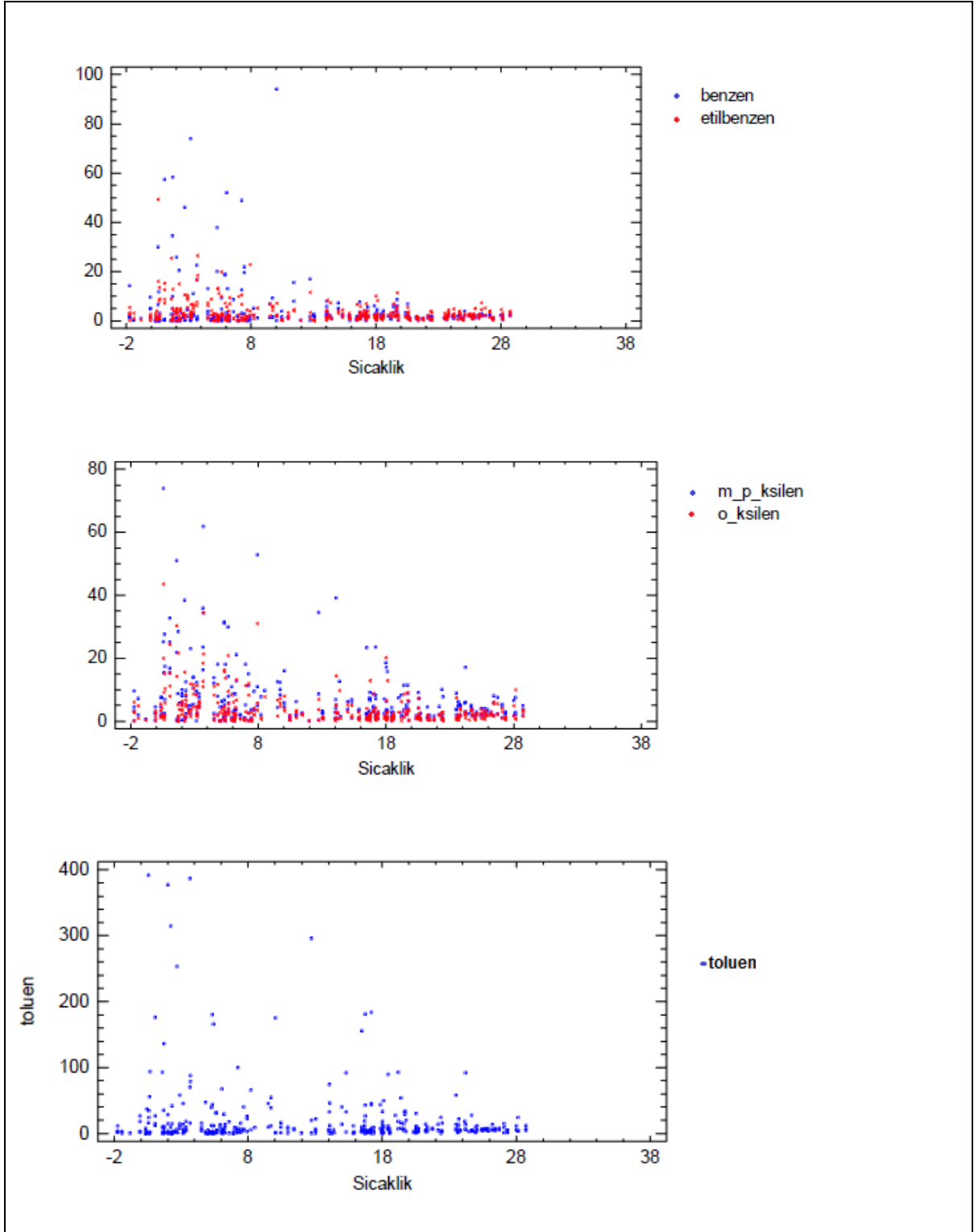
Örnekleme döneminde BTEKS konsantrasyonu ile sıcaklık, bağıl nem ve rüzgar hızı korelasyon katsayıları ve önem seviyeleri Çizelge 4-41 gösterilmektedir. Şekil 4-52'ye göre sıcaklık artarken BTEKS konsantrasyonları azalmaktadır. Benzen, toluen, etilbenzen, m+p-ksilen ve o-ksilen ile sıcaklık arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu Çizelge 4-41'de göstermektedir. Sıcaklıkla BTEKS arasında ters ilişki Çizelge 4-41'de gösterilmiştir. Sıcaklık yükseldiğinde UOB'lerin konsantrasyonu azalmaktadır. Kış döneminde karışım yüksekliklerinin oldukça düşük değerlerde ölçülmüştür. BTEKS seviyelerinin muhtemelen fotokimyasal parçalanma nedeni ile yazın daha düşük; ısıtma sistemleri nedeni ile kışın daha yüksek olduğu belirtilmektedir. Rehwagen ve arkadaşları UOB seviyelerinin mevsimsel olarak değiştiğini gösteren benzer sonuçlara ulaşmışlar [82] . Literatürde şehir atmosferinde UOB'lerin yaz aylarında yüksek sıcaklık nedeniyle daha hızlı buharlaşmalarından ötürü UOB konsantrasyonlarının yükseldiği [124, 125] ancak, kış aylarında durgun hava koşulları, düşük karışım yüksekliği, enversiyon koşulları durumunda da yüksek UOB'lerin ölçüldüğü ile ilgili çalışmalar bulunmaktadır [119].

Çizelge 4-41 UOB BTEKS konsantrasyonu ile sıcaklık, bağıl nem ve rüzgar hızı Korelasyon Katsayıları ve önem seviyeleri

	Toluen	Etilbenzen	m+p-Ksilen	o-Ksilen	T°C	Bağıl Nem %	Rüzgar Hızı(m/s)
Benzen	*0.47	*0.27	*0.26	*0.28	*-0.22	*0.04	*-0.08
	**0.00	**0.00	**0.00	**0.00	**0.00	**0.43	**0.17
Toluen		*0.60	*0.62	*0.56	*-0.18	*0.15	*-0.08
		**0.00	**0.00	**0.00	**0.00	**0.01	**0.13
Etilbenzen			*0.95	*0.95	*-0.26	*0.13	*-0.16
			**0.00	**0.00	**0.00	**0.01	**0.00
m+p-Ksilen				*0.95	*-0.28	*0.22	*-0.18
				**0.00	**0.00	**0.00	**0.00
o- Ksilen					*-0.31	*0.16	*-0.18
					**0.00	**0.00	**0.00
T						*-0.50	*0.44
						**0.00	**0.00
Bağıl Nem							*-0.48
							**0.00

*Korelasyon

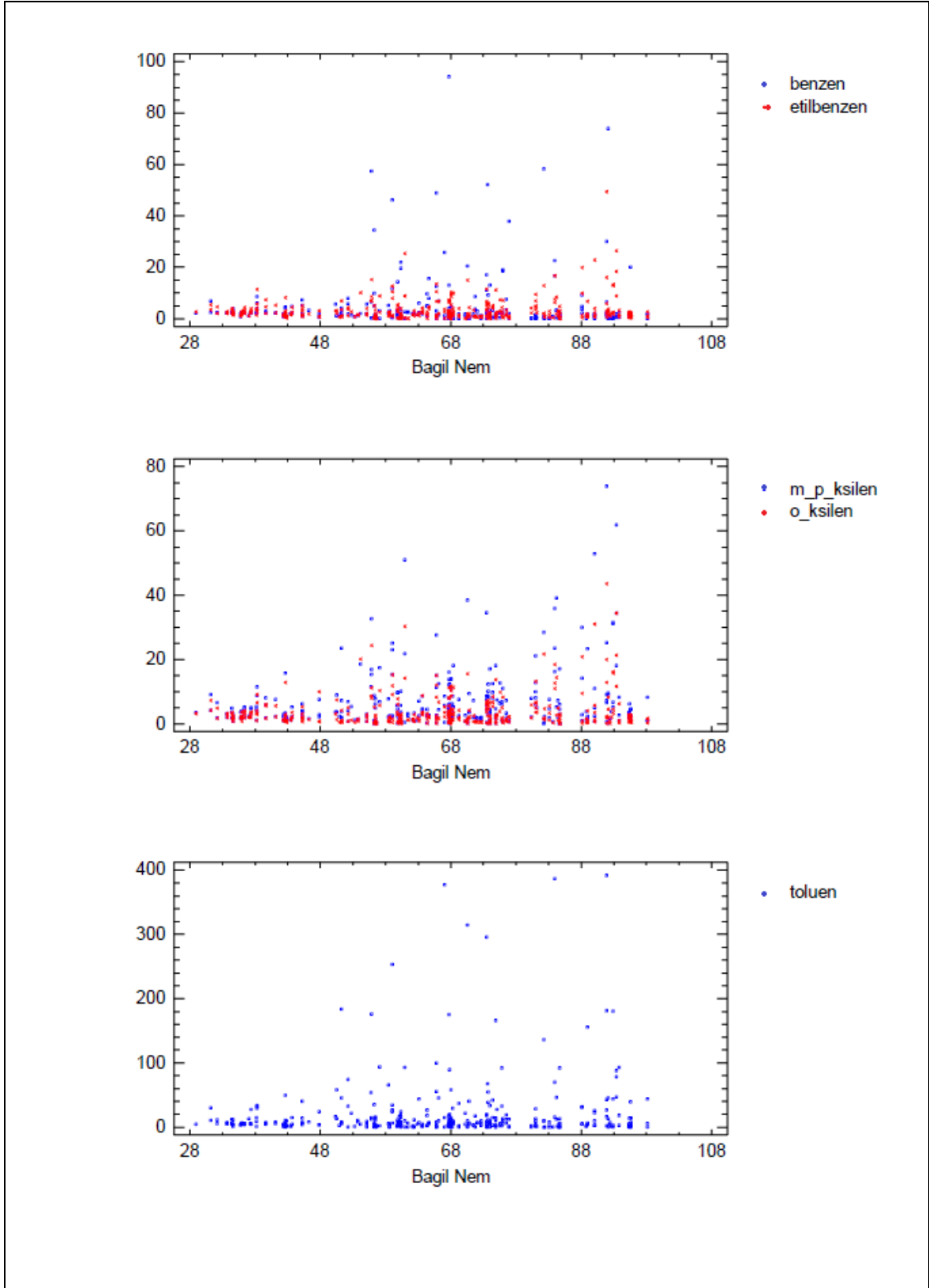
**P-Değeri



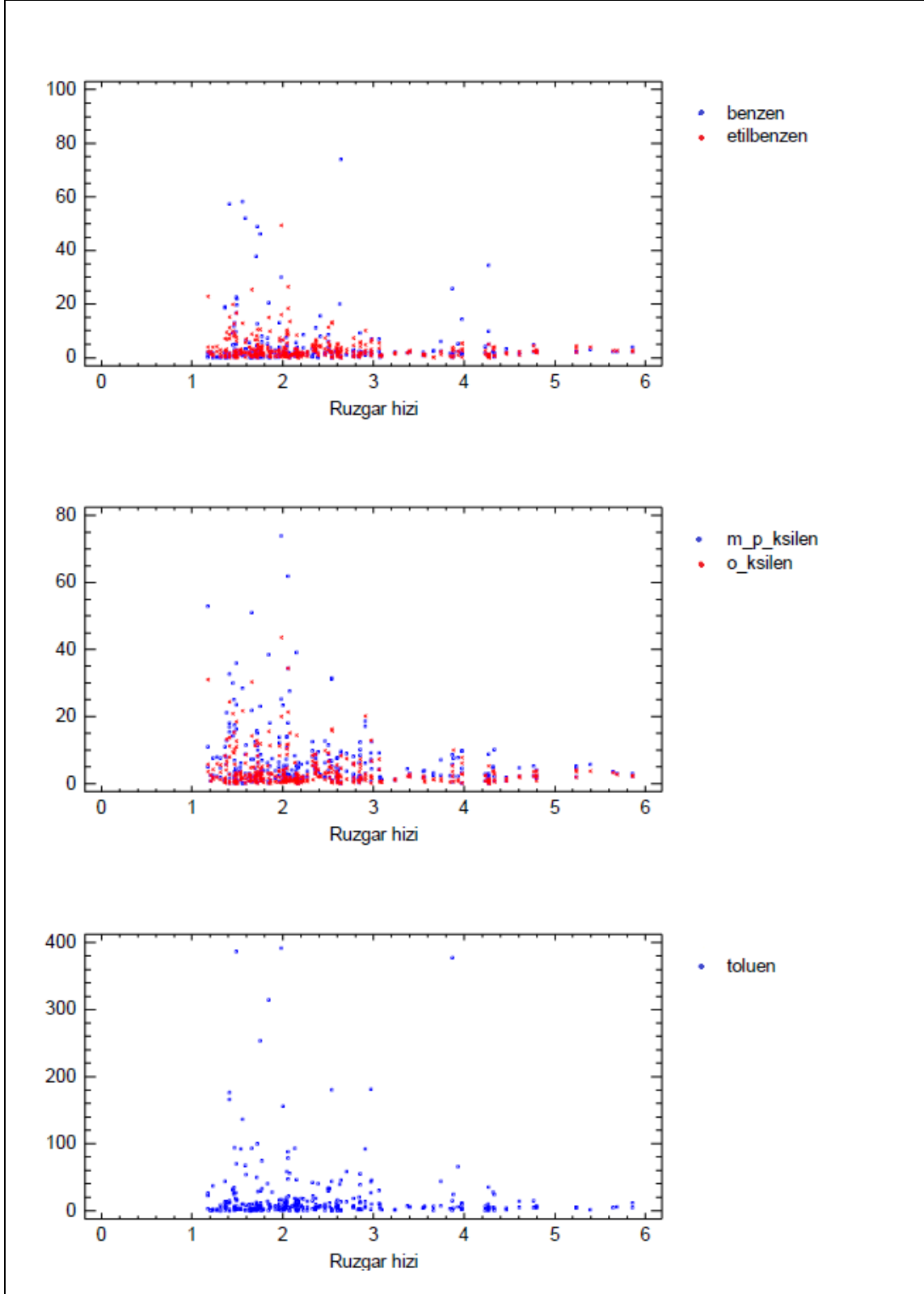
Şekil 4-47Eş-zamanlı Sıcaklık ve UOB ölçüm sonuçları

Çizelge 4-41'den de görülebileceği gibi örnekleme döneminde BTEKS konsantrasyonu ile bağıl nem ilişkisi görülmektedir. Şekil 4-53'e göre bağıl nem artarken BTEKS konsantrasyonunda artmaktadır ve BTEKS konsantrasyonu artarken bağıl nem yükseliyor. Bağıl nem ile BTEKS'ler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir korelasyon görülmektedir (Çizelge 4-41). Bağıl nem ile sıcaklık ve rüzgar hızının arasında ters orantı görülmektedir (Çizelge 4-41). Sıcaklık ve rüzgar hızı artarken bağıl nem azalmaktadır.

UOB konsantrasyonları ve rüzgar hızı arasındaki ilişkinin görselleştirilmesi zordur. Bu parametre Şekil 4-54'te gösterilmektedir. Şekle göre rüzgar hızı artarken BTEKS konsantrasyonu azalmaktadır ve tersi BTEKS konsantrasyonu artarken rüzgar hızı düşmektedir. Benzen, toluen, etilbenzen, m+p-ksilen ve o-ksilen ile rüzgar hızı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olduğu görülmektedir (Çizelge 4-41).



Şekil 4-48 Eş-zamanlı bağil nem % ve UOB ölçüm sonuçları



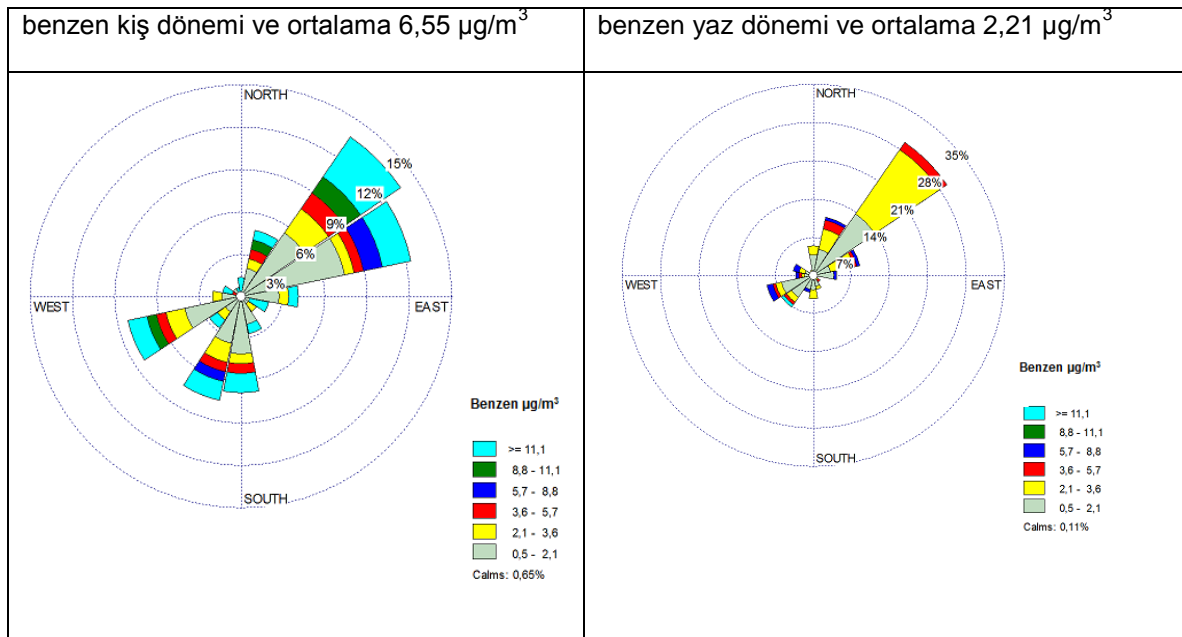
Şekil 4-49 Eş-zamanlı Rüzgar hızı (m/s) ve UOB ölçüm sonuçları

Rüzgar yönüne göre UOB Bleşik Konsantrasyonları

Dış ortamda gözlenen UOB'lerin rüzgar yönüne göre konsantrasyonlarının değişimi kirlilik gülleri ile belirlenmiştir. Mevsimsel farklılıkları tespit edebilmek için, kirlilik gülleri, ilkbahar-yaz dönemi (I. Ve III. Örnekleme dönemleri) ve sonbahar-kış dönemi ölçümleri (II. Ve IV. Örnekleme Dönemleri) için ayrı ayrı çizilmiştir. Çizelge 4-42'de farklı örnekleme dönemlerine ait BTEKS konsantrasyonlarının kirlilik gülleri gösterilmiştir.

Benzen konsantrasyonu ısınma döneminde, ortalama $6,55 \mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak ölçülmüştür. Isınma döneminde alınan toplam 106 veriden %20'sinin kuzeydoğu yönünden, %18'inin doğu - kuzeydoğu yönünden ve %12'sinin batı- güneybatı yönünden geldiği görülmektedir(Şekil 4-50).

Benzen ısınma döneminin dışında (yaz dönemi) ortalama $2,21 \mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak ölçülmüştür. Yaz döneminde alınan toplam 176 veriden %54'ü kuzeydoğu yönünden, %20'si kuzey - kuzeydoğu yönünden, %16'sı doğu-kuzeydoğu yönünden, %16'sı batı- güneybatı yönünden ve %13'ünün batı yönünden geldiği görülmektedir. Yaz döneminde benzen ana hakim rüzgar yönünde (kuzeydoğu) taşınmaktadır(Şekil 4-50).

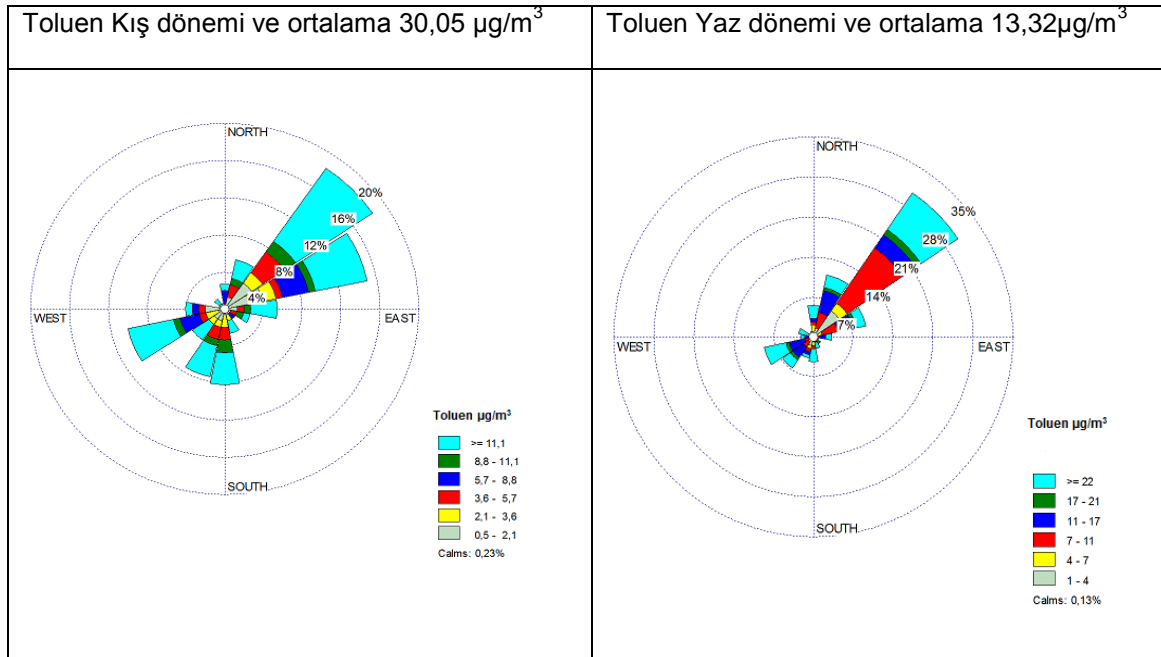


Şekil 4-50 örnekleme dönemine ait kış, yaz benzen konsantrasyonu ve kirlilik gülleri

Toluen konsantrasyonu ısınma döneminde ortalama $30,05 \mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak ölçülmüştür. Isınma döneminde alınan toplam 133 veriden %27'sinin kuzeydoğu yönünden, %22'sinin doğu-kuzeydoğu yönünden, %12'sinin güney-güneydoğu

yönünden, %15'inin güneybatı ve %11'inin batı-güneybatı yönünden geldiği görülmektedir. Kış döneminde toluenin homojen dağılmasının, ana bir kaynağının olmaması, atmosferin kirli olması, ısınma için yakılan soba ve kaloriferlerden kaynaklandığı düşünülebilir (Şekil 4-51).

Toluen konsantrasyonu ısınma döneminin dışında (yaz dönemi) ortalama $13,32 \mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak ölçülmüştür. Yaz döneminde alınan 172 veriden %55'inin kuzeydoğu yönünden, %20'sinin kuzey-kuzeydoğu yönünden, %17'sinin batı-kuzeybatı yönünden, %16'sının doğu-güneydoğu yönünden ve %12'sinin güneydoğu yönünden geldiği görülmektedir. Yaz dönemin toluen ana hakim rüzgar yönünde (Kuzey Batı) taşınmaktadır. Bu nedenle toluen konsantrasyonunun kirliliği değil taşınımı gösterdiği düşünülebilir (Şekil 4-51).

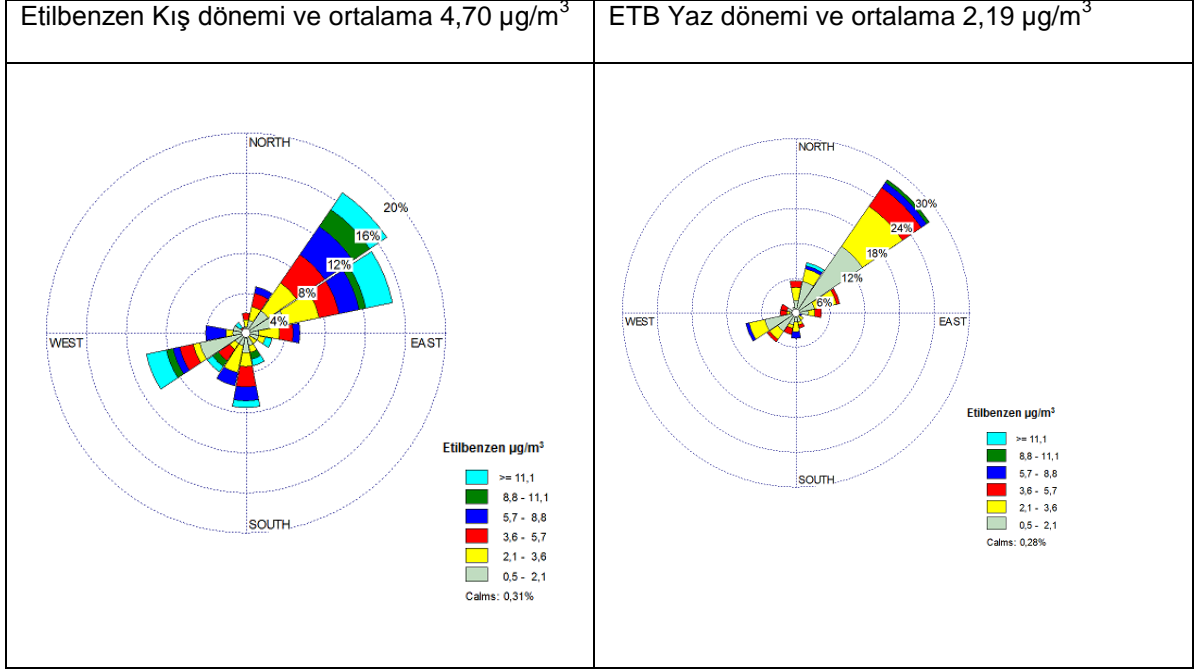


Şekil 4-51 örnekleme dönemine ait kış ve yaz toluen konsantrasyonu ve kirlilik gülleri

Etilbenzen konsantrasyonu ısınma döneminde ortalama $4,70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak ölçülmüştür. Isınma döneminde alınan toplam 128 veriden %25'inin kuzeydoğu yönünden, %22'sinin doğu-kuzeydoğu yönünden, %15'inin batı-güneybatı yönünden ve %11'inin güney-güneybatı yönünden geldiği görülmektedir. etilbenzen kış döneminde rüzgar nereden eserse esin homojen dağılmaktadır (Şekil 4-52).

Etilbenzen ısınma dönemin dışında (yaz dönemi) ortalama $2,19 \mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak ölçülmüştür. Yaz döneminde alınan toplam 163 veriden %50'sinin kuzeydoğu

yönünden, %16'sının kuzey-kuzeydoğu yönünden, %14'ünün batı-kuzeybatı yönünden, %16'sının doğu-güneydoğu yönünden ve %11'inin güneydoğu yönünden geldiği görülmektedir. Yaz döneminde etilbenzenin ana hakim rüzgar yönünde (kuzeydoğu) taşınıyor olması, konsantrasyonun kirliliği değil taşınımı göstermesine neden olabilir (Şekil 4-52).



Şekil 4-52 örnekleme dönemine ait kış ve yaz etilbenzen konsantrasyonu ve kirlilik gülleri

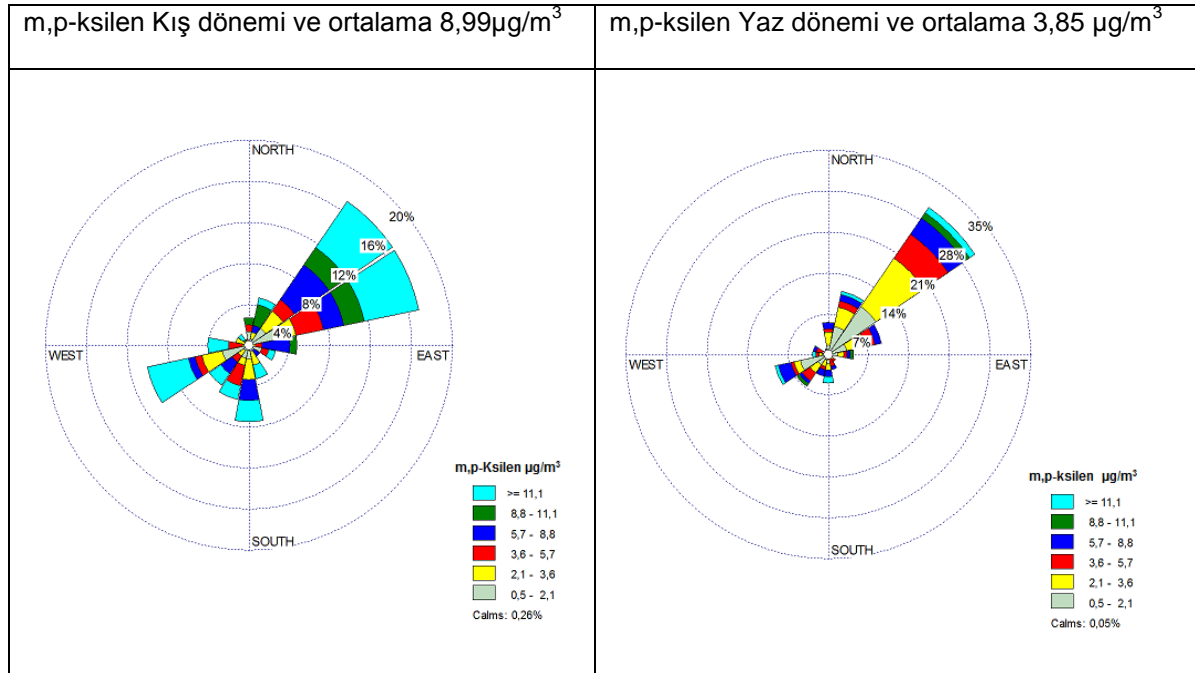
m,p-ksilen konsantrasyonu ısınma döneminde ortalama $8,99 \mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak hesaplanmıştır. Isınma döneminde alınan toplam 131 veriden %25'inin kuzeydoğu yönünden, %25'inin kuzey-kuzeydoğu yönünden, %11'inin güney-güneybatı yönünden ve %15'inin doğu-güneydoğu yönünden geldiği görülmektedir (Şekil 4-53). m,p-ksilen ısınma döneminin dışında (yaz dönemi) ortalama $3,85 \mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak ölçülmüştür. Yaz döneminde alınan toplam 177 veriden %55'inin kuzey batı yönünden, %20'sinin kuzey-kuzeybatı yönünden, %17'sinin doğu-kuzeydoğu yönünden, %12'sinin güneydoğu yönünden ve %17'sinin batı-güneybatı yönünden geldiği görülmektedir. Yaz döneminde m,p-ksilen, ana hakim rüzgar yönünde (kuzeydoğu) taşınmıştır (Şekil 4-53).

o-ksilen için ısınma döneminde ortalama konsantrasyon $5,73 \mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak hesaplanmıştır. Isınma döneminde alınan toplam 127 veriden %26'sının kuzeydoğu yönünden, %23'ünün doğu-kuzeydoğu yönünden, %11'inin güney-

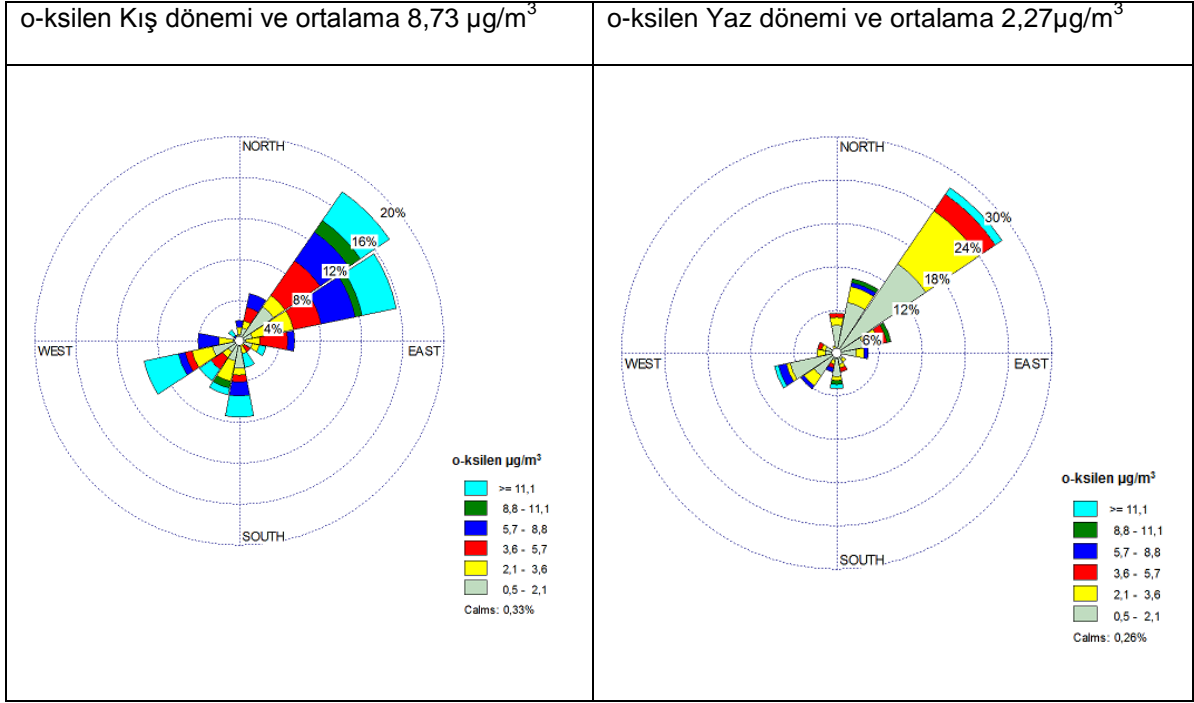
güneybatı yönünden ve %14'ünün batı-güneybatı yönünden geldiği görülmektedir (Şekil 4-54).

o-ksijen ısınma döneminin dışında (yaz dönemi) ortalama $2,27 \mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak ölçülmüştür. Yaz döneminde alınan toplam 164 veriden %50'sinin kuzeydoğu yönünden, %19'ünün kuzey-kuzeydoğu yönünden, %14'ünün doğu-kuzeydoğu yönünden, %11'inin güneybatı yönünden ve %16'sının batı-güneybatı yönünden geldiği görülmektedir. Yaz döneminde o-ksijen ana hakim rüzgar yönünde (kuzeybatı) taşınmaktadır (Şekil 4-54).

Çizelge 4-42 örnekleme dönemine ait kış ve yaz m,p-ksijen konsantrasyonu ve kirlilik gülleri



Şekil 4-53 örnekleme dönemine ait kış ve yaz m,p-ksijen konsantrasyonu ve kirlilik gülleri



Şekil 4-54 örnekleme dönemine ait kış ve yaz o-ksilen konsantrasyonu ve kirlilik gülleri

4.12. İç Ortam UOB Sonuçlarının Literatür ile Karşılaştırılması

İç ortam çalışmalarında olduğu gibi, yasal sınır değerlerin bulunmadığı çevresel parametrelerin kirlilik düzeyini tespit edebilmek için yaygın olarak yapılan uygulamalardan biri de ölçülen UOB'lerin seviyelerinin literatürde yer alan ölçümlerle kıyaslanmasıdır. Bu amaçla ölçüm sonuçları hem Türkiye'de hem de uluslararası literatürde yer alan benzer çalışmalarla kıyaslanmıştır (Çizelge 4-43, Çizelge 4-44 ve Çizelge 4-45).

Türkiye'de iç ortam hava kalitesinin tespitine yönelik, uluslararası bilimsel dergilerde yayınlanmış, sınırlı sayıda çalışma sonuçları Çizelge 4-43'de özetlenmiştir. Çalışmalar Kocaeli [4], İskenderun, Payas [101], Eskişehir [104] ve Ankara [78] olmak üzere beş bölgede ve ev, ofis ve okul olarak üç farklı iç ortamda yapılmıştır. Bu tez kapsamında elde edilen veriler 2011-2012 ve 2013-2014 ölçümleri olarak iki farklı ölçüm şeklinde verilmiştir. Tüm çalışmalar karşılaştırıldığında en yüksek benzen, toluen, etilbenzen, mp-ksilen ve o-ksilen konsantrasyonları Kocaeli bölgesinde yapılan ölçümlerde görülmüştür [4]. Bunun nedeni Kocaeli bölgesinde sanayi kuruluşlarının fazla olması olabilir. Farklı bölgelerde evlerde yapılan çalışmalar karşılaştırıldığında tüm BTEKS maddeleri

için en yüksek değerler Kocaeli bölgesinde, en düşük değerler ise Eskişehir'de ölçülmüştür [4, 104].

Ankara ilinde farklı dönemlerde yapılan çalışmalar kapsamlı olarak kıyaslanmıştır. Esas olarak 2009'da Mentеше vd. tarafından yapılan çalışma ve bu tez kapsamında iki farklı dönemde elde edilen veriler birbirleriyle karşılaştırılmıştır [78].

Benzen konsantrasyonu 2009 yılı kış aylarında evlerde yapılan çalışmada $8,50 \mu\text{g.m}^{-3}$ bulunurken bu tez çalışması kapsamında kış aylarında $4,40 \mu\text{g.m}^{-3}$ ölçülmüştür. Yaz aylarında bu değerler daha düşük olup sırasıyla $2,29 \mu\text{g.m}^{-3}$ olarak gözlenmiştir. Benzen konsantrasyonu en yüksek 2009 kış, en düşük ise 2009 yaz aylarında görülmüştür. 2009 yılına göre 2011-2014 kış döneminde yaklaşık %50 azalma görülürken 2011-2014 yaz döneminde benzen konsantrasyonlarında yükselme görülmektedir. Buna göre son dönem değerlerinde 2009'a göre kışın %50 azalma kaydedilirken yazın %35 oranında bir artış görülmektedir.

Toluen konsantrasyonu 2009 kışında $32,9 \mu\text{g.m}^{-3}$ 2011-2014 kışında ise $30,41 \mu\text{g.m}^{-3}$ olarak ölçülmüştür yaz aylarında bu değerler sırasıyla $32,67 \mu\text{g.m}^{-3}$ olarak tespit edilmiştir. Toluen konsantrasyonları 2011-2014 kış döneminde 2009'a göre %8 düşüş gösterirken yaz döneminde %88 artış gözlenmiştir. 2009 yaz aylarında kaydedilen değerler Türkiye genelinde şimdiye kadar ölçülen değerlerin çok altında olduğundan değerlendirme dışı bırakılmıştır.

Bu tez kapsamında kış aylarında ölçülen etilbenzen konsantrasyonu 2009'a göre yaklaşık %35 artmıştır. 2009 yaz döneminde ölçüm yapılmadığından karşılaştırma yapılamamıştır.

m,p-ksilen için 2009 yılında yapılan araştırmada ölçüm yapılmamıştır. 2011-2014 kış ve yaz ayları karşılaştırıldığında kış dönemi %27 daha yüksek görülmektedir. 2011-2014 kış döneminde o-ksilen konsantrasyonu, 2009 kış dönemine göre %20 artış göstermiştir.

Genel olarak ülke çapında alınan verilere bakıldığında; Kocaeli bölgesinde ölçülen BTEKS konsantrasyonlarının diğer bölgelerin yaklaşık 2 katı olduğu görülmektedir. Ayrıca tüm bileşikler için her iki yaz ve kış döneminde en yüksek konsantrasyonlara sahiptir. İstisna olarak o-ksilen, bu tez kapsamında yapılan

çalışmanın yaz aylarında, Kocaeli bölgesine göre daha yüksek konsantrasyonlarda ölçülmüştür.

Genel olarak kirletici konsantrasyonları kış aylarında yaz aylarına göre daha yüksek ölçülmüştür. Ancak toluen, yaz dönemi ölçümlerinde %8 oranında daha yüksek görülmektedir. Kocaeli bölgesinde görülen yüksek değerler, bu bölgenin sanayi bölgesi olmasından ve yüksek kirleticilere maruz kalmasından dolayı olabilir. Ankara'da görülen yükselme eğilimi ise nüfus artışı, trafik yoğunluğu ve bunun sonucu olarak kirleticilere maruz kalma oranının artması ile ilişkilendirilebilir. Ev içi ortamlarında, doğacak bebek için yeni eşya alınması ve temizlik, boya badana yapılması, bunlardan ortama yayılan UOB'ler nedeniyle I. ve II dönemlerde yüksek konsantrasyonların ölçülmesine neden olabilir. Kış aylarında ölçülen değerlerin yazıya göre daha yüksek olması; havalandırmanın olmaması ve ortamda oluşan UOB'lerin iç ortamda kalmasından dolayı olabilir. Ayrıca, kışın fosil yakıtların yakılması sonucunda oluşan kirleticiler de genel ortalamaları etkilemektedir.

4-43 Türkiye'de gerçekleştirilen çalışmalarda, farklı türdeki iç ortamlarda ölçülen UOB düzeyleri ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)

Türkiye-Şehirler ve kaynak	Koçali Pekey ve Arslanbas, 2008 Pasif Örnekleme	Koçali Pekey ve Arslanbas, 2008 Pasif Örnekleme	Koçali Pekey ve Arslanbas, 2008 Pasif Örnekleme	İskenderun Scheepers vd. 2010	Payas Scheepers vd. 2010	Eskişehir Demirel vd. 2014 Pasif Örnekleme	Eskişehir Demirel vd. 2014 Pasif Örnekleme	Ankara Mentese vd. 2009 Aktif Örnekleme	Ankara Mentese vd. 2009 Aktif Örnekleme	Ankara Mentese vd. 2009 Aktif Örnekleme	Ankara Tez sonuçları, Kış ve Yaz dönemi 2011-2014
Ortam	Ev	Ofis	Okul	Okul	Okul	Ev	Okul	Ev	Anaokul	Ofis	Ev
Benzen	13.06 (Kış) 8.88 (Yaz)	15.09 (Kış) 11.95 (Yaz)	19.77 (Kış) 7.50 (Yaz)	2.55	9.98	2.29 (Yaz)	1.60 (Yaz)	8.50 (Kış) 1.50 (Yaz)	4.20 (Kış) 1.90 (Yaz)	5.3 (Kış) 1.5 (Yaz)	4,40 (Kış) 2,29 (Yaz)
Toluen	72.44 (Kış) 44.19 (Yaz)	19.96 (Kış) 53.98 (Yaz)	77.77 (Kış) 55.05 (Yaz)	11.55	11.28	26.55 (Yaz)	26.20 (Yaz)	32.90 (Kış) 3.70 (Yaz)	19.90 (Kış) 5.40 (Yaz)	13.7 (Kış) 6.6 (Yaz)	30,41 (Kış) 32,67 (Yaz)
Etilbenzen	16.90 (Kış) 13.07 (Yaz)	19.75 (Kış) 11.13 (Yaz)	8.81 (Kış) 11.11 (Yaz)			0.73 (Yaz)	0.70 (Yaz)	4.7 (Kış) <LOD (Yaz)	7.1 (Kış) 2.60 (Yaz)	11.8 (Kış) 1.6 (Yaz)	7,23 (Kış) 5,78 (Yaz)
m,p-Ksilen	27.46 (Kış) 12.3 (Yaz)	13.43 (Kış) 14.37 (Yaz)	20.19 (Kış) 9.55 (Yaz)	1.61	<0.02	1.13 (Yaz)	1.10 (Yaz)				13,62 (Kış) 9,93 (Yaz)
o-Ksilen	16.24 (Kış) 5.73 (Yaz)	9.75 (Kış) 10.80 (Yaz)	10.02 (Kış) 5.88 (Yaz)	1.05	<0.07	0.82 (Yaz)	0.81 (Yaz)	7.60 (Kış) <LOD (Yaz)	6.70 (Kış) <LOD (Yaz)	6.00 (Kış) 2.2 (Yaz)	9,56 (Kış) 7,80 (Yaz)

4.12.1. Dünyada İç Ortamlarda UOB'ler Üzerinde Yapılan Çalışmalar

Çocukların yaşadıkları iç ortamlarda hava kirleticileri ve özellikle BTEKS üzerine yapılan çalışmalar yeni bir kavram olup az sayıda çalışma mevcuttur [12, 56, 126, 127]. Çizelge 4-44 ve 45'te, dünyada yapılan önemli çalışmalar ve bu çalışmalarda ölçülen UOB konsantrasyonları ile bu tez çalışmasında yapılan ölçümler karşılaştırılmıştır. Ankara ilinde 2011-2014 yıllarında çocukların bulunduğu evlerde yapılan BTEKS ölçüm sonuçları diğer ülkelerde yapılan çalışmalara göre genel olarak daha yüksek bulunmuştur. Uçucu organik bileşikler tek tek incelendiğinde, en yüksek benzen konsantrasyonu $24,8 \mu\text{g.m}^{-3}$ ile batı Avustralya'nın Pert kentinde ölçülmüştür. Avustralya'da sadece yeni inşa edilen evlerde ölçülen UOB konsantrasyonlarının evlerin koşullarına bağlı olarak değiştiği görülmüştür [58]. Bu çalışma aynı zamanda bu tez çalışması dışında tek aktif örnekleme yapılan çalışmadır. Tez çalışmasında aktif ölçümü yapılan etilbenzen, m,p-ksilen ve o-ksilen değerleri pasif örnekleme yapılan çalışmalara göre daha yüksek ölçülmüştür. Aynı zamanda benzen, kışın $8,2 \mu\text{g.m}^{-3}$ ve yazın $9,8 \mu\text{g.m}^{-3}$ ile Amerika'nın Şield şehrinde Ankara'da yapılan örneklemelemlerden daha yüksek bulunmuştur [12]. Toluene, Almanya'nın Inga şehrinde kışın $35,7 \mu\text{g.m}^{-3}$ ve yazın $32,67 \mu\text{g.m}^{-3}$ ile Ankara'da ölçülen değerlere en yakın konsantrasyonu göstermektedir [128]. Almanya'nın Leipzig şehrinde de $26,7 \mu\text{g.m}^{-3}$ ile yakın bir değer elde edilmiştir [127]. Diğer araştırmalarda elde edilen veriler Ankara'ya göre çok düşüktür. Etilbenzen, m,p-ksilen ve o-ksilen ise Ankara'da en yüksek konsantrasyonlarda ölçülmüştür. Bu farkların nedeni farklı coğrafi bölgede bulunmak, farklı meteorolojik koşullardan etkilenmek ve farklı yapı ve inşaat malzemelerinin kullanılmasından kaynaklanmaktadır.

İspanya'da yapılan çalışmalarda BTEXS'lerin kaynağı olarak; evlerin son bir senede boyanması, yeni eşya alınması ve pişirmek için kullanılan elektrik ocakları tespit edilmiştir (Çizelge 4-44 ve Çizelge 4-45).

Çizelge 4-44 İç Ortamlarda BTEKS konsantrasyonlarının ($\mu\text{g.m}^{-3}$) diğer ülkeler ile karşılaştırılması

Şehir	Inma	Inga	Şield	Pert	Lars	Paris	Paris	Londra	Leipzig	Ankara
Ülke	(Valensia, İspanya)	(Almanya)	(Minneapolis, ABD)	Batı Avusturalya	(Almanya)	(Fransa)	(Fransa)	(İngiltere)	(Almanya)	(Türkiye)
Ref.	Esplugues vd. 2010	Topp vd.2004	Adgate vd. 2004	Rumchev vd. 2004	Lehmann vd. 2004	Roda vd. 2011	Roda vd. 2011	Delgado vd.2011	Delgado vd.2010	Tez sonuçları Kış ve Yaz dönemi 2011-2014
Örnekleme	Pasif	Pasif	Pasif	Aktif	Pasif	Pasif	Pasif	Pasif	Pasif	Aktif
Ortam	Ev	Okul	Okul	Okul	Ev	Kreş oyun odası	Kreş yatak odası	Ev	Ev	Ev
Dönem	Çocuklar bir yaşında	Okul çağındaki çocuklar	Okul çağındaki çocuklar	6 Ay-3 Yaş arası	Çocuklar 3 Yaş	Çocuklar 1Ay-12 ay arası	Çocuklar 1Ay-12 ay arası			Çocuklar doğmadan-31 ay
benzen	1,40	2,00(1.dönem)	8,20(Kış)	24,8	1,7	2,00(Kış)	2,10(Kış)	1,97(Yaz)	2,03(Yaz)	4,40(Kış)
		2,50(2.dönem)	9,80(Yaz)			1,40(Yaz)	1,60(Yaz)			2,29(Yaz)
toluen	10,10	35,70(1.dönem)	3,40(Kış)	11,9	13,3	7,30(Kış)	7,10(Kış)	17,53(Yaz)	26,70(Yaz)	30,41(Kış)
		32,30(2.dönem)	3,10(Yaz)			6,00(Yaz)	7,10(Yaz)			32,67(Yaz)

Çizelge 4-45 İç Ortamlarda BTEKS konsantrasyonlarının ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) diğer ülkeler ile karşılaştırılması (Devamı)

Şehir	Inma	Inga	Şield	Pert	Lars	Paris	Paris	Londra	Leipzig	Ankara
Ülke	(Valensia, İspanya)	(Almanya)	(Minneapolis, ABD)	Batı Avusturalya	(Almanya)	(Fransa)	(Fransa)	(İngiltere)	(Almanya)	(Türkiye)
Ref.	Esplugues vd. 2010	Topp vd.2004	Adgate vd. 2004	Rumchev vd. 2004	Lehmann vd. 2004	Roda vd. 2011	Roda vd. 2011	Delgado vd.2011	Delgado vd.2010	Tez sonuçları Kış ve Yaz dönemi
Örnekleme	Pasif	Pasif	Pasif	Aktif	Pasif	Pasif	Pasif	Pasif	Pasif	Aktif
Ortam	Ev	Okul	Okul	Okul	Ev	Kreş oyun odası	Kreş yatak odası	Ev	Ev	Ev
Dönem	Çocuklar bir yaşında	Okul çağındaki çocuklar	Okul çağındaki çocuklar	6 Ay-3 Yaş arası	Çocuklar 3 Yaş	Çocuklar 1Ay-12 ay arası	Çocuklar 1Ay-12 ay arası			Çocuklar doğmadan-31 ay
Etilbenzen	1,30	1,50(1.dönem)	1,00(Kış)	1,40	1,80	1,30(Kış)	1,40(Kış)	1,74(Yaz)	2,23(Yaz)	7,23(Kış)
		1,50(2.dönem)	1,00(Yaz)			1,30(Yaz)	1,40(Yaz)			5,78(Yaz)
m,p-Ksilen	1,30	3,50(1.dönem)	3,70(Kış)	1,40	7,20	3,90(Kış)	40(Kış)	1,74(Yaz)	4,79(Yaz)	13,62(Kış)
		4,00(2.dönem)	3,30(Yaz)			3,70(Yaz)	3,80(Yaz)			9,93(Yaz)
o-Ksilen	1,90	1,10(1.dönem)	1,20(Kış)	5,90	1,60	1,40(Kış)	1,40(Kış)	2,02(Yaz)	1,49(Yaz)	9,56(Kış)
		1,10(2.dönem)	1,10(Yaz)			1,30(Yaz)	1,30(Yaz)			7,80(Yaz)

4.13. UOB Ölçüm Sonuçlarının Limit Değerler İle Kıyaslanması

Tüm dünyada, iç ortamların mahremiyetinden ve bu ortamların sistematik olarak izlenmesinin mümkün olmamasından ötürü, yasal olarak düzenlenecek bir iç ortam hava kalitesi standardı konması tercih edilmemektedir. Bu nedenle, iç ortam hava kalitesi iyileştirme için tüm dünyada risk değerlendirmesi ve yönetimi yapılarak bazı ana kirleticiler için sağlık bazlı klavuz değerlerin geliştirilmesi yoluna gidilmektedir. Bu klavuz değerlerden biri Amerikan Çevre Koruma Ajansı (EPA) ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından toplam uçucu organik bileşikler için tanımlanmıştır.

EPA, Amerika Isıtma-soğutma ve havalandırma mühendislik Topluluğu ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından toplam uçucu organik bileşikler için kabul edilen değerler Çizelge 4-46'da verilmiştir [106].

Çizelge 4-46 EPA ve WHO Tarafından İç Ortamlarda Sağlanması Gereken TUOB'lerin Değeri [106]

TUOB	İç ortam hava kalitesi değerlendirmesi
Günlük ortalaması $<500 \mu\text{g.m}^{-3}$	Kabul edilmiş değer
Günlük ortalaması $501-3000 \mu\text{g/m}^3$	Hassas grup için eylem önerilmektedir ¹
Günlük ortalaması $> 3000 \mu\text{g.m}^{-3}$	Eylem gerekmektedir

¹Hasas grup: bebekler, hamileler, yaşlılar, astım hastaları, kalp hastaları

Bu kriterlere ek olarak tüm dünyada doğal kaynakları verimli kullanabilecek şekilde tasarlanan, inşa edilen, yenilenen ve işletilen yapılara verilen “yeşil bina” sertifikasyon sisteminde iç ortam hava kalitesi de sağlanması gerekli olan bir kriter olarak tanımlanmıştır. Bu amaçla “Yeşil Bina” olarak tanımlanan binaların iç ortamında sağlanması gerekli olan hava kalitesi parametreleri TUOB, benzen, formaldehit gibi parametreleri içermektedir. Türkiye’de TSE tarafından Güvenli

Yeşil Bina Sertifikası verilebilmesi için benzen ve TUOB’ler için iç ortamlarda sağlanması gereken maksimum kriter değer sırasıyla $5 \mu\text{g m}^{-3}$ ve $200 \mu\text{g.m}^{-3}$ ’dir. Eğer dış ortam konsantrasyonu iç ortam konsantrasyonundan büyük ($Dış/İç >1$) ise, sınır değerler 10 ve $400 \mu\text{g.m}^{-3}$ ‘a kadar kabul edilebilmektedir(Çizelge 4-47)[34].

Çizelge 4-47 Güvenli-Yeşil Bina İç Ortam UOB Kriterleri [34]

Ölçülen Parametre	Sağlanması Gereken Kriter ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	Koşullu Sınır Değerler* ($\mu\text{g.m}^{-3}$)
Benzen	5	10
TUOB	200	400

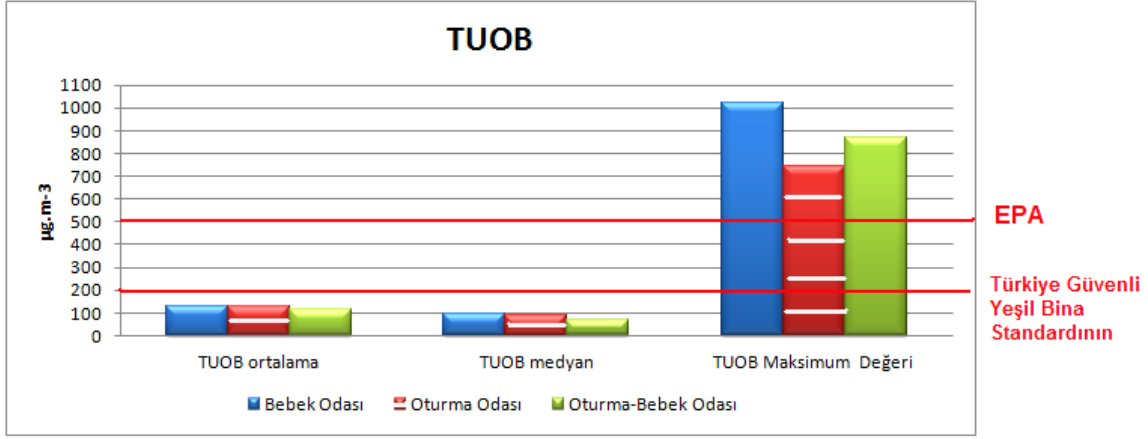
*Dış/İç ortam değeri >1 olduğu durumda sağlanması gereken limit değerdir.

Çizelge 4-58'de tüm örnekleme dönemlerinden elde edilen iç ortam ortalama, medyan ve maksimum TUOB ve benzen konsantrasyonları gösterilmektedir. Şekil 4-55'te ise çalışmada gözlenen iç ortam TUOB konsantrasyonlarının ortalama, medyan ve maksimum değerleri EPA ve Türk Standartları Enstitüsü'nün belirlediği Güvenli-Yeşil Binalar için sağlanması gereken TUOB'lerin maksimum kriter değerleriyle kıyaslanmıştır.

Çizelge 4-48 İç ortamlardaki ortalama, medyan ve maksimum TUOB ve benzen konsantrasyonu ($\mu\text{g.m}^{-3}$)

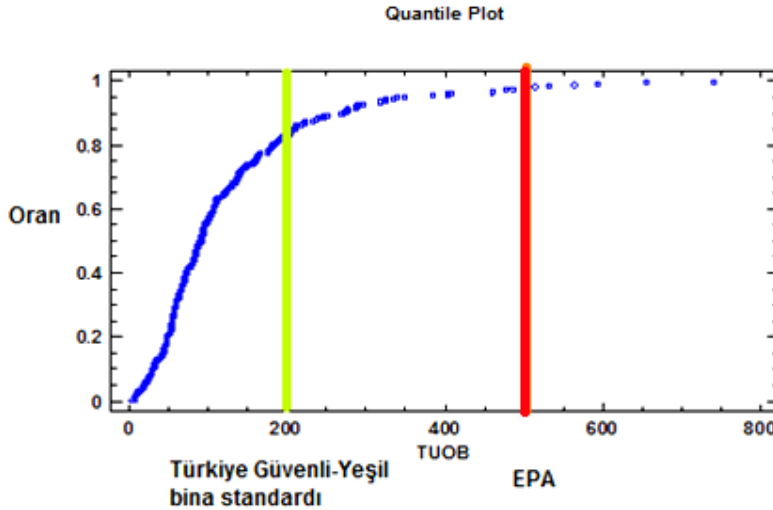
Mekan	Bebek Odası $\mu\text{g.m}^{-3}$	Oturma Odası $\mu\text{g.m}^{-3}$	Oturma-Bebek Odası $\mu\text{g.m}^{-3}$
TUOB ortalama	131,59	125,79	114,17
TUOB medyan	95,91	90,97	66,23
TUOB Maksimum Değeri	1023,30	741,35	870,09
Benzen ortalama	3,92	3,66	3,23
Benzen medyan	2,06	1,96	1,74
Benzen Maksimum Değeri	54,94	73,94	24,99

Elde edilen sonuçlara göre, Ankara'da iç ortamda gözlenen ortalama ve medyan TUOB seviyesi EPA, Amerika Isıtma-soğutma ve havalandırma mühendislik Topluluğu ve Dünya Sağlık Örgütü tarafından Toplam Uçucu Organik Bileşikler için kabul edilen sınır değer $500 \mu\text{g.m}^{-3}$ ve Türkiye'de Güvenli-Yeşil Bina için kabul edilen iç ortam TUOB konsantrasyonları $200 \mu\text{g.m}^{-3}$ sınır değerinin altındadır. Ancak örnekleme yapılan bazı evlerde gözlenen maksimum EPA, WHO ve Türkiye Güvenli-Yeşil Bina standartlarının üzerindedir.



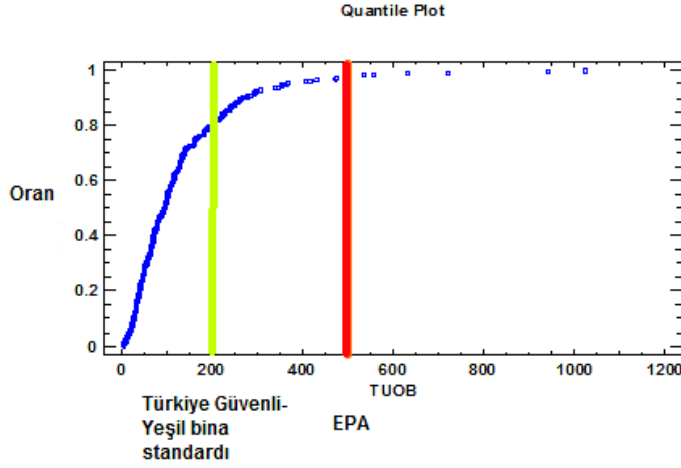
Şekil 4-55 Dünyada ve Türkiye’de TUOB’ler için İç Ortamlarda Sağlanması Gereken Maksimum Kriter Değerlerle ile Araştırma Verilerinin Karşılaştırılması

Şekil 4-56’da tüm örnekleme dönemlerinde oturma odası, bebek odası ve oturma ve bebek odası olarak ortak kullanılan ortamlarda gözlenen TUOB konsantrasyonlarının birikimli dağılım grafikleri gösterilmektedir. Şekil 4-56’ye göre, sınır değerler ile kıyaslandığında evlerde toplam örnekleme döneminde 293 oturma odasında TUOB’lerin konsantrasyonunun %2,38’i EPA’nın belirlediği sınırın üstünde ve %16,04’ü ise Türkiye Güvenli Yeşil Bina standardının üstündedir.



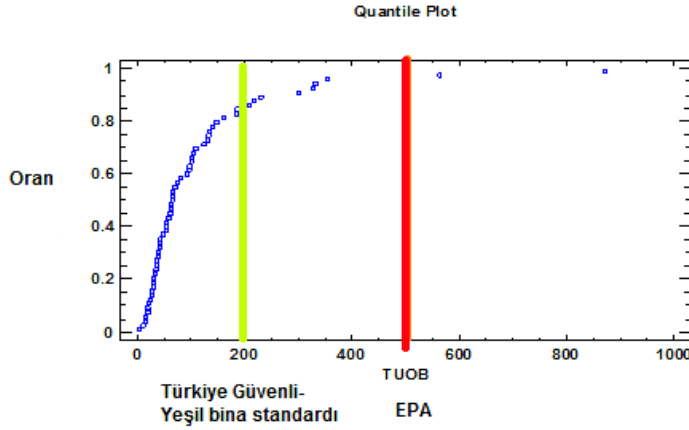
Şekil 4-56 Dünyada ve Türkiye’de TUOB’ler için Oturma Odalarında Sağlanması Gereken ortalama Değerlerle ile Araştırma Verilerinin Karşılaştırılması

Şekil 4-57'ye göre; evlerde toplam örnekleme döneminde 293 bebek odasında TUOB'lerin konsantrasyonunun %2,73'ü EPA'nın belirlediği sınırın üstünde ve %19,38'i ise Türkiye Güvenli Yeşil Bina Standardının üstünde ölçülmüştür.



Şekil 4-57 Dünyada ve Türkiye'de TUOB'ler için Bebek Odalarında Sağlanması Gereken ortalama Değerlerle ile Araştırma Verilerinin Karşılaştırılması

Şekil 4-58'te toplam örnekleme döneminde 61 oturma-bebek odası aynı olan evlerde, TUOB'lerin konsantrasyonunun %3,27'sinin EPA'nın belirlediği sınırın üstünde ve %14,75'inin Türkiye Güvenli Yeşil Bina Standardının üstünde olduğu gösterilmiştir.

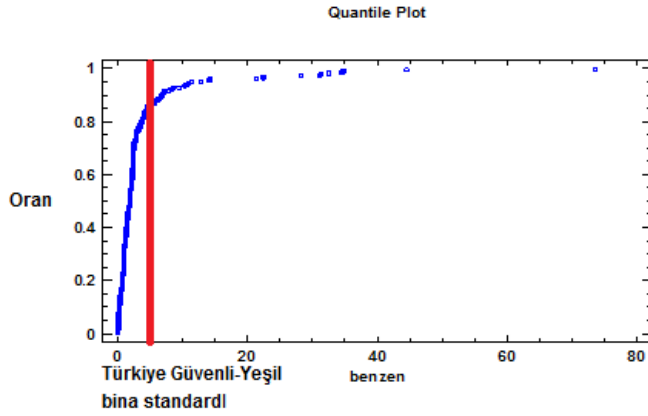


Şekil 4-58 Dünyada ve Türkiye'de TUOB'ler için Oturma-Bebek Odalarında Sağlanması Gereken ortalama Değerlerle ile Araştırma Verilerinin Karşılaştırılması

Çizelge 4-59'da tüm örnekleme dönemlerinden elde edilen iç ortam ortalama, medyan ve maksimum benzen konsantrasyonları gösterilmektedir. Türkiye'de Güvenli-Yeşil bina için iç ortamda benzenin sınır konsantrasyonu $5 \mu\text{g.m}^{-3}$ olarak kabul edilmiştir. Çizelge 4-56'da görüldüğü gibi, örnekleme sonucunda, oturma

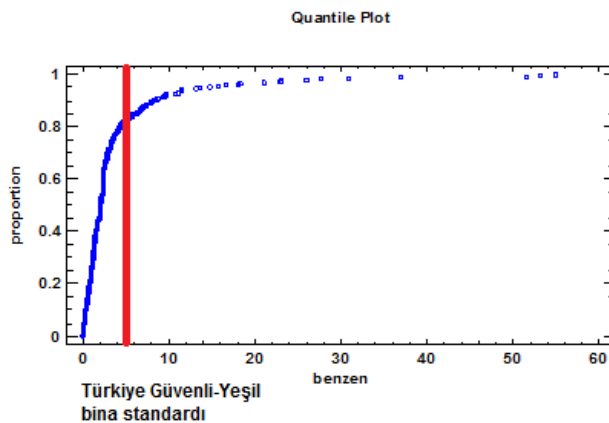
odasındaki benzen miktarı $3,66 \mu\text{g.m}^{-3}$, bebek odasında $3,92 \mu\text{g.m}^{-3}$ oturma ve bebek odaları aynı olan evlerde $3,23 \mu\text{g.m}^{-3}$ olarak ölçülmüştür. Şekil 4-59, 4-60 ve 4-61’de farklı iç ortamlarda Türkiye’de Güvenli-Yeşil Binalarda benzen için sağlanması gereken standart değerler gösterilmektedir.

Şekil 4-59’a göre evlerde toplam örnekleme döneminde 293 oturma odasında ölçülen benzen konsantrasyonunun %13,65 oranında Türkiye Güvenli Yeşil Bina standardının üzerinde olduğu gözlenmiştir.



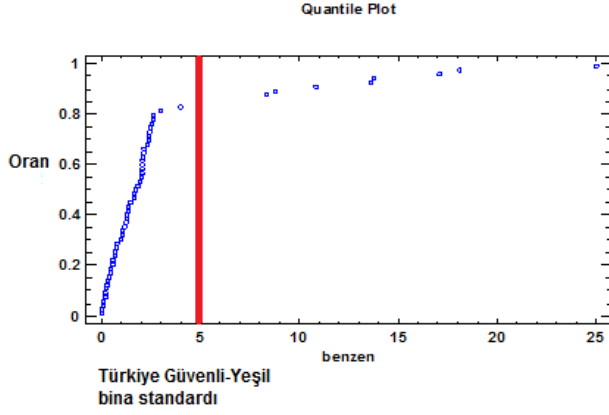
Şekil 4-59 Örnekleme Döneminde oturma odasının benzen konsantrasyonunun Güvenli-Yeşil Binalarda kabul edilen değerle Karşılaştırması (turuncu çizgi güvenli yeşil bina değerini göstermektedir).

Şekil 4-60’a göre evlerde 293 bebek odasında benzen konsantrasyonunun %17,70 ile Türkiye Güvenli Yeşil Bina standardının üzerinde olduğu görülmüştür.



Şekil 4-60 Örnekleme Döneminde bebek odasının benzen konsantrasyonunun Güvenli-Yeşil binalarda kabul edilen değerlerle Karşılaştırması (Turuncu çizgi güvenli yeşil bina değerini göstermektedir).

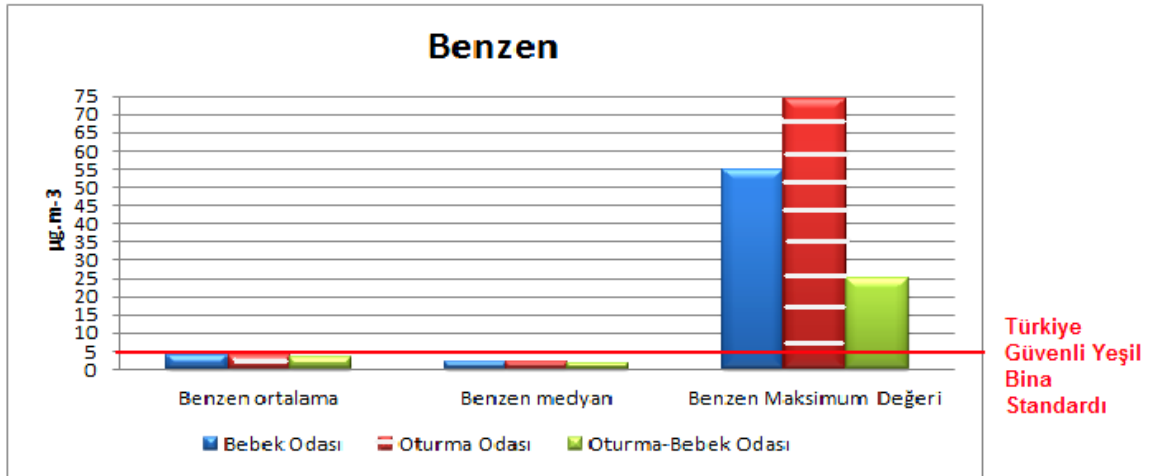
Şekil 4-61'de 61 oturma-bebek odası aynı olan evlerde benzen konsantrasyonunun %16,39'unun Türkiye Güvenli Yeşil Bina standardının üstünde olduğu gözlenmiştir.



Şekil 4-61 Örnekleme Döneminde oturma-bebek odasının benzen konsantrasyonunun Güvenli-Yeşil binalarda kabul edilen değerle Karşılaştırması (Turuncu çizgi güvenli yeşil bina değerini göstermektedir)

Örnekleme döneminde benzenin maksimum konsantrasyonları tüm iç ortamlarda standart değerden daha yüksek bulunmuştur (Şekil 4- 62).

Şekil 4-62'ye göre benzenin maksimum değeri Türkiye'de Güvenli-Yeşil bina iç ortam konsantrasyonunu olan $5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ 'ten daha yüksek görülmektedir.



Şekil 4-62 Örnekleme Döneminde İç Ortamda Benzenin Maksimum konsantrasyonunun Güvenli-Yeşil binalarda kabul edilen değerle Karşılaştırılması (mavi çizgi güvenli yeşil bina değerini göstermektedir)

4.14. İç Ortamda UOB'lerinin Kaynaklarının Tespiti

4.14.1. UOB Ölçüm Sonuçlarının Yaşam Alışkanlıkları ve Ev Koşullarına Göre Değerlendirilmesi

Ev içinde ölçülen uçucu organik bileşiklerin konsantrasyonları, iç ortamdaki aktivitelere, ev koşulları, yapı malzemeleri, halı, mobilya v.b kirletici kaynaklarının varlığına göre değişim gösterebilmektedir. Tez çalışmasının bu kısmında, UOB konsantrasyonları ile ev koşulları arasındaki ilişki ANOVA analizi ile incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre UOB konsantrasyonlarına etki eden faktörler; ana caddeye yakınlık, betonarme ev tür yer kaplama türü, mutfak yakıt türü, duvar boya türü olarak tespit edilmiştir. UOB'leri etkileyen diğer faktörler örnekleme sırasında pencerelerin açık olup olmadığı, yeni eşyaların olması gibi etmenlerdir.

Örnekleme çalışmaları sırasında konut ve örnekleme yapılan odaların koşullarını değerlendirmek ve daha sonraki ölçümlerde de ev içinde yapılan fiziksel değişiklikleri takip etmek amacıyla hazırlanmış olan değerlendirme anketleri her bir dönem için tüm evlerde uygulanmıştır. Kapalı Ortam Havası Değerlendirme Formu (Anketi) **Ek-1**'de verilmiştir. Uçucu organik bileşiklerin konsantrasyonları; evin bulunduğu kat, mutfakta pişirmek için kullanılan yakıt türü, yer kaplama türü, evin ısıtma türü, boya türü, örnekleme esnasında evde bulunan kişi sayısı, ana caddenin evlere yakınlık durumu ve ev için yeni eşya alınması vb. parametreler dikkate alınarak değerlendirilmiştir. Bahsedilen bu faktörler dikkate alınarak örnekleme için değerlendirmeler yapılmış olup, değerlendirme özellikleri Çizelge 4-49-55'te verilmiştir.

Örnekleme yapılan evlerde, Çizelge 3-1'den de anlaşılacağı üzere;

- Örnekleme yapılan evlerin %47'sinde 3 kişi, %53'ünde 3'ten fazla kişi bulunmaktadır.
- Ölçümlerin gerçekleştirildiği evlerin %60'ının bina yaşları 4 sene ve üzerindedir.
- Gidilen evlerin %50'sinin buldukları kat, 3. kat ve üzerindedir.
- Örnekleme yapılan evlerde, ısıtma sistemi dağılımı; % 26 merkezi sistem, %11 odun ve kömürlü soba, %62 kombi (doğalgaz) ve %1 doğal gazlı soba şeklindedir.

- Evlerde yemek pişirmek için kullanılan mutfak yakıtı; %71 Doğal gaz, %21 tüp ve %8 diğer kaynaklardır.
- Yer kaplama tipi evlerde %60 ahşap ve laminant, (2) %9 PVC ve (3) %31 diğer türlerdir.
- Evlerde duvar boyasının türü; %33 badanalı, %51 plastik boya ve %17 yağlı boyadan oluşmuştur.
- Örnekleme sırasında camların %57'sinin açık ve %43'ünün kapalıdır.
- Gidilen evlerde %42 yeni eşya bulunmamakta, %58 yeni eşya ise bulunmaktadır.
- Örnekleme esnasında evde yaklaşık %94 oranında 4-6 arası kişi bulunmaktadır.
- Evlerin %70'inin ana caddeye yakın olduğu, anlaşılmaktadır.

Bu kısımda iç ortam ve dış ortam UOB'lerinin konsantrasyon verileri ile anket çalışmaları arasında, tek yönlü varyans analizi (One-Way ANOVA) karşılaştırma testi (Multiple Range Test (MRT), Kruskal-Wallis Test (KWT) ve Mood's Median Test (MMT) uygulanmış olup, her bir anket çalışması için %95 güven aralığında gruplar arasındaki farklılıklar tespit edilmiştir ($p < 0.05$) (Çizelge 4-49, Çizelge 4-55). Anket çalışmaları kapsamında; evlerde yaşayan kişi sayısı, evlerin ana caddeye yakınlığı, ölçüm yapılan evin bulunduğu kat, konut ısıtma türü, mutfakta kullanılan yakıt türü, yer kaplama tüpü, boya türü, örnekleme sırasında evde bulunan kişi sayısı, örnekleme sırasında camın açık olup olmadığı, yeni eşya olup olmadığı rapor edilmiş, bu koşullar için gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilenler sunulmuştur.

Çizelge 4-49 UOB'ler İle Anket Sonuçlarının Değerlendirilmesi

UOB	Evde Yaşayan Kişi Sayısı	Ortalama $\mu\text{g}/\text{m}^3$	p-değeri	Ana Caddeye Yakınlık	Ortalama $\mu\text{g}/\text{m}^3$	p-değeri	Evin Katı	Ortalama $\mu\text{g}/\text{m}^3$	p-değeri
Benzen	3<	3.1	0.0283	ev ana caddeye yakın	3.87	0.2789	3<	4.09	0.2206
	3>	4.3		ev ana caddeye uzak	3.06		3>	3.42	
Toluen	3<	32.81	0.5033	ev ana caddeye yakın	32.85	0.095	3<	35.26	0.0506
	3>	30.26		ev ana caddeye uzak	24.15		3>	27.84	
Etil Benzen	3<	5.87	0.486	ev ana caddeye yakın	6.14	0.8646	3<	7.03	0.005
	3>	6.32		ev ana caddeye uzak	5.99		3>	5.23	
m,p-ksilen	3<	11.87	0.578	ev ana caddeye yakın	11.81	0.254	3<	13.36	0.008
	3>	11.09		ev ana caddeye uzak	9.59		3>	9.63	
Stiren	3<	6.96	0.8387	ev ana caddeye yakın	6.82	0.7622	3<	8.84	0.000
	3>	6.79		ev ana caddeye uzak	7.17		3>	4.98	
o-ksilen	3<	8.75	0.3955	ev ana caddeye yakın	8.67	0.1075	3<	9.37	0.0179
	3>	8.06		ev ana caddeye uzak	6.86		3>	7.44	
n-propylbenzen	3<	4.81	0.0164	ev ana caddeye yakın	4.25	0.5684	3<	4.11	0.7216
	3>	3.65		ev ana caddeye uzak	3.87		3>	4.28	
n-butylbenzen	3<	2.04	0.4455	ev ana caddeye yakın	2.2	0.3732	3<	2.45	0.0281
	3>	2.25		ev ana caddeye uzak	1.87		3>	1.86	
Hekzan	3<	16.06	0.114	ev ana caddeye yakın	14.78	0.017	3<	24.06	0.000
	3>	9.94		ev ana caddeye uzak	2.11		3>	1.89	
Oktan	3<	3.8	0.0315	ev ana caddeye yakın	3.51	0.087	3<	2.39	0.000
	3>	2.99		ev ana caddeye uzak	2.62		3>	4.32	
Nonan	3<	2.91	0.6548	ev ana caddeye yakın	3.09	0.4813	3<	2.49	0.0203
	3>	3.11		ev ana caddeye uzak	2.65		3>	3.54	
Naftalin	3<	18.19	0.5602	ev ana caddeye yakın	17.01	0.5411	3<	16.5	0.5304
	3>	16.61		ev ana caddeye uzak	19.29		3>	18.2	
1,2+1,4-di kloro benzen	3<	9.88	0.0984	ev ana caddeye yakın	13.49	0.8783	3<	14.93	0.5476
	3>	16.87		ev ana caddeye uzak	14.38		3>	12.38	
2-kloro Toluen	3<	0.34	0.9726	ev ana caddeye yakın	0.35	0.535	3<	0.46	0.002
	3>	0.34		ev ana caddeye uzak	0.28		3>	0.22	
TUOB	3<	130.22	0.5862	ev ana caddeye yakın	131.31	0.072	3<	147.41	0.0001
	3>	124.8		ev ana caddeye uzak	106.71		3>	108.12	

Çizelge 4-50 UOB'ler İle Anket Sonuçlarının Değerlendirilmesi

UOB	Örnekleme Sırasında Camların Açık Olup Olmadığı	Ortalama $\mu\text{g}/\text{m}^3$	p-değeri	Boyama Durumu	Ortalama $\mu\text{g}/\text{m}^3$	p-değeri	Yeni Eşya	Ortalama $\mu\text{g}/\text{m}^3$	p-değeri
Benzen	açık	3.74	0.9908	yeni boyanmış	3.26	0.2182	yeni eşya var	3.45	0.3597
	kapalı	3.73		boyanmamış	3.98		yeni eşya yok	3.95	
Toluen	açık	29.07	0.1469	yeni boyanmış	33.77	0.3784	yeni eşya var	32.81	0.5406
	kapalı	34.62		boyanmamış	30.22		yeni eşya yok	30.46	
Etil Benzen	açık	6.09	0.9421	yeni boyanmış	6.15	0.9164	yeni eşya var	6.10	0.9721
	kapalı	6.14		boyanmamış	6.08		yeni eşya yok	6.12	
m,p-ksilen	açık	9.98	0.0156	yeni boyanmış	10.06	0.1705	yeni eşya var	11.55	0.9051
	kapalı	13.41		yeni boyanmış	12.11		yeni eşya yok	11.38	
Stiren	açık	6.59	0.4353	boyanmamış	6.03	0.1469	yeni eşya var	6.29	0.2368
	kapalı	7.25		yeni boyanmış	7.31		yeni eşya yok	7.29	
o-ksilen	açık	7.51	0.0137	boyanmamış	8.13	0.6673	yeni eşya var	8.47	0.8522
	kapalı	9.54		yeni boyanmış	8.51		yeni eşya yok	8.32	
n-propylbenzen	açık	4.47	0.1741	boyanmamış	4.52	0.3282	yeni eşya var	5.03	0.003
	kapalı	3.81		yeni boyanmış	4.02		yeni eşya yok	3.58	
n-butylbenzen	açık	2.11	0.7135	yeni boyanmış	2.23	0.6815	yeni eşya var	2.14	0.9356
	kapalı	2.21		boyanmamış	2.11		yeni eşya yok	2.16	
Hekzan	açık	9.57	0.0547	yeni boyanmış	8.90	0.1516	yeni eşya var	2.13	0.549
	kapalı	17.06		boyanmamış	14.77		yeni eşya yok	20.47	
Oktan	açık	3.97	0.0002	yeni boyanmış	4.37	0.0001	yeni eşya var	4.01	0.0037
	kapalı	2.56		boyanmamış	2.84		yeni eşya yok	2.90	
Nonan	açık	3.68	0.0006	yeni boyanmış	4.55	0.000	yeni eşya var	3.44	0.1174
	kapalı	2.14		boyanmamış	2.24		yeni eşya yok	2.72	
Naftalin	açık	19.48	0.0677	yeni boyanmış	21.05	0.0526	yeni eşya var	18.57	0.441
	kapalı	14.50		boyanmamış	15.50		yeni eşya yok	16.46	
1,2+1,4-di cl benzen	açık	12.15	0.426	yeni boyanmış	17.25	0.2254	yeni eşya var	21.19	0.0022
	kapalı	15.56		boyanmamış	11.81		yeni eşya yok	8.17	
2-cl Toluen	açık	0.36	0.5636	yeni boyanmış	0.12	0.3058	yeni eşya var	0.32	0.6405
	kapalı	0.31		boyanmamış	0.35		yeni eşya yok	0.35	
TUOB	açık	121.41	0.1704	yeni boyanmış	132.69	0.4421	yeni eşya var	129.14	0.7554
	kapalı	135.16		boyanmamış	124.58		yeni eşya yok	126.01	

Çizelge 4-51 UOB'ler İle Anket Sonuçlarının Değerlendirilmesi

UOB	Mutfak Yakıtı	Ortalama $\mu\text{g}/\text{m}^3$	p-değeri	Yer Kaplama Türü	Ortalama $\mu\text{g}/\text{m}^3$	p-değeri	Boya Türü	Ortalama $\mu\text{g}/\text{m}^3$	p-değeri
Benzen	doğal gaz	3.90	0.3298	ahşap ve laminant	3.74	0.9978	badana	3.56	0.7234
	tüp	3.72		PVC, marley, boydan boya halı	3.69		plastik boya	3.95	
	diğer(elektrik, odun ve kömür)	2.34		diğer(mozaik ve seramik)	3.76		yağlı boya	3.44	
Toluen	doğal gaz	29.30	0.2073	ahşap ve laminant	28.10	0.0673	badana	31.64	0.0326
	tüp	37.05		PVC, marley, boydan boya halı	32.12		plastik boya	27.87	
	diğer(elektrik, odun ve kömür)	35.63		diğer(mozaik ve seramik)	37.86		yağlı boya	41.81	
Etil Benzen	doğal gaz	6.02	0.165	ahşap ve laminant	5.61	0.1563	badana	6.74	0.2637
	tüp	6.98		PVC, marley, boydan boya halı	7.10		plastik boya	5.60	
	diğer(elektrik, odun ve kömür)	4.46		diğer(mozaik ve seramik)	6.80		yağlı boya	6.42	
m,p-ksilen	doğal gaz	10.76	0.066	ahşap ve laminant	8.92	0.000	badana	14.71	0.0003
	tüp	14.51		PVC, marley, boydan boya halı	13.03		plastik boya	8.67	
	diğer(elektrik, odun ve kömür)	9.28		diğer(mozaik ve seramik)	15.97		yağlı boya	13.48	
Stiren	doğal gaz	6.08	0.000	ahşap ve laminant	5.81	0.006	badana	8.78	0.0006
	tüp	11.40		PVC, marley, boydan boya halı	10.44		plastik boya	5.31	
	diğer(elektrik, odun ve kömür)	1.48		diğer(mozaik ve seramik)	7.93		yağlı boya	7.86	

Çizelge 4-52 UOB'ler İle Anket Sonuçlarının Değerlendirilmesi

UOB	Mutfak Yakıtı	Ortalama $\mu\text{g}/\text{m}^3$	p-değeri	Yer Kaplama Türü	Ortalama $\mu\text{g}/\text{m}^3$	p-değeri	Boya Türü	Ortalama $\mu\text{g}/\text{m}^3$	p-değeri
o-ksilen	doğal gaz	8.06	0.26	ahşap ve laminant	7.55	0.001	badana	9.87	0.0041
	tüp	9.66		PVC, marley, boydan boya halı	8.59		plastik boya	7.05	
	diğer(elektrik, odun ve kömür)	4.52		diğer(mozaik ve seramik)	9.96		yağlı boya	9.50	
n-propilbenzen	doğal gaz	2.41	0.0001	ahşap ve laminant	4.68	0.03	badana	3.66	0.11
	tüp	6.12		PVC, marley, boydan boya halı	2.85		plastik boya	4.69	
	diğer(elektrik, odun ve kömür)	7.73		diğer(mozaik ve seramik)	3.69		yağlı boya	3.70	
n-butilbenzen	doğal gaz	7.73	0.0088	ahşap ve laminant	2.06	0.39	badana	2.25	0.06
	tüp	2.00		PVC, marley, boydan boya halı	2.71		plastik boya	1.89	
	diğer(elektrik, odun ve kömür)	2.90		diğer(mozaik ve seramik)	2.17		yağlı boya	2.75	
Hekzan	doğal gaz	5.77	0.000	ahşap ve laminant	3.70	0.000	badana	27.15	0.000
	tüp	40.15		PVC, marley, boydan boya halı	31.54		plastik boya	1.32	
	diğer(elektrik, odun ve kömür)	0.93		diğer(mozaik ve seramik)	25.26		yağlı boya	19.39	
Oktan	doğal gaz	3.75	0.000	ahşap ve laminant	4.00	0.0001	badana	1.99	0.000
	tüp	1.02		PVC, marley, boydan boya halı	1.46		plastik boya	4.48	
	diğer(elektrik, odun ve kömür)	6.42		diğer(mozaik ve seramik)	2.81		yağlı boya	2.70	

Çizelge 4-53 UOB'ler İle Anket Sonuçlarının Değerlendirilmesi

UOB	Mutfak Yakıtı	Ortalama $\mu\text{g}/\text{m}^3$	p- değeri	Yer Kaplama Türü	Ortalama $\mu\text{g}/\text{m}^3$	p- değeri	Boya Türü	Ortalama $\mu\text{g}/\text{m}^3$	p- değeri
Nonan	doğal gaz	3.25	0.000	ağşap ve laminant	3.65	0.0003	badana	1.99	0.0001
	tüp	0.68		PVC, marley, boydan boya halı	0.88		plastik boya	3.99	
	diğer(elektrik, odun ve kömür)	7.47		diğer(mozaik ve seramik)	2.55		yağlı boya	2.10	
Naftalin	doğal gaz	19.19	0.000	ağşap ve laminant	21.55	0.003	badana	10.68	0.0002
	tüp	6.89		PVC, marley, boydan boya halı	10.63		plastik boya	22.78	
	diğer(elektrik, odun ve kömür)	29.64		diğer(mozaik ve seramik)	11.00		yağlı boya	13.92	
1,2+1,4-di cl benzen	doğal gaz	13.42	0.11	ağşap ve laminant	12.10	0.26	badana	12.94	0.97
	tüp	18.93		PVC, marley, boydan boya halı	7.29		plastik boya	13.85	
	diğer(elektrik, odun ve kömür)	0.34		diğer(mozaik ve seramik)	18.39		yağlı boya	14.20	
2-cl Toluen	doğal gaz	0.32	0.01	ağşap ve laminant	0.29	0.24	badana	0.51	0.0066
	tüp	0.51		PVC, marley, boydan boya halı	0.41		plastik boya	0.24	
	diğer(elektrik, odun ve kömür)	0.05		diğer(mozaik ve seramik)	0.42		yağlı boya	0.30	
TUOB	doğal gaz	118.86	0.0023	ağşap ve laminant	114.13	0.002	badana	139.09	0.02
	tüp	160.17		PVC, marley, boydan boya halı	136.79		plastik boya	113.94	
	diğer(elektrik, odun ve kömür)	113.36		diğer(mozaik ve seramik)	150.53		yağlı boya	144.67	

Çizelge 4-54 UOB'ler İle Anket Sonuçlarının Değerlendirilmesi

	Konut Isıtma Türü	Ortalama μ g/m ³	p- değeri
Benzen	merkezi sistem	3.06	0.5125
	odun ve kömürlü soba	4.10	
	kombi	3.94	
	doğal gazlı soba	4.69	
Toluen	merkezi sistem	37.73	0.1914
	odun ve kömürlü soba	33.60	
	kombi	28.60	
	doğal gazlı soba	21.88	
Etil Benzen	merkezi sistem	7.03	0.1327
	odun ve kömürlü soba	4.81	
	kombi	5.88	
	doğal gazlı soba	9.26	
m,p-ksilen	merkezi sistem	15.24	0.0134
	odun ve kömürlü soba	8.82	
	kombi	10.32	
	doğal gazlı soba	11.50	
Stiren	merkezi sistem	10.02	0.000
	odun ve kömürlü soba	3.75	
	kombi	6.17	
	doğal gazlı soba	3.61	
o-ksilen	merkezi sistem	10.61	0.0117
	odun ve kömürlü soba	7.00	
	kombi	7.73	
	doğal gazlı soba	6.32	
n-propylbenzen	merkezi sistem	2.85	0.0006
	odun ve kömürlü soba	4.23	
	kombi	4.62	
	doğal gazlı soba	9.72	
n-butilbenzen	merkezi sistem	2.51	0.396
	odun ve kömürlü soba	1.77	
	kombi	2.07	
	doğal gazlı soba	1.76	

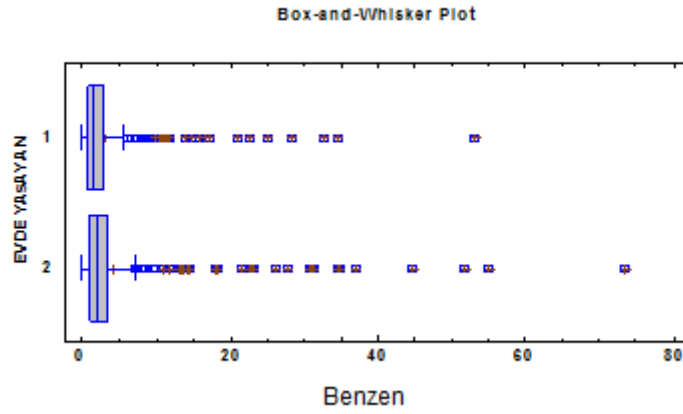
Çizelge 4-55 UOB'ler İle Anket Sonuçlarının Değerlendirilmesi

	Konut Isıtma Türü	Ortalamaµg/m ³	p- değeri
Hekzan	merkezi sistem	28.61	0.000
	odun ve kömürlü soba	1.61	
	kombi	8.33	
	doğal gazlı soba	1.09	
Oktan	merkezi sistem	1.25	0.000
	odun ve kömürlü soba	4.38	
	kombi	4.00	
	doğal gazlı soba	7.08	
Nonan	merkezi sistem	0.88	0.000
	odun ve kömürlü soba	5.05	
	kombi	3.55	
	doğal gazlı soba	3.66	
Naftalin	merkezi sistem	8.72	0.000
	odun ve kömürlü soba	18.16	
	kombi	19.56	
	doğal gazlı soba	74.71	
1,2+1,4-di ci benzen	merkezi sistem	17.11	0.765
	odun ve kömürlü soba	14.00	
	kombi	12.22	
	doğal gazlı soba	6.33	
2-ci Toluen	merkezi sistem	0.42	0.0886
	odun ve kömürlü soba	0.11	
	kombi	0.33	
	doğal gazlı soba	0.76	
TUOB	merkezi sistem	148.14	0.0582
	odun ve kömürlü soba	113.85	
	kombi	120.06	
	doğal gazlı soba	163.85	

4.14.1.1. Evde yaşayan kişi sayısı

Bazı araştırmalarda evde yaşayan kişi sayısının kirletici miktarlarını etkilediği görülmüştür [129]. Örneğin dört kişi yaşayan evlerde kullanılan temizlik malzemesi miktarı uçucu organik birleşik konsantrasyonunu etkilemektedir [130]. Bu çalışmada evlerin %47'sinde 3 kişi, %53'ünde 3'ten fazla kişi bulunmaktadır. Kişi

sayısı 1(3 kişi) ve 2 (3'ten fazla kişi) numarayla gösterilmiştir. Benzen konsantrasyonu ile evde yaşayan kişi sayısı arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur (Şekil 4-63). Kişi sayısı üçten fazla olduğu evlerde benzen konsantrasyonu yüksek görülmüştür (Çizelge 4-49). Kişi sayısı artıkcça temizlik melzemelerin kullanılması artar, aktivitelerin fazla olması ve benzer nedenlerden dolayı benzen konsantrasyonu 3 kişiden fazla yaşayan evlerde yüksek görülmüştür.

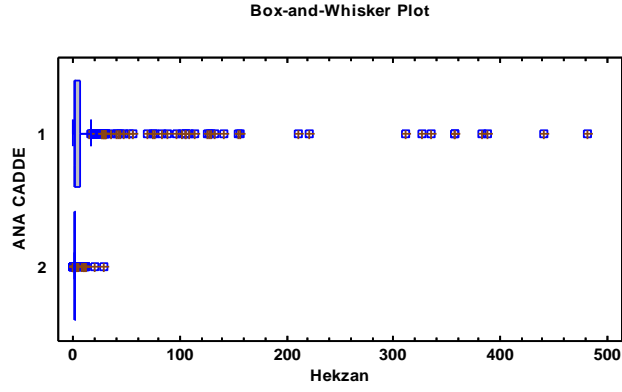


Şekil 4-63 Benzen ve evde yaşayan kişi sayısının kutu bıyık grafiği

1:(3 kişi), 2: (3'ten fazla kişi)

4.14.1.2. Ana Caddeye Yakınlık

Binaların şehirlerdeki konumları göz önüne alındığında, bazı kirleticiler için dış ortam kaynaklarının iç ortamdaki konsantrasyon seviyelerine önemli katkısı olabilmektedir. Özellikle endüstriyel bölgelere veya trafiğin yoğun olduğu caddelere yakın binalarda iç ortamdaki kirleticiler için dış ortam önemli bir kaynaktır. Örneklere gidilen evlerin %70'inin, ana caddeye yakın olduğu tespit edilmiştir. Ana caddeye yakın evler 1 ve ana caddeden uzak olan evler 2 numarayla gösterilmiştir. Hekzan konsantrasyonu ile evlerin ana caddeye yakınlıkları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardır (Şekil 4-64). Hekzanın en önemli kaynaklarından biri trafik olduğu tespit edilmiştir. Ana caddeye yakın olan evlerde hekzanın konsantrasyonu yüksek görülmüştür (Çizelge 4-49). Benzen, toluen, etilbenzen, m,p,o-ksilen, n-propilbenzen, n-butilbenzen, oktan ve nonan ana caddeye yakın evlerde konsantrasyonları yüksek görülmüştür.



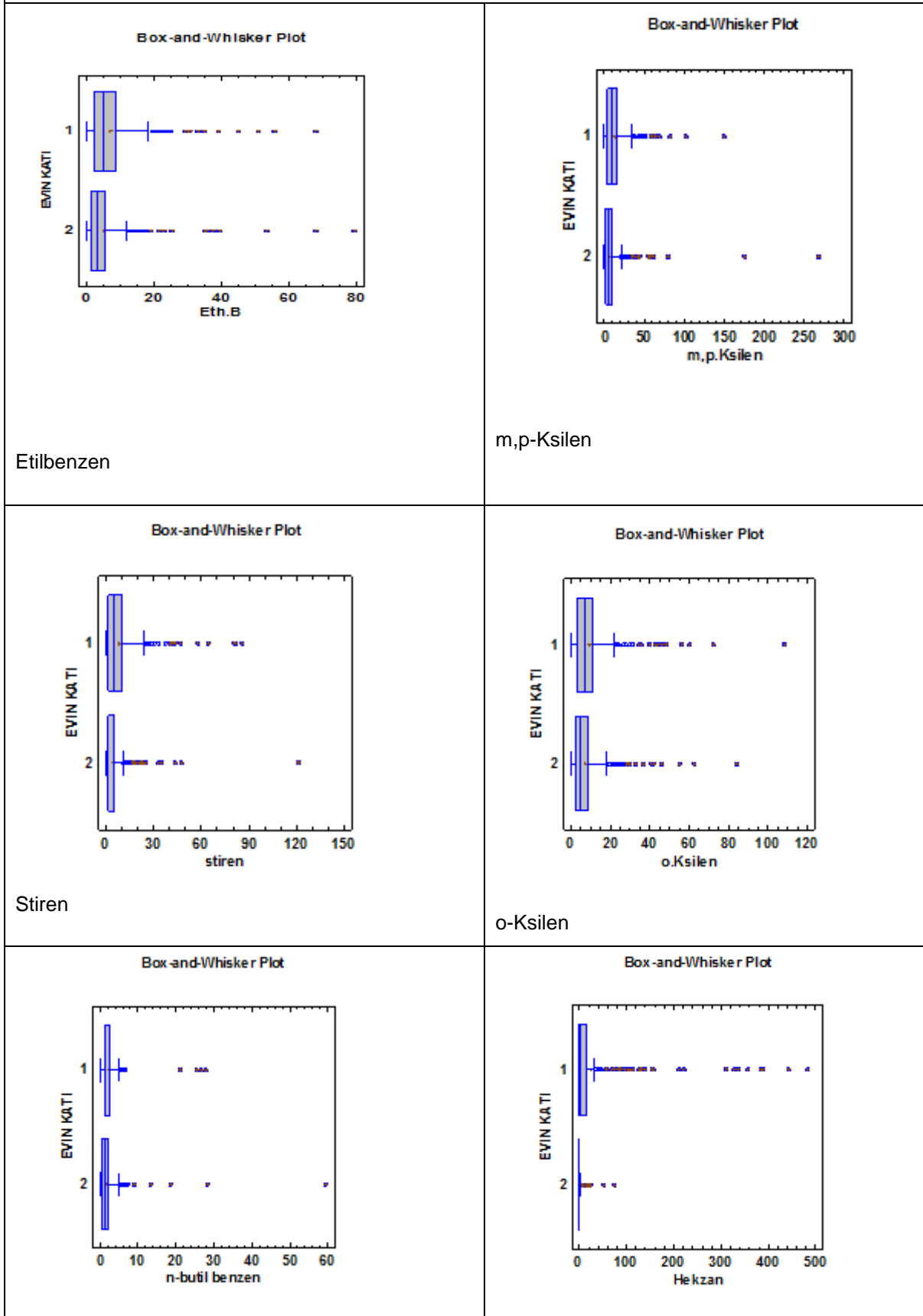
Şekil 4-64 Hekzan ve ana caddeye yakınlık kutu bıyık grafiği (1: ana caddeye yakın evler, 2: anacaddeye uzak evler)

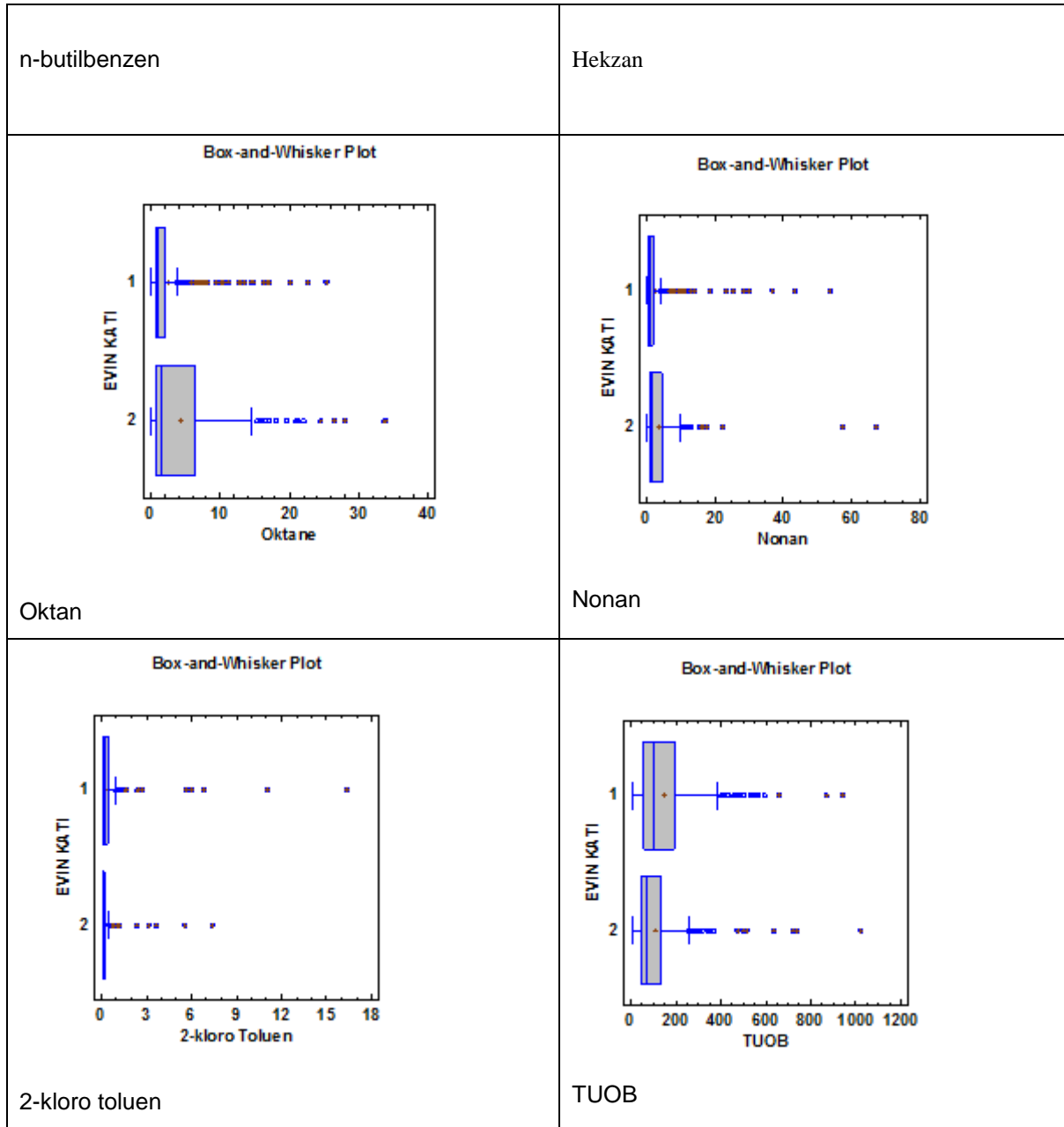
1: (ev ana caddeye yakın), 2: (ev ana caddeye uzak)

4.14.1.3. Evin Bulunduğu Kat

Anket çalışmaları sonucuna göre evlerin %33'ü bodrum veya zemin katta, %20'si 1. veya 2. katta ve %46'sı ise 3. kat veya daha yukarı katlarda bulunmaktadır. Yapılan tek yönlü ANOVA testlerinden Kruskal-Wallis Testi 'ne göre, iç ortamlarda UOB'lerle evin bulunduğu kat arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir. Evlerin örnekleme yapılan noktalarında, iç ortamda yapılan UOB ölçüm sonuçlarının evin bulunduğu kata göre değişimi şekil 4-65'te verilmiştir. Etilbenzen, m,p-ksilen, o-ksilen, stiren, n-butilbenzen, hekzan, oktan, nonan, 2-kloro toluen ve TUOB'ler ile evin katı arasında İstatistiksel olarak anlamlı fark vardır (Şekil 4-49). Çizelge 4-53'te göre Etilbenzen, m,p-ksilen, o-ksilen, stiren, n-butilbenzen, hekzan, 2-kloro toluen ve TUOB'ler alt katlarda konsantrasyonları üst katlara göre yüksek görülmüştür. Evlerin koşullarına göre, ana caddye yakınlığına göre alt katlarda bu UOB'ler yüksek görülmüştür.

UOB'ler ve Evin Bulunduğu Kat





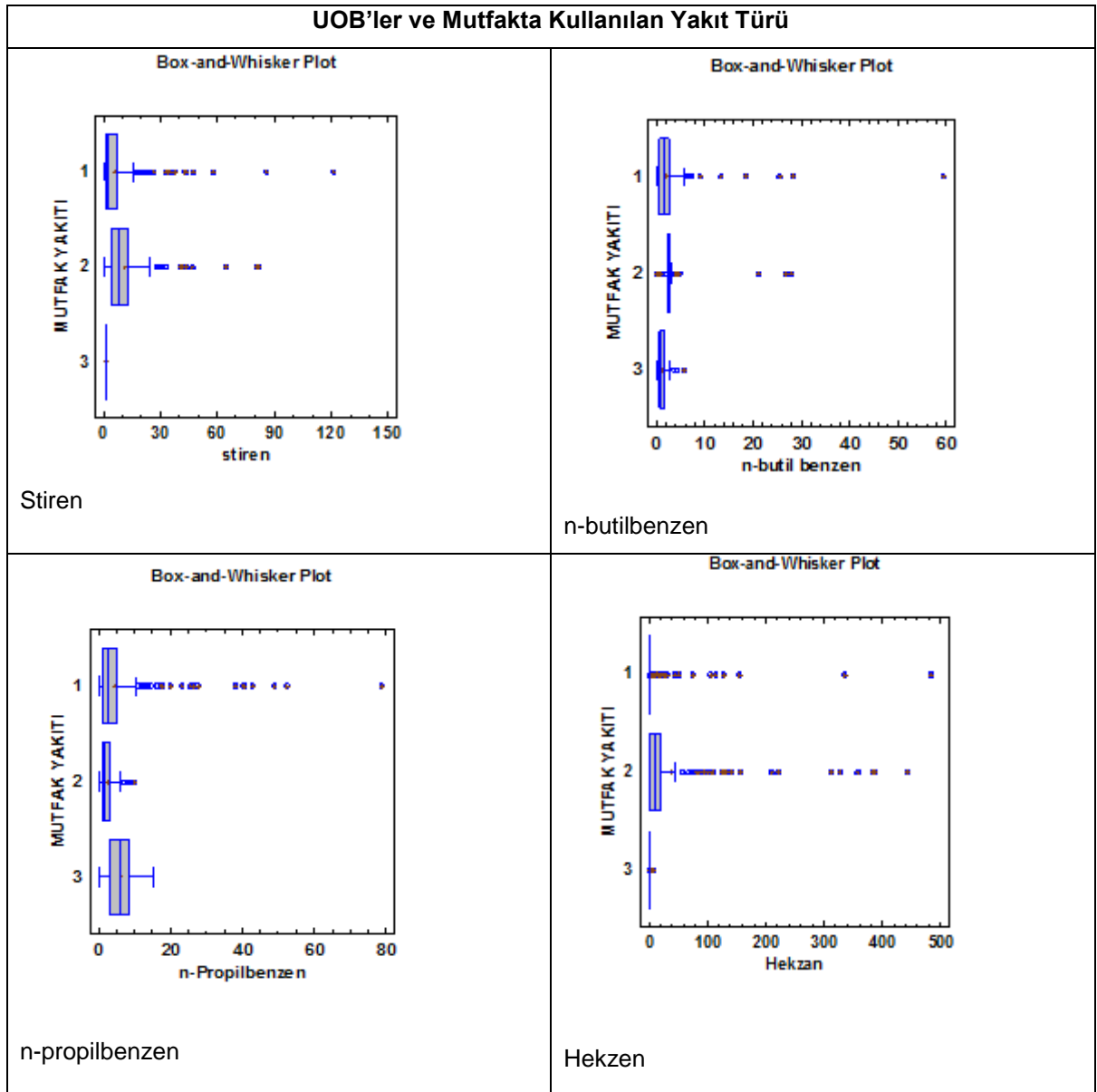
Şekil 4-65 UOB'ler ve evin bulunduğu kat kutu bıyık grafiği

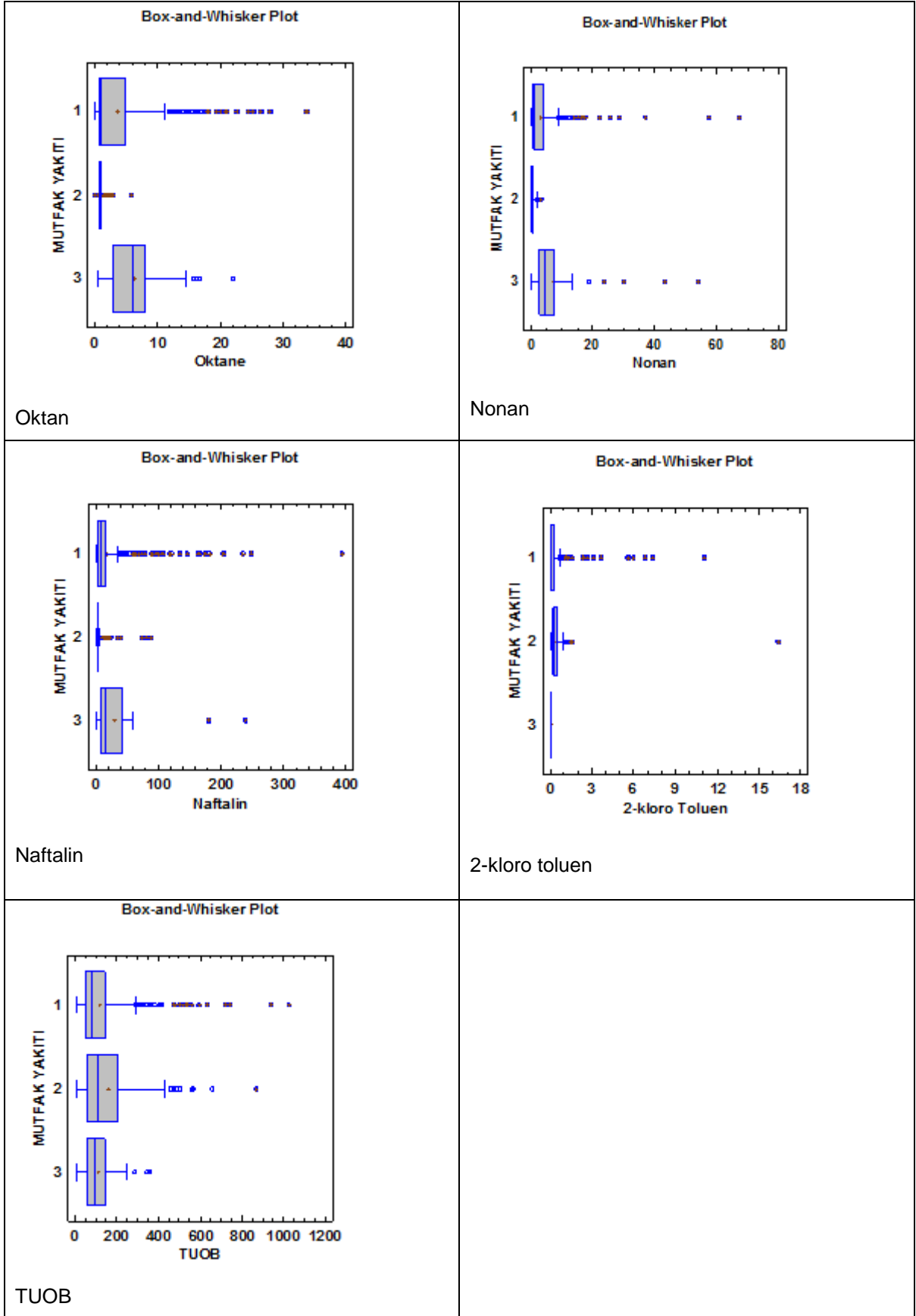
1 (3 kat ve altı)
2 (3'ten daha yüksek)

4.14.1.4. Mutfakta kullanılan yakıt türü

Yemek pişirmek evlerde yapılan en önemli aktivitelerden biridir. Bu çalışmada evlerde yemek pişirmek için %71 doğal gaz, %21 tüp ve %8 diğer kaynaklar kullanılmaktadır. Mutfakta kullanılan yakıt türü 1 doğal gaz kullananlar, 2 tüp kullananlar ve 3 yemek pişirmek için diğer kaynakları (elektrik, odun ve kömür) kullananlar olarak kodlandırılmıştır. Hong Kong'da yapılan bir çalışmada, evlerde doğal gaz kullanımının UOB'lerin konsantrasyonunu etkilediği görülmüştür [130].

Bu çalışmada n-propilbenzen, n-butilbenzen, hekzan, oktan, nonan, naftalin, 2-kloro toluen ve TUOB ile evlerde mutfakta yemek pişirmek için kullanılan yakıt türü arasında İstatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu görülmüştür (Şekil 4-66). Stiren, hekzan, 2-kloro toluen ve TUOB'lerin konsantrasyonları yemek pişirmek için tüp kullanılan evlerde yüksek ölçülmüştür (Çizelge 4-51-Çizelge 4-52, Çizelge 4-53). n-butilbenzen doğal gaz kullanan evlerde ve oktan, nonan, n-propilbenzen ve naftalin elektrik, odun veya kömür kullanılan evlerde yüksek görülmüştür (Çizelge 4-51-Çizelge 4-52, Çizelge 4-53).



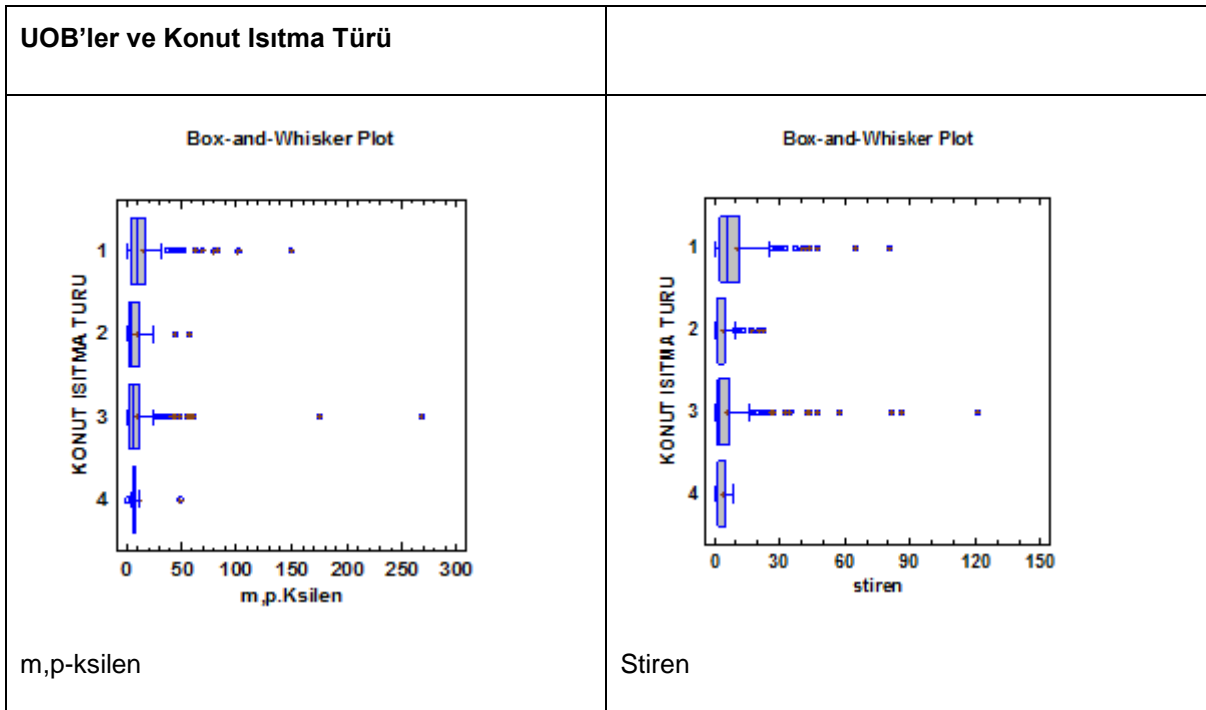


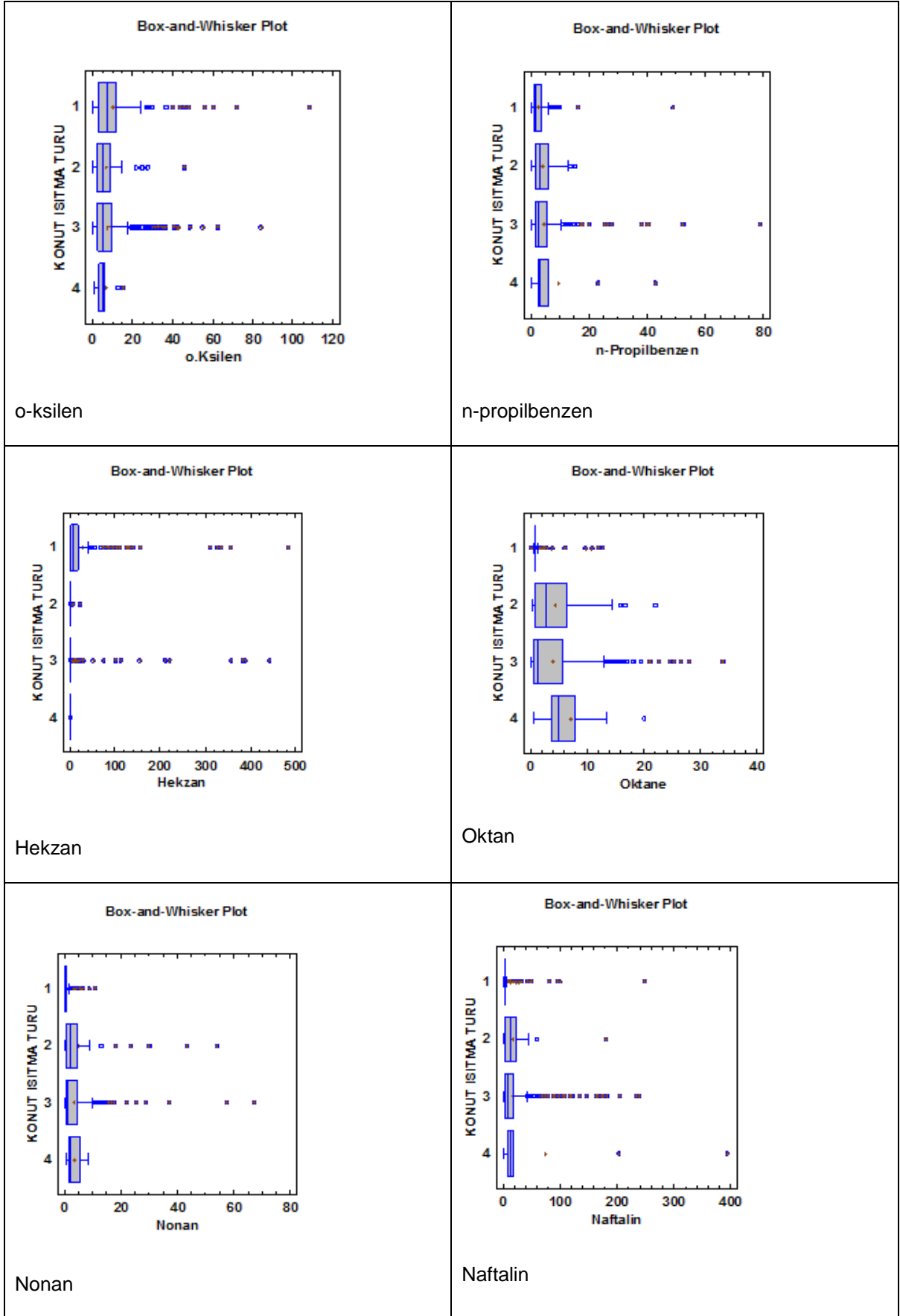
Şekil 4-66 UOB'ler ve mutfakta kullanılan yakıt türünün kutu bıyık grafiği

1 doğal gaz kullananlar, 2 tüp kullananlar, 3 diğer kaynakları (elektrik, odun ve kömür)

4.14.1.5. Konut Isıtma Türü

Bu çalışmada, evlerin ısıtma sistemi; % 26 merkezi sistem ile ısınan (1 numara), %11 odun ve kömürlü soba (2 numara), %62 kombi (doğalgaz) (3 numara) ve %1 doğal gazlı soba (4 numara) olan evlerden oluşmaktadır. m,p-ksilen, stiren, o-ksilen, n-propilbenzen, n-butilbenzen, hekzan, oktan, nonan ve naftalin ile evlerin konut ısıtma türleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu görülmüştür (Şekil 4-67). M,p,o-ksilen, stiren ve hekzan ısıtmak için merkezi sistem bulunan evlerde en yüksek değerlerde görülmüştür (Çizelge 4-54, Çizelge 4-55). Oktan, n-propilbenzen ve naftalin ısıtmak için doğal gazlı soba kullanılan evlerde ve nonan ısınma için odun ve kömür kullanılan evlerde yüksek ölçülmüştür (Çizelge 4-54, Çizelge 4-55).



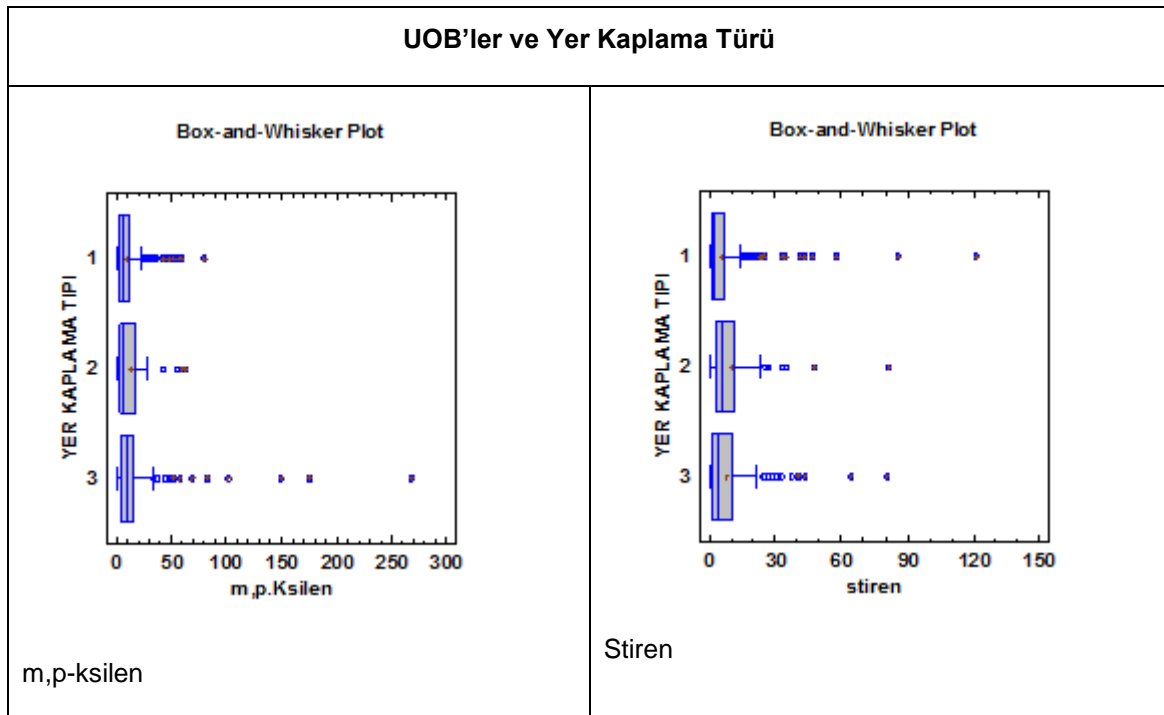


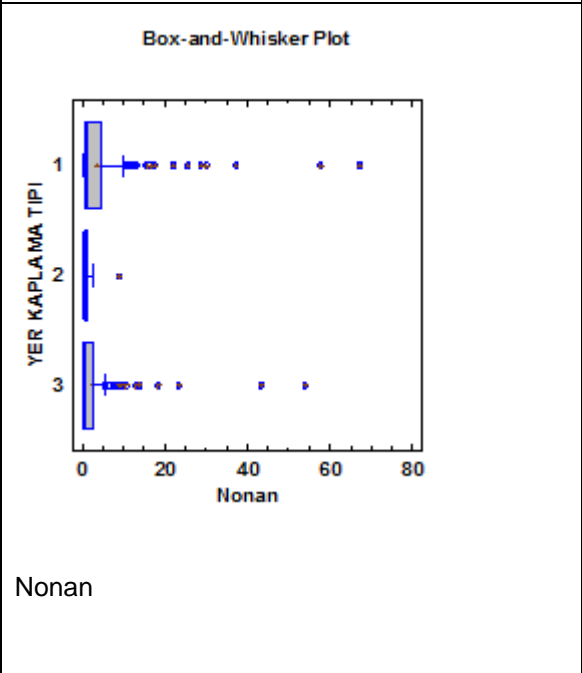
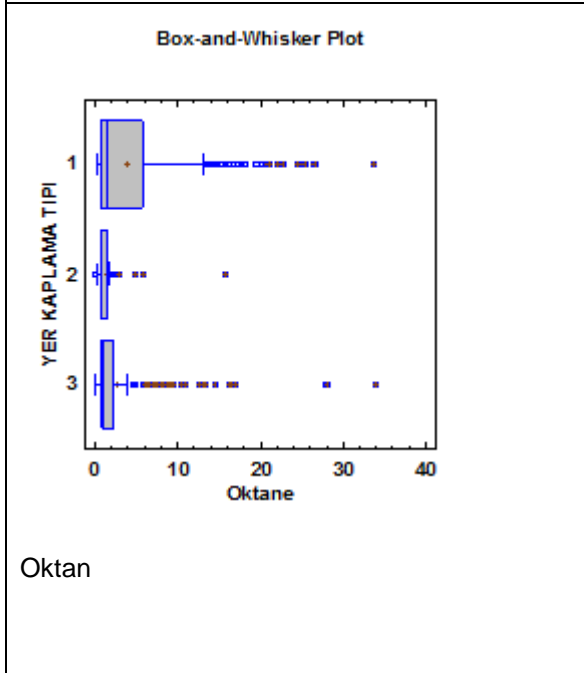
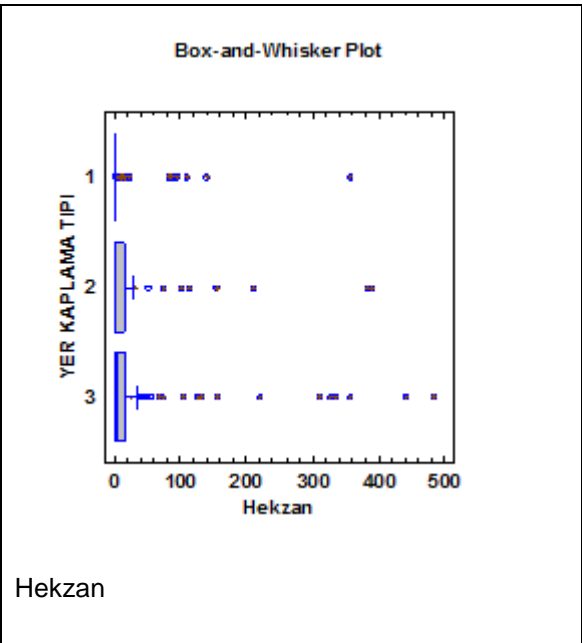
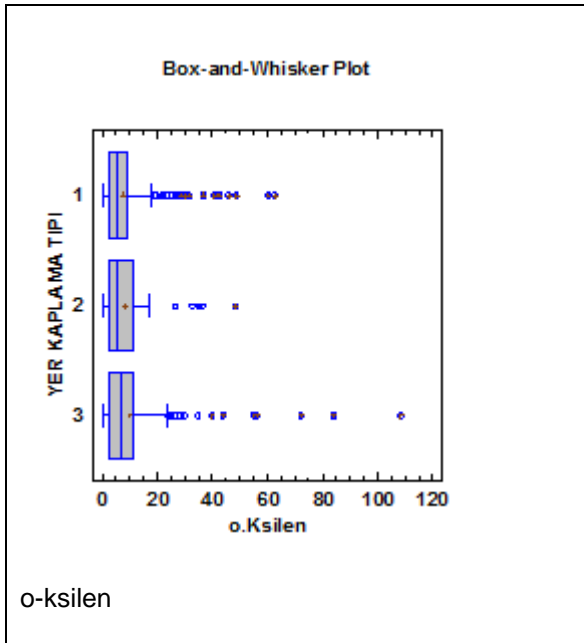
Şekil 4-67 UOB'ler ve konut ısıtma türünün kutu bıyık grafiği

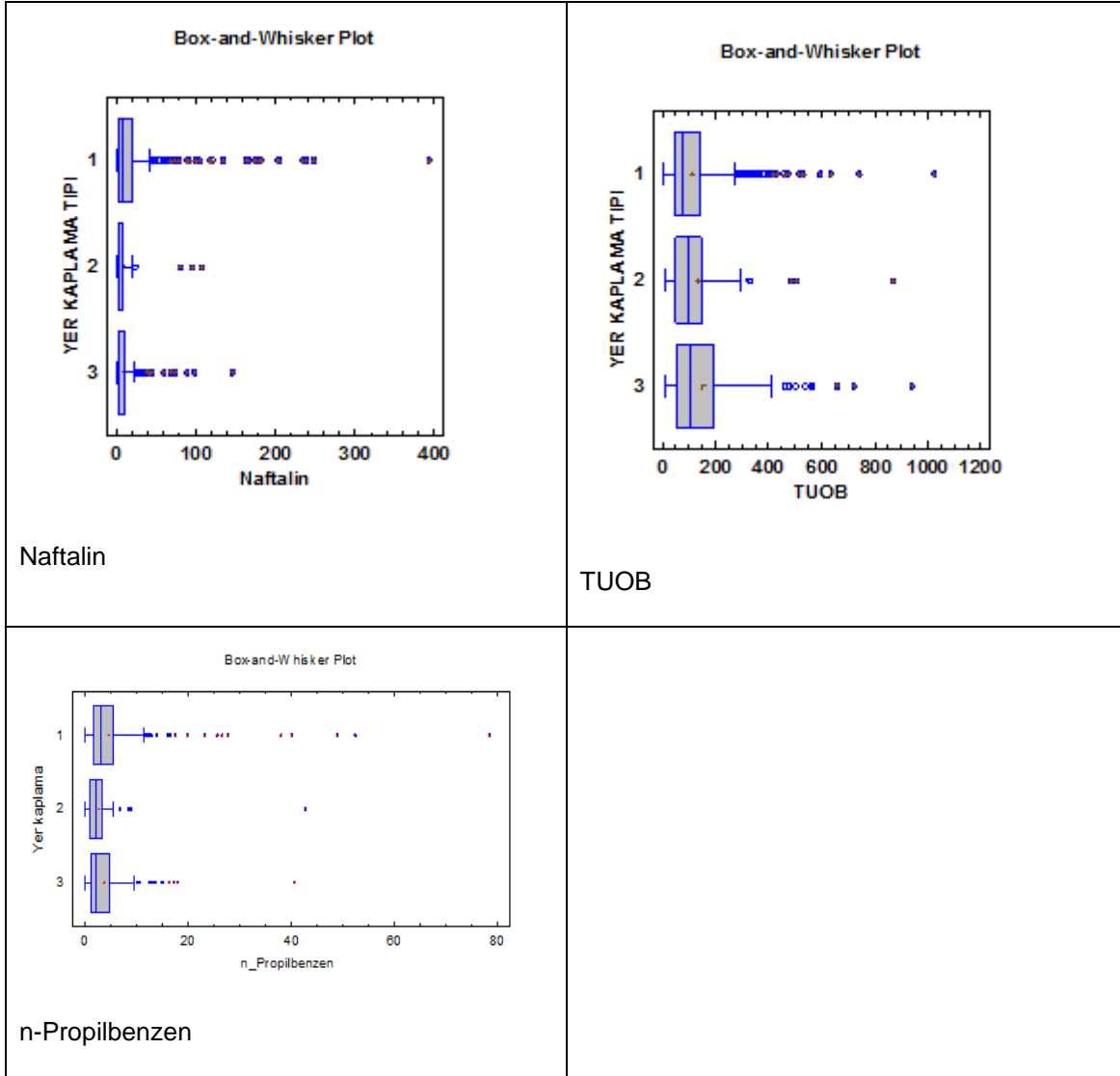
1 (merkezi sistem) , 2 (odun ve kömürlü soba) , 3(kombi) , 4(doğal gazlı soba)

4.14.1.6. Yer kaplama türü

Bu çalışmada evlerin; %60 ahşap ve laminant (1), %9 PVC (2) ve %31 diğer (3) (boydan boya halı, beton, mozaik ve seramik) ürünler örneğin halıfleks ve benzeri malzemeler ile kaplandığı raporlanmıştır. m,p-ksilen, o-ksilen, stiren ile yer kaplama tipi arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu görülmüştür. n-butilbenzen, hekzan, oktan, nonan, naftalin ve TUOB'ler ile yer kaplama tipi arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4-68). Çizelge 4-51, 4-52 ve 4-53'e göre m,p,o-ksilen ve TUOB yer kaplama tipi beton, mozaik ve seramik olan evlerde yüksek ölçülmüştür. Bu uçucu organik bileşkerler başka kaynaklardan ortama yayılmış olabilirler. Stiren ve hekzan yer kaplama tipi marley, PVC ve boydan boya halı olan evlerde ve oktan, nonan ve naftalin ahşap veya laminant olan evlerde yüksek konsantrasyonlarda görülmüştür. Oktan ve nonanın kaynaklarından biri ahşaplar ve parkelerin üzerinde kullanılan cila maddesi gösterilmiştir [119]. Yapıştırıcılar stiren ve hekzanın kaynaklarından biri olduğu ispatlanmıştır. Stirenin kaynağı stiren butadiyen kauçuk (SBR) halılardan çalışmalarda görülmüştür. Marley ve PVC döşemesi sırasında yapıştırıcı malzeme kullandığından dolayı bu maddelerin konsantrasyonunu etkilemiştir [82].







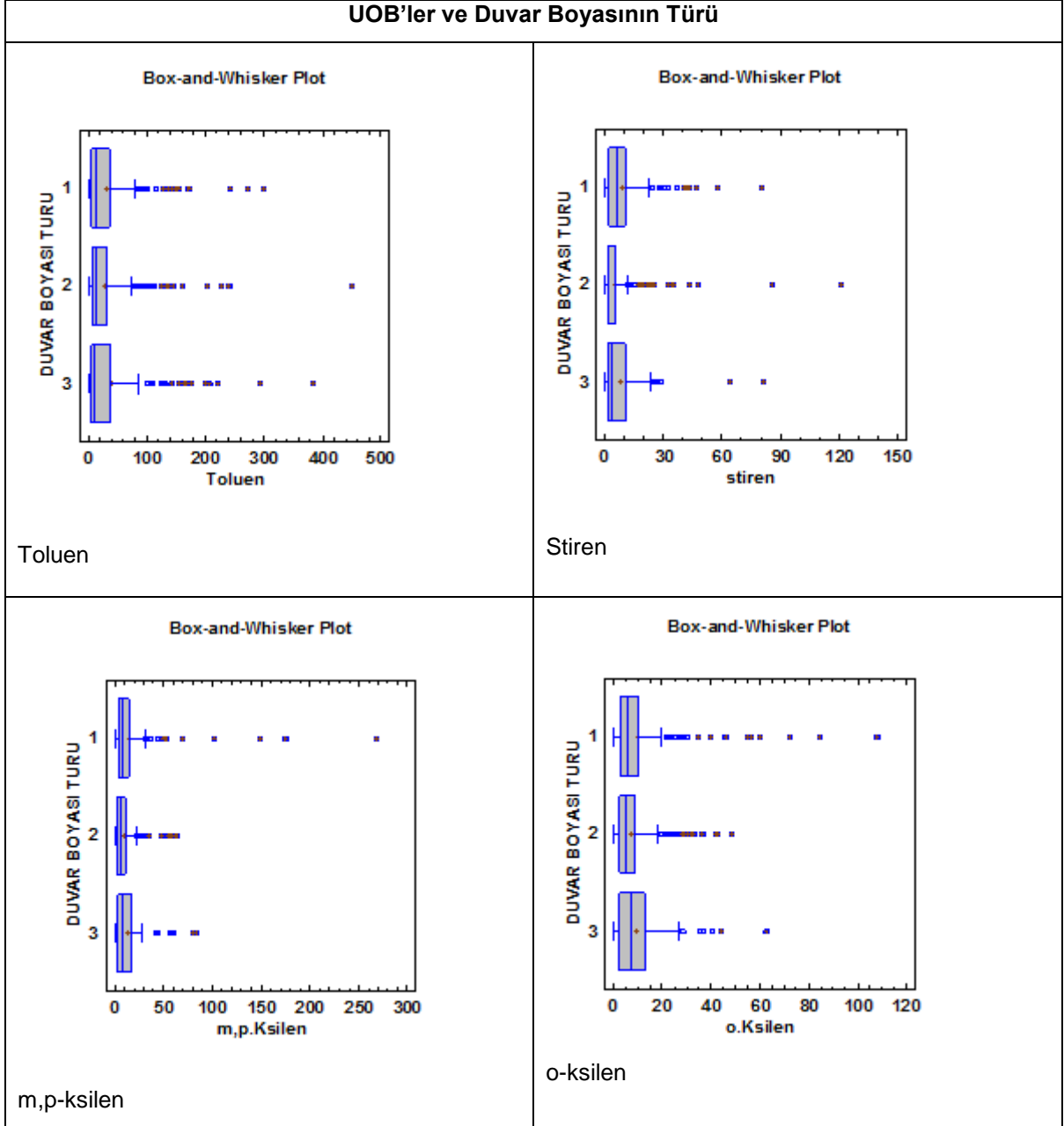
Şekil 4-68 UOB'ler ve yer kaplama türünün kutu bıyık grafiği

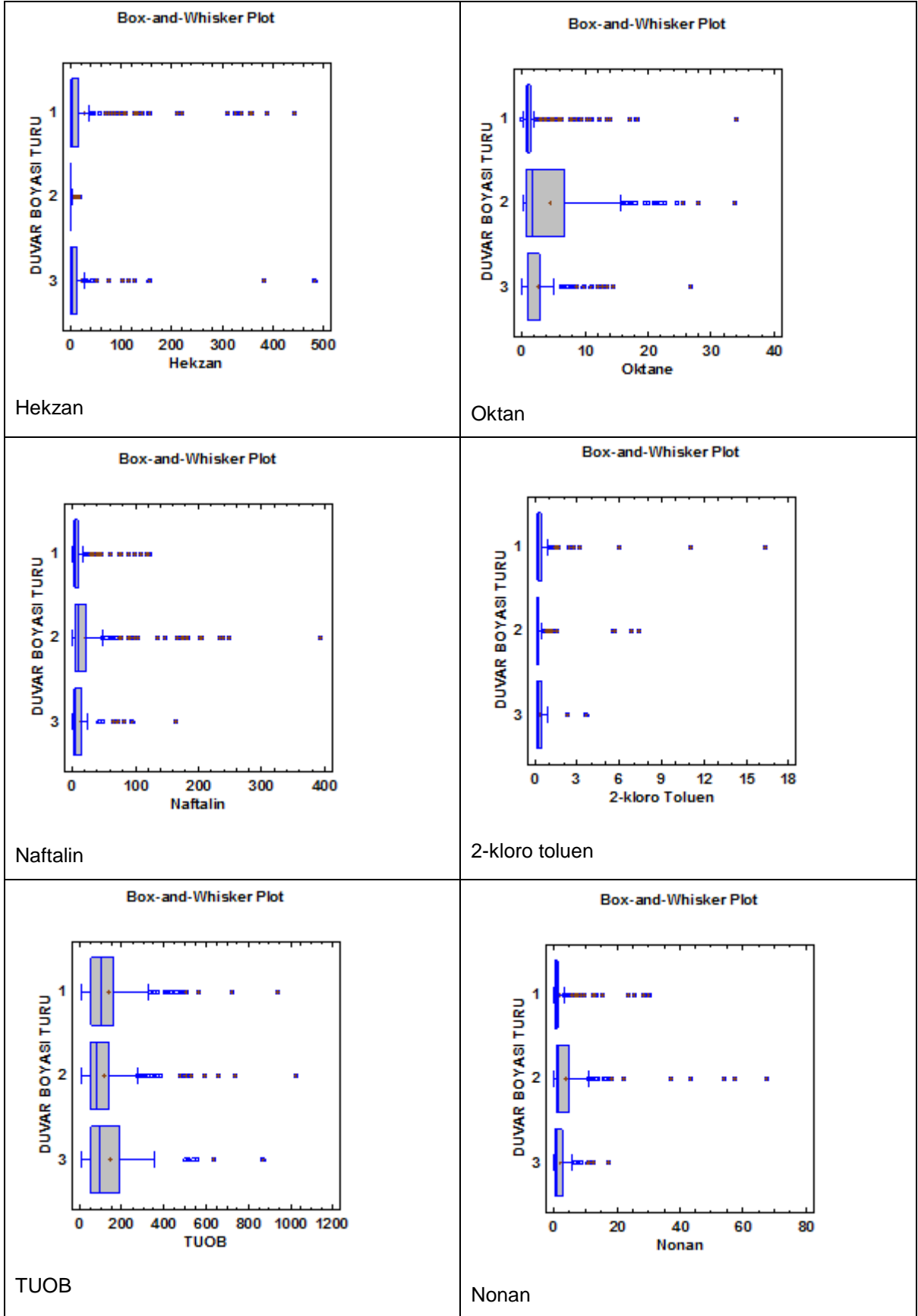
- 1(ahşap ve laminant)
- 2 (PVC, marley, boydan boya halı)
- 3 diğer(beton, mozaik ve seramik)

4.14.1.7. Duvar Boyası Türü

Çalışmada, evlerin %33'ünde duvarların badanalı olduğu, %51'inde plastik boya ve %17 yağlı boya kullanıldığı görülmüştür. 1 numara badana, 2 numara plastik boya ve 3 numara yağlı boyayı işaret etmektedir. Toluene ile duvarlarda kullanılan boya türü, ve m,p-ksilen ve o-ksilen ile duvarlarda kullanılan boya türü arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardır. Stiren, hekzan, oktan, nonan, naftalin ve 2-klorotoluene ile duvarlarda kullanılan boya türü arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu görülmüştür (Şekil 4-69). Toluene yağlı boya kullandıkları evlerde oktan, nonan ve naftalin palstik boya kullanılan evlerde yüksek değerlerde

görülmüştür. Stiren, m,p,o-ksilen, hekzan ve 2-kloro toluen badana yapıldığı evlerde yüksek konsantrasyonlarda ölçülmüştür (Çizelge 4-51, 4-52 ve 4-53).



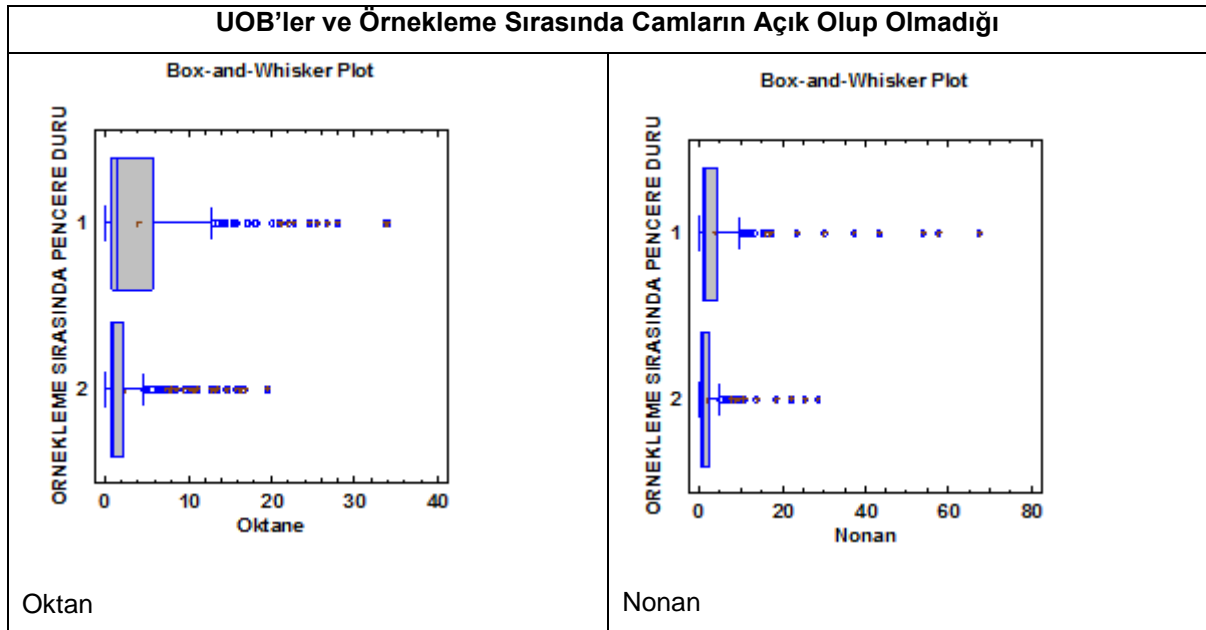


Şekil 4-69 UOB'ler ve duvar boyası türünün kutu bıyık grafiği

- 1 (badana)
- 2 (plastik boya)
- 3 (yağlı boya)

4.14.1.8. Örneklem Sırasında Camların Açık Olup Olmadığı

Bu çalışmada, örneklem sırasında camların %57'sinin açık ve %43'ünün kapalı olduğu kaydedilmiş, bunlar 1 ve 2 numarayla gösterilmiştir. İç ortam hava kalitesinin, hem ev içi kaynaklardan hem de dışarıdan taşınan kirlilikten etkilendiği bilinmektedir. UOB'ler için, Baek ve arkadaşları tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada [90], iç ortam UOB bileşiklerine; hem iç ortamdaki ısıtma-soğutma uygulamaları hem de havalandırma oranına bağlı olarak dış ortamdaki trafik emisyonlarının önemli katkılarına olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4-70). Oktan ve nonan konsantrasyonları camlar açıkken yüksek görülmüştür. Bunun nedeni bu UOB'lerin kaynağı benzin, mazot yanı trafikten olduğu ispatlanmıştır [4] (Çizelge 4-50).



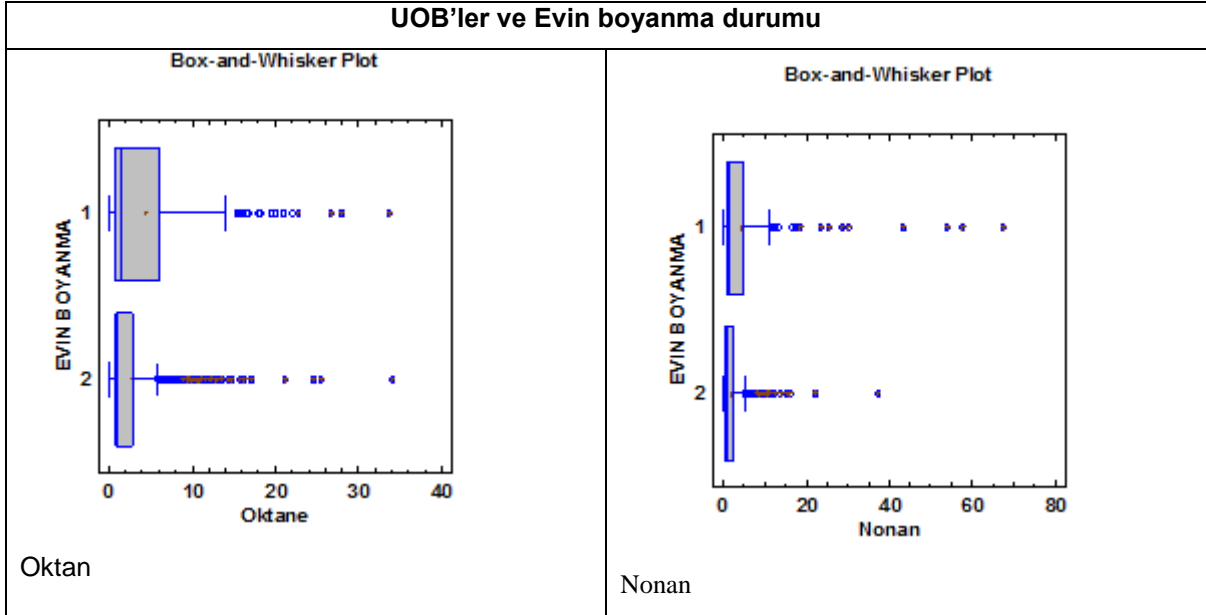
Şekil 4-70UOB'ler ve örneklem sırasında camların durumu kutu büyük grafiği

- 1 (açık)
- 2 (kapalı)

4.14.1.9. Evin Boyanma Durumu

Çalışmada %33 yeni boyanmış ve %67 boyanmamış ev olduğu bilinmektedir. Bunlar 1 ve 2 numarayla gösterilmiştir. Boya, vernik, yapıştırıcı, inşaat malzemelerinin yapısında bulunmaktadır. Yapılan araştırmalar sonucunda bu malzeme ve ürünlerin kullanıldığı binalarda uçucu organik karbon bileşiklerine sıkça rastlanıldığı ortaya konmuştur [84, 85].

Oktan, nonan ile evin yeni boyanma durumu arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu görülmüştür (Şekil 4-71). Oktan ve nonan boyalarda çözücü olarak kullandığından dolayı yeni boyanmış evlerde yüksek görülmüştür (Çizelge 4-50).



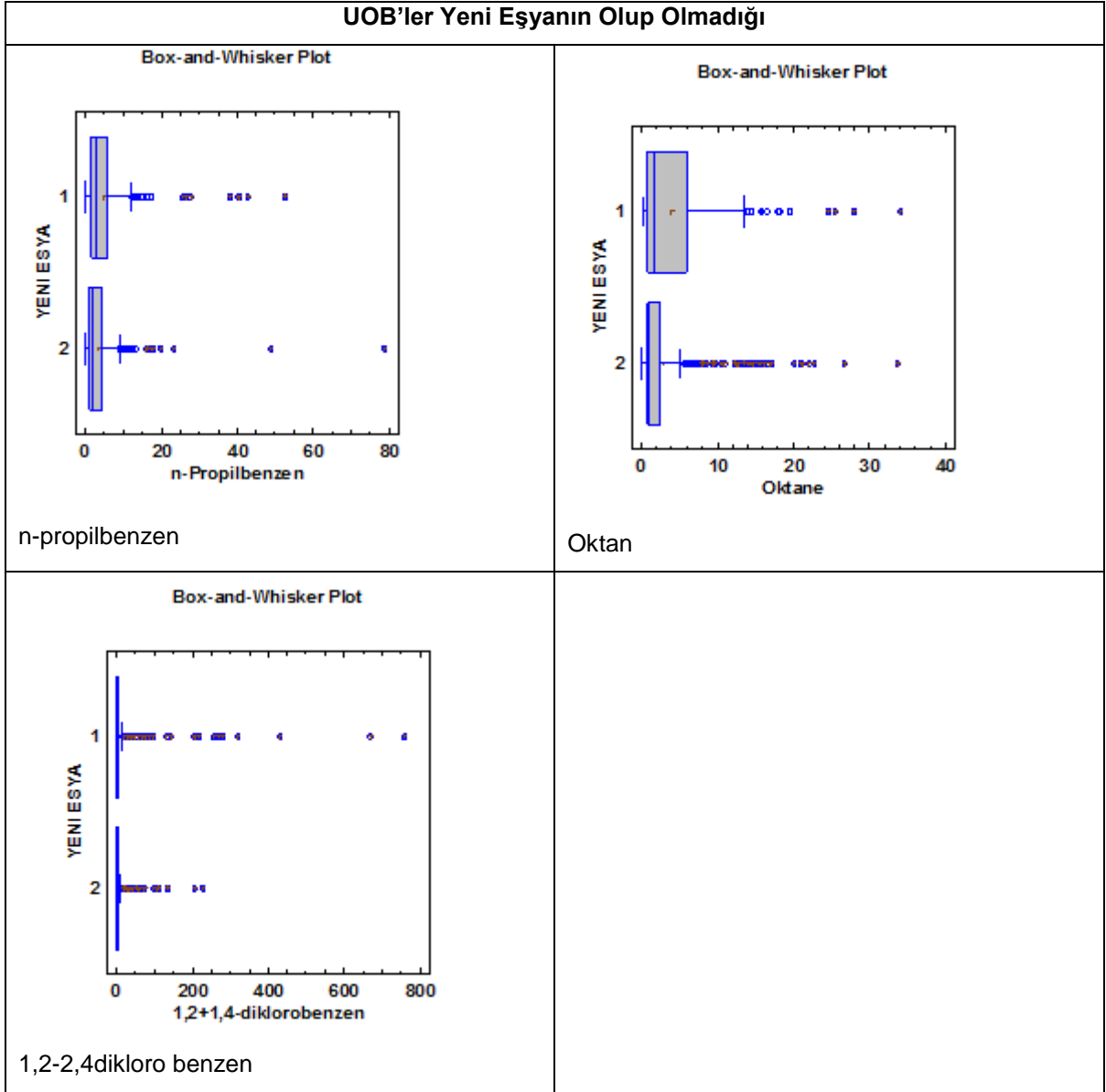
Şekil 4-71 UOB'ler ve evin boyanma durumu kutu bıyık grafiği

- 1 (yeni boyanmış)
- 2 (boyanmamış)

4.14.1.10. Yeni Eşya

Halılardan kaynaklanan UOB emisyonlarının tespiti için yapılan materyal analizinde TUOB seviyelerinin $2300 \mu\text{g}/\text{m}^{-3}$ 'e (sentetik destekli halı) kadar ulaşabildiği gözlenmiştir [51]. Günümüzde mobilya üretiminde kompozit ağaç malzeme üzerine vernikleme yapılmamaktadır. Bunun yerine hazır farklı materyaller geliştirilmiştir. Mobilya minderleri ve döşeme malzemelerinde %10-30 brom'lu alev almayan malzemeler kullanılmaktadır [54]. Bu çalışmada evlerin %42'sinde yeni eşya bulunmamaktadır ve %58'inde yeni eşya alınmıştır. Bunlar 1 ve 2 numarayla gösterilmektedir. n-propilbenzen yeni eşya, hekzan, oktan ve 1,2+1,4-di kloro benzen ile yeni eşya olması arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4-50). Oktan, n-propilbenzen ve 1,2-2,4-d, kloro benzen yeni eşya alınmış evlerde yüksek konsantrasyonlarda görülmüştür (Çizelge 4-50). Oktan ve n-butilbenzenin en önemli kaynaklarından biri cila ve ahşap boyama maddeleridir. Bu maddelerde bulunan UOB'ler kullanıldıktan sonra giderek buharlaşarak azalmaktadır. Yeni eşyalarda yeni boyandığı ve cilalandığı

için içeriğinde bulunan UOB miktarı yüksektir ve buna bağlı olarak bu eşyalardan ortama salınan ve sonuç olarak ölçülen UOB miktarı yüksek bulunmuştur. 1,2-1,4-dikloro benzen yeni halılardan, döşemelik kumaş ve mefrüşattan kaynaklanmaktadır (Şekil 4-72).



Şekil 4-72 UOB'ler yeni eşyanın kutu bıyık grafiği

- 1 (yeni eşya var)
- 2 (yeni eşya yok)

4.15. Korelasyon analizi

Farklı mevsimlerde elde edilen iç ortam hava kalitesi parametreleri arasındaki ikili ilişki tespit etmek için korelasyon analizi gerçekleştirilmiştir. Çizelge 4-56'da ilkbahar-yaz ve sonbahar-kış mevsimlerinde iç ortamda gözlenen UOB'ler arasındaki ilişkiyi veren korelasyon katsayıları ve önem seviyeleri verilmiştir. Çizelge'de üsteki birinci hücrede korelasyon katsayısı, alttaki hücrede ise önem seviyesi (p değeri) bulunmaktadır. Önem seviyesi, $p < 0.05$ olduğu durumda parametreler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olduğunu göstermektedir. Çizelgeden görüleceği gibi, ilkbahar ve yaz dönemi örneklemelerinde en yüksek korelasyon etilbenzen ve m+p ksilen ile o-ksilen arasında gözlenmektedir. Benzen ve etilbenzen, m+p-ksilen, o-ksilen ve toluen arasında yüksek düzeyde pozitif korelasyon göstermektedir. İlkbahar ve yaz döneminde nonan ve oktan arasında güçlü bir korelasyon gözlenirken, oktan ve nonan gibi alkan bileşikler ile benzen, toluen, ve ksilen bileşikleri gibi aromatik hidrokarbonlarla korelasyonlarının bulunmaması emisyon kaynaklarının farklı olduğunu göstermektedir. Benzer şekilde, sonbahar-kış döneminde elde edilen veriler arasında en yüksek korelasyonlar aromatik bileşikler arasında gözlenmektedir.

Çizelge 4-56 İlkbahar-yaz ve Sonbahar-kış dönemleri iç ortamda gözlenen UOB'ler Arasındaki Korelasyon Katsayıları ve Önem Seviyeleri

	Toluen	Etilbenzen	m,p-Ksilen	Stiren	o-Ksilen	n-Propilbenzene	n-butil benzen
İlkbahar-Yaz Dönemi (I. ve III. Örneklem dönemi)							
Benzen	0,24 0,00	0,20 0,00	0,25 0,00	0,09 0,09	0,14 0,01	0,23 0,00	0,23 0,00
Toluen		0,29 0,00	0,45 0,00	0,05 0,35	0,25 0,00	0,25 0,00	0,16 0,00
Etilbenzen			0,72 0,00	0,61 0,00	0,36 0,00	0,14 0,01	0,14 0,01
m,p-Ksilen				0,31 0,00	0,45 0,00	0,20 0,00	0,23 0,00
Stiren					0,11 0,04	0,11 0,05	0,10 0,06
o-Ksilen						0,23 0,00	0,17 0,00
n-Propilbenzene							0,05 0,41
	Naftalin	Hekzan	Oktane	Nonan	1,2+1,4-di kloro benzen	2-kloro toluen	
İlkbahar-Yaz Dönemi (I. ve III. Örneklem dönemi)							
benzen	0,15 0,00	-0,05 0,33	0,05 0,38	0,02 0,77	0,09 0,12	0,17 0,00	
Toluen	0,11 0,04	0,19 0,00	0,21 0,00	0,12 0,04	-0,02 0,72	0,13 0,02	
Etilbenzen	0,13 0,02	0,04 0,48	-0,08 0,14	-0,03 0,57	0,22 0,00	0,19 0,00	
m,p-Ksilen	0,15 0,01	0,03 0,58	0,13 0,01	0,14 0,01	0,09 0,11	0,13 0,02	
Stiren	0,05 0,33	-0,04 0,46	-0,32 0,05	-0,25 0,13	0,32 0,00	0,31 0,00	
o-Ksilen	0,12 0,02	0,08 0,16	0,22 0,00	0,10 0,07	0,07 0,23	0,08 0,12	
n-Propilbenzene	0,30 0,00	0,12 0,03	0,11 0,04	0,09 0,12	-0,02 0,71	0,84 0,00	
n-Butilbenzen	0,02 0,69	-0,02 0,66	0,01 0,80	-0,01 0,84	0,07 0,18	0,05 0,41	
Naftalin		-0,01 0,91	0,07 0,23	0,15 0,01	0,03 0,57	0,25 0,00	
Hekzan			0,16 0,00	0,03 0,54	-0,03 0,59	0,04 0,48	

Oktane	0,54	-0,19	-0,09
	0,00	0,07	0,12
Nonan		-0,15	-0,10
		0,05	0,07
1,2+1,4-di kloro benzen			0,08
			0,13

	Toluen	Etilbenzen	m,p-Ksilen	Stiren	o-Ksilen	n-Propil benzene	n-butil benzen
Sonbahar-Kış Dönemi (II. ve IV. Örneklem dönemi)							
Benzen	0,42	0,06	0,02	-0,05	-0,01	-0,08	-0,08
	0,00	0,30	0,79	0,41	0,89	0,18	0,18
Toluen		0,51	0,52	0,33	0,48	0,37	0,41
		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Etilbenzen			0,96	0,59	0,90	0,64	0,25
			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
m,p-Ksilen				0,54	0,95	0,66	0,35
				0,00	0,00	0,00	0,00
Stiren					0,48	0,54	0,37
					0,00	0,00	0,00
o-Ksilen						0,69	0,42
						0,00	0,00
n-Propilbenzene							0,33
							0,00

Çizelge 4-60'ın devamı

	Naftalin	Hekzan	Oktane	Nonan	1,2+1,4-di kloro benzen	2-kloro toluen
Sonbahar-Kış Dönemi (II. ve IV. Örneklem dönemi)						
benzen	-0,05	-0,01	0,25	0,00	-0,04	0,00
	0,43	0,87	0,00	1,00	0,46	1,00
Toluen	-0,01	0,13	0,52	0,06	0,07	0,17
	0,83	0,03	0,00	0,28	0,23	0,00
Etilbenzen	0,06	0,11	0,31	0,22	0,12	0,21
	0,30	0,08	0,00	0,00	0,04	0,00
m,p-Ksilen	0,02	0,15	0,34	0,16	0,10	0,20
	0,80	0,01	0,00	0,01	0,09	0,00
Stiren	0,05	0,14	0,22	0,31	0,16	0,18
	0,37	0,02	0,00	0,00	0,01	0,00
o-Ksilen	0,04	0,14	0,31	0,13	0,12	0,21
	0,54	0,02	0,00	0,03	0,05	0,00
n-Propilbenzene	0,05	0,14	0,31	0,12	0,10	0,39
	0,36	0,02	0,00	0,04	0,11	0,00
n-Butilbenzen	-0,03	0,17	0,21	-0,03	-0,01	0,12
	0,62	0,00	0,00	0,59	0,93	0,04
Naftalin		-0,05	-0,07	0,05	0,05	0,22
		0,41	0,26	0,36	0,36	0,00
Hekzan			0,18	-0,06	-0,03	0,02
			0,00	0,35	0,66	0,70
Oktane				0,00	0,02	0,19
				0,96	0,76	0,00
Nonan					0,05	0,06
					0,45	0,32
1,2+1,4-di kloro benzen						0,02
						0,72

4.16. Faktör Analizi ile Kirletici Kaynak Belirlenmesi

Faktör analizi (FA), birbiriyle ilişkili çok sayıda değişkeni bir araya getirerek az sayıda kavramsal olarak anlamlı yeni değişkenler (faktörler, boyutlar) bulmayı keşfetmeyi amaçlayan çok değişkenli bir istatistik yöntemidir. FA, aralarında ilişki bulunan

çok sayıda değişkenden oluşan bir veri setine ait temel faktörlerin yapısını ortaya çıkartarak araştırmacı tarafından veri setinde yer alan kavramlar arasındaki ilişkilerin daha kolay anlaşılmasına yardımcı olmaktadır.

Bu çalışmada, Ankara’da farklı mevsimlerde iç ortamda gerçekleştirilen en yüksek doluluk oranına sahip UOB konsantrasyonlarına FA uygulanarak aynı kirletici kaynaktan salınan veya benzer taşıyım özelliğine sahip oldukları için benzer özellik gösteren uçucu organik bileşikler gruplandırılmaya çalışılmıştır. Statgraphics Centurion istatistik yazılımı kullanılarak FA gerçekleştirilmiştir.

Faktör analizinde yer alan terimlerden faktör yükü, kirletici bileşenlerden her birinin emisyon kaynağıyla olan ilişkisini belirlemede kullanılan bir değer, faktör skoru ise; emisyon kaynağının toplam derişime katkısını gösteren farklı bir değerdir [5]. Faktör yüklerinin 0,4’ün üstünde olması, ilgili faktördeki bileşenin önemli bir katkısının olduğunu göstermektedir. FA’ inde yer alan terimlerden faktör yükü; kirletici bileşenlerden her birinin ilgili faktör ile ilişkisini belirlemede kullanılan bir değer, faktör skoru ise; ilgili faktörden herbir örneğin hangi düzeyde etkilendiğini gösteren bir değerdir [5]. Faktör skorları 5’den büyük olan ve içerdikleri veri grupları incelendiğinde genel veri seti içerisinde “outlier” olabileceği ve faktör analizi sonuçlarını değiştirebileceği görülen veri satırları, faktör analizi için veri setinden çıkarılmıştır.

Çalışmada, mevsimsel olarak elde edilen veri setine Faktör Analizi uygulanarak, benzerlik gösteren uçucu organik bileşikleri ve onların olası kaynakları belirlenmiştir. Veri bütünlüğü sağlamak için seçilen parametrelerde eksik olan veriler için tayin limiti değerleri kullanılmıştır.

Çizelge 4-57 ve 4-58’te yaz ve kış dönemlerine ait veri setine Varimax Dönüşüm uygulanmış Faktör Analizi sonuçları gösterilmektedir. Faktör yüklerinin 0,3 üstünde olması ilgili faktördeki bileşenin önemli bir katkısının olduğunu göstermektedir.

I. ve III. Örnekleme dönemlerinden elde edilen ilkbahar-yaz dönemi UOB sonuçları için uygulanan Faktör Analiz sonucunda eigen değeri 1’den büyük 5 faktör elde edilmiştir. Seçilen 5 faktör ile tüm veri setinin %65,08’i açıklanabilmektedir. Yaz dönemi UOB verilerinin FA sonuçlarına göre ilk faktör yüksek faktör yükü gözlenen toluen m+p-ksilen, o-ksilen, stiren ve etilbenzen bileşikleri ile varyanslarının %22,72’sini oluşturmaktadır. Bu faktörde tolüen ve m,p-ksilen bileşiklerin de orta düzeyde faktör

yükü ile bulunmaktadır. 2. Faktör, yüksek oktan ve nonan faktör yükleri ile toplam varyansın % 15,14'ünü açıklamaktadır. 3. Faktör n-propilbenzen, naftalin ve 2-kloro toluen bileşikleri ile toplam varyansın %11.84'ünü, 4. Faktör benzen ve n-butilbenzen varyansın %8,01'ini ve 5.faktör toluen ve hekzan varyansın %7,37'sini oluşturmaktadır.

Çizelge 4-57 İlkbahar-yaz mevsimindeki iç ortam hava kirleticilerinin kaynaklarına ait faktör analiz sonuçları

Ve III. Dönem	Faktör 1	Faktör 2	Faktör 3	Faktör 4	Faktör 5
Benzen				0,71	
Toluen	0,42				0,42
Etilbenzen	0,88				
m,p-Ksilen	0,84				
Stiren	0,576				
o-Ksilen	0,58				
n-Propilbenzene			0,92		
n-Butil benzen				0,78	
Naftalin			0,51		
Hekzan					0,832
Oktane		0,81			
Nonan		0,79			
1,2+1,4-di kloro benzen					
2-kloro toluen			0,91		
% Varyans	22,72	15,14	11,84	8,01	7,37

Faktör 1, Bu faktöre ait örneklerin faktör skor değerleri incelendiğinde, en yüksek faktör skorlarına sahip örneklerin alındığı evlerin ortak özellikleri ana caddeye yakınlık, evler 'in 1-3. Katta bulunması ve örnekleme sırasında camların açık olması görülmüştür. Bu nedenle bu faktörün trafik kaynakları temsil ettiği düşünülmektedir. Bu faktör iç ortam UOB kaynaklarının %22,72'sini içermektedir. Benzen, toluene ve ksilen'nin üç isomeri, petrolde en yaygın bulunan aromatik hidrokarbon bileşikleridir [131].

Faktör 2 için yüksek faktör yükleri oktan ve nonan için görülmektedir. Oktan ve nonan gibi alkan grubu hidrokarbonların iç ortamdaki ana kaynakları temizlik maddelerinde kullanılan çözücüler, trafikten, boya incelticilerin kullanılmasıdır [131]. Bu faktör muhtemelen havalandırmanın az yapıldığı ortamlar da, ev içinde kullanılan boyalar, temizlik malzemeleri, mutfak ve evin ısıtmasında kullanılan yakıt türü ve yeni boyama

yapılması etkisi ile oluşmuştur. Bu faktöre ait örneklerin faktör skorları incelendiğinde en yüksek faktör skora sahip örneklerin ortak özellikleri yeni boya yapılmasıdır. Bu faktör toplam varyansın %15,14'ünü içermektedir. Kocaeli'de yapılan araştırmada oktan ve nonan kaynağının tüketim ve temizleme malzemelerinden geldiği gösterilmiştir[4].

Faktör 3, o-ksilen, naftalin ve 2-kloro toluen için yüksek faktör yüklerine sahiptir. Bu faktöre ait faktör skorları incelendiğinde, yüksek faktör skorlarının gözlemlendiği evlerin ortak özellikleri binada sigara içilmesi, konutların ısıtma kaynakları odun ve kömür sobası, yer kaplama tipi laminene parke, yeni eşya alınması ve evde kullanılan temizlik malzemeleri karışık kaynakları temsil ettiği düşünülmektedir. Bu faktör toplam varyansın %11,84'ünü içermektedir. Faktörün büyük oranda iç ortamdaki UOB içeren aktivite veya ürünlerden kaynaklanabileceğine işaret etmektedir. Japonya ve Çin'de iç ortamda gerçekleştirilen UOB belirlendiği çalışmalarda bu bileşiklerin birden fazla kaynağı olabileceğini gösterilmiştir [132].

Faktör 4, benzen ve n-butilbenzen için yüksek faktör yükleri görülmektedir. Yüksek faktör skorlarının gözlemlendiği evlerin ortak özellikleri binada sigara içilmesi, mutfakta kullanılan kayık türü doğal gaz, ısıtma sistemleri merkezi ve yakıt olarak doğal gaz kullanılmaktadır. Faktörün büyük oranda iç ortamdaki UOB içeren kullanılan yakıt ürünlerden kaynaklanabileceğine işaret etmektedir.

Faktör 5, toluen ve hekzan yüksek faktör yüklerine sahip oldukları gösterilmektedir. Yüksek faktör skorlarının gözlemlendiği evlerin ortak özellikleri binaların ana caddeye yakınlığı, sigara içilmesi, konutların ısıtma kaynakları merkezi sistem ve doğal gazlı, yer kaplama tipi laminene parke ve evde kullanılan temizlik malzemelerin sıklığı karışık kaynakları temsil ettiği düşünülmektedir.

Çizelge 4-58'ten görülebileceği gibi, kış mevsiminde birçok parametrenin iç ortam hava kalitesi üzerindeki etkisi belirgin olarak tespit edilebilmiştir. Sonbahar-kış dönemi faktör analizi sonucu, bu dönemde 5 faktörün iç ortam hava kalitesini etkilediği bulunmuştur. Çizelge 4-58'te kış periyodundaki bileşenlerin varyanslarının %28,80'nin ilk grupta, %12,28'inin ikinci grupta, %10,51'i üçüncü grupta, %8,72'sinin dördüncü ve

%7,32'sinin beşinci grupta açıklanabildiği görülmüştür. Elde edilen dört faktörün, toplam varyansın % 67,163'ünü açıklayabildiği görülmektedir.

Çizelge 4-58 Kış mevsimindeki iç ortam hava kirleticilerinin kaynaklarına ait faktör yükleme oranları ve varyans (%)

II. ve IV. Dönem	Faktör 1	Faktör 2	Faktör 3	Faktör 4	Faktör 5
Benzen			0,792		
Toluen			0,811		
Etilbenzen	0,94				
m,p-Ksilen	0,95				
Stiren	0,61				0,43
o-Ksilen	0,94				
n-Propilbenzene	0,51	0,41		0,42	
n-Butil benzen		0,80			
Naftalin				0,64	
Hekzan		0,40			
Oktane		0,61	0,52		
Nonan					0,76
1,2+1,4-di kloro benzen					0,55
2-kloro toluen				0,81	
% Varyans	28,80	12,28	10,51	8,72	7,32

Faktör 1, yüksek faktör yükleme oranları etilbenzen ve m-p-o-ksilen, stiren n-propilbenzen için bulunmuştur. Bu durum, faktörün büyük oranda iç ortamdaki UOB içeren aktivite veya ürünlerden kaynaklanabileceğine işaret etmektedir. Bina içinde yer kaplama tipi lamine parke, konutların ısıtmalar merkezi sistem ve doğal gaz kaynakları, evin ana caddeye yakınlığı, evde sigara içilmesi duvarlarda kullanılan boya yağlı boya ve her gün temizlik yapılması gibi aktivitelerin iç ortam havasının bozulmasına yol açmış olduğu düşünülebilir. Bu faktör, toplam varyansın %28,80'ini içermektedir [132]. Benzen, toluene ve ksilen'nin üç isomeri, petrolde en yaygın bulunan aromatic hidrokarbon bileşikleridir [131]. Etilbenzen ve m,p,o ksilen bileşiklerinin iç ortam içindeki ana kaynakları temizlik ürünleri ve boyalardır [75, 133-135]. Çevresel sigara dumanı; UOB'ler de dahil olmak üzere birçok hava kirleticisinin

kaynağı olarak gösterilmektedir [4]. m,p-ksilen ve o-ksilenin en önemli kaynaklarından biri sigara olduğu gösterilmiştir[136].

Faktör 2, n-butilbenzen ve oktan için yüksek faktör yüküne ve hekzan ve n-propilbenzen birbirine yakın faktör yüklerine sahiptir. Bu faktöre ait faktör skorları incelendiğinde, yüksek faktör skorlarının gözlendiği evlerin ortak özellikleri ana caddeye yakınlığı, yeni eşyanın alınması, sigara içilmesi, konutların ısıtma kaynakları doğal gaz merkezi sistemi, yer kaplama tipi lamine parke ve evde kullanılan temizlik malzemelerin sıklığı nedenlerden olabilmektedir. Bu faktör toplam varyansın %12,28'ini içermektedir. Oktan ve n-propilbenzen kaynaklarından biri cila ve ahşap boyama maddeleridir.

Faktör 3, yüksek faktör yükleme oranları benzen, tolüen ve oktan için rastlanmıştır. Bu faktör skorlarına diğer örnekleme noktalarına göre evde yaşayan kişi sayısının daha çok katkısının olması; evin trafiğe yakınlığı da dikkate alındığında, trafik kaynaklı olma olasılığını gösterir. Bu faktör toplam varyansın %10,51'ini içermektedir. Kocaeli'de yapılan araştırmada oktan ve nonan kaynağının tüketim ve temizleme malzemelerinden geldiği gösterilmiştir[4]. Oktan gibi alkan grubu hidrokarbonların iç ortamdaki ana kaynakları temizlik maddelerinde kullanılan solventler, trafikten, boya incelticilerin kullanılmasıdır [131]. Çin'de benzen konsantrasyonları yeni yapılan evlerde daha yüksek bulunmuştur. Buna ek olarak Çin'de yüksek benzen konsantrasyonları, mutfaklarda görülmüştür.

Faktör 4, yüksek faktör yükleme oranları naftalin ve 2-kloro toluen ve en düşük faktör yükü n-propilbenzen için rastlanmıştır. Bu durum faktörün büyük oranda iç ortamdaki UOB içeren;, ana caddeye yakınlık, evin bulunduğu kat, sigara içilmesi, güve topların kullanılması ve temizlik malzemelerin kullanım sıklığı, yer kaplama tipi lamine parke kaynaklanabileceğine etkisi ile oluşmuştur. Bu faktör toplam varyansın %8,72'sini içermektedir. Çalışmalarda naftalinin iç ortamdaki en önemli kaynağının güve topları (naftalin topları) kullanımından kaynaklandığı gösterilmiştir.

Faktör 5, stiren, oktan ve nonan en yüksek faktör yüküne sahipler. Bu faktöre ait faktör skorları incelendiğinde, yüksek faktör skorlarının gözlendiği evlerin ortak

özellikleri ana caddeye yakınlığı, binanın yeni yapılması kaynaklanabilmektedir. Bu UOB'ler yapıştırıcılardan, boyalardan kaynaklanabilmektedir.

4.17. UOB'lerden Kaynaklanan Risk Analizi

Yüksek toksisiteleri nedeni ile iç ortamda UOB'lere maruz kalınması pek çok sağlık sorunlarına sebep olmaktadır. Uçucu organik bileşiklere maruz kalma akut ve kronik sağlık etkileri oluşturur. Düşük dozlardaki UOB'ler, astıma ve diğer bazı solunum yolu hastalıklarına sebep olurken, uzun süreli etkilenme kansere neden olabilmektedir.

Kanserin belli bir türüne yakalanma olasılığını artıran her şey risk faktörüdür. Sigara, alkol vb. gibi risk faktörleri kontrol edilebilirken; yaş, genetik özellikler gibi bazı risk faktörleri de kontrol edilememektedir. Pek çok risk faktörünün direkt olarak hastalığa neden olup olmadığı bilinmemektedir. Risk faktörleri, doktorların kansere yakalanma olasılığı yüksek kişileri teşhis etmesinde yardımcı olmaktadır. Risk faktörlerinin bilinmesi önemlidir. Risk faktörleri dört grupta toplanabilir.

Davranışsal Risk Faktörleri: Sigara içmek, diyet, egzersiz ve alkol tüketimi gibi değiştirilebilecek risk faktörleridir. Sigarayı bırakmak veya düzenli egzersizlerle kansere yakalanma riski azaltılabilir[137].

Biyolojik Risk Faktörleri: Yaş, cinsiyet ve ırk gibi fiziksel özelliklerdir. Fiziksel ve biyolojik özelliklerin, kanser için risk faktörü olup olmayacağı, kanserin tipine bağlıdır. Belli tip kanserler için risk oluşturabilecek biyolojik ve fiziksel özellikler aşağıda verilmiştir.

Cinsiyet: Bazı kanser türleri cinsiyetle ilişkilidir. Örneğin prostat bezi sadece erkeklerde olduğu için, prostat kanseri erkeklerde ve yumurtalık kanseri kadınlarda görülür. Meme kanseri hem kadın hem de erkeklerde görülebilir, ancak kadınların meme kanserine yakalanma riski daha yüksektir.

Yaş: Pek çok kanser türü yaşlılarda ortaya çıkar. 50 yaşın üstündeki kişilerde kanser görülme riski daha yüksektir.

İrk: Bazı ırklarda belli tip kanserler daha sık görülmektedir. Örneğin Amerikalı siyahilerde prostat kanseri daha sık görülür.

Cilt: Sarışınlarda cilt kanseri daha sık görülmektedir.

Çevresel Risk Faktörleri: Yaşama ya da çalışma çevresinin koşulları kanser gelişimi için risk faktörü olabilir. Ev ya da iş yerinde bulunan bazı maddeler, kanser riskini artırır. Asbest, radon, hava kirliliği, UV radyasyon, sigaraya maruz kalma çevresel risk faktörlerindedir. Yine diyetle alınan bazı besinler kanser gelişim riskini artırırken, bazıları da koruyucu olabilmektedir[137].

Genetik Risk Faktörleri: Bunlar, aileden kalıtımsal olarak geçen genlerle ilişkilidir. Aile üyelerinden birinde genç yaşta kanser teşhis edilen bireylerde, üç veya daha fazla kuşakta aynı tip kanser öyküsü bulunanlarda, anne veya baba tarafından üçten fazla kanser olgusu bulunan kişilerde ve aile bireylerinden birinde iki veya daha fazla farklı tip kanser bulunan bireylerde kanser gelişme riski yüksektir. Ancak aile bireyleri arasında birden fazla kişide aynı tip kanser olsa bile bu kalıtımsal olmayabilir. Kanser kalıtımsal olduğundan şüphe ediliyorsa genetik tarama testleri yapılmalıdır.

Çevresel faktörler astımın ortaya çıkmasında, aynı zamanda hastalık semptomlarının artmasında etkilidir. Diğer yandan, hava kirliliği ve bazı alerjenler astım semptomlarına neden olmakla beraber, astım gelişimindeki rolleri yeterince açık değildir [137].

Dış ve İç Ortam Hava Kirliliği: Dış ortam hava kirliliği ile astım arasındaki nedensel ilişki halen tartışmalıdır [138]. Hava kirliliğinin olduğu ortamda büyüyen çocuklarda akciğer gelişimi kısıtlı olmakla beraber, bunun astıma yol açıp açmadığı bilinmemektedir [137, 139]. Diğer yandan, astım alevlenmeleri ve astıma bağlı hastane başvuruları ile hava kirliliği düzeylerindeki artışlar arasında ilişki olduğu birçok çalışmada gözlenmiştir [137, 140, 141]. İç ortamdaki hava kirlleticileri (gaz ve biyokütle yakıtlardan kaynaklanan duman ve buharlar, küf ve hamam böceği) ile de benzer ilişkiler gözlenmiştir [137].

Tez çalışmasının bu bölümünde iç ortamda gözlenen UOB'lere maruz kalınması durumunda ortaya çıkacak sağlık riski hesaplanmıştır.

4.18. İç Ortamlarda Gözlenen UOB'lerin Solumaya Bağlı Risk Analizi

UOB solunmasına bağlı ortaya çıkabilecek kanser riski, kirleticinin havadaki derişimi, insanların bu kirlilik seviyesine ne kadar maruz kaldıkları, bu sırada hangi faaliyetlerde buldukları, yaş, cinsiyet ve ağırlık gibi bazı kişisel özellikler ile ilgili bilgiler kullanılarak hesaplanır.

Havanın solunması yoluyla ortamda bulunan kirleticilere olan maruz kalma riski aşağıdaki eşitlik kullanılarak belirlenmiştir [142].

$$R = CDI \times Pf \quad (1)$$

Burada, CDI= kronik günlük kirletici alımı ($\text{mg kg}^{-1}\text{day}^{-1}$), Pf kirletici türüne göre değişen etki faktörüdür ($\text{mg kg}^{-1}\text{day}^{-1}$)⁻¹. R ise hayat boyu maruz kalma durumunda oluşacak fazladan kanser riskidir (birimsiz). Solunum yoluyla oluşacak kanser riski hesaplarında kanser etki etki faktörü bilinen benzen ve stiren için Çizelge 4-59'da verilmiştir.

Çizelge 4-59 UOB'ler için Pf (etki faktörü) değeri

UOB	Pf ($\text{mg kg}^{-1}\text{day}^{-1}$) ⁻¹	Kaynak
Benzen	0,029	IRIS
Stiren	0,00057	IRIS

Kronik günlük kirlilik alımı (CDI) hesabı için USEPA (2009) denklem aşağıdaki eşitliği kullanmayı önerir:

$$CDI = \frac{ED \times IR \times EF \times L \times CU}{BW \times ALT \times NY} \quad (2)$$

Burada; CA kirleticinin derişimi ($\mu\text{g m}^{-3}$), ED haftalık maruz kalma süresi (saat/hafta), IR solunum hızı ($\text{m}^3 \text{sa}^{-1}$), EF maruz kalma sıklığı (hafta/yıl), L toplam maruziyet süresi (yıl), BW vücut ağırlığı (kg), ATL ortalama yaşam süresi (yıl), NY bir yıldaki gün sayısını (gün) ve CU birim değişikliğini ($10^{-3} \text{mg } \mu\text{g}^{-1}$) ifade etmektedir. Çizelge 4-60'da bebekler ve anneleri için CDI değerinin hesaplanmasında kullanılan parametreler özetlenmektedir.

Çizelge 4-60 Kronik günlük kirlilik alımında kullanılan parametreler

		Bebekler	Anneler	Kaynak
ED	Haftalık maruziyet süresi (sa/hafta)	168	168	
IR	Solumun hızı (m3/sa)	0,42	0,54	S.Kawang Lim vd 2014
EF	Maruz kalma sıklığı (hafta)	52	52	S.Kawang Lim vd 2014
L	Toplam maruziyet süresi(yıl)	7	70	S.Kawang Lim vd 2014
BW	vücut ağırlığı Kg	16,3	57,05	S.Kawang Lim vd 2014
ATL	Ortalama yaşam süresi	0-7	35-44	S.Kawang Lim vd 2014
NY	bir yıldaki gün sayısını (gün)	365	365	S.Kawang Lim vd 2014

Kanserojen UOB'ler için kanser riski hesaplanırken, kanserojen olmayan UOB'ler için hayat boyu maruz kalma riski hesaplanmaktadır. Ölçümü yapılan UOB'ler içinde US EPA tarafından kanserojen olarak tanımlanan ve kanser riski etki faktörü belirlenen iki bileşik benzen ve stiren'dir. Bu bileşikler için solumaya bağlı kanser riski hesaplanmış, diğer bileşikler için ise hayat boyu maruz kalma riski hesaplanmıştır.

4.18.1. İç Ortamda Benzenin Solunuma Bağlı Risk Analizi

Soluma yoluyla oluşacak kanser riski hesaplarında etki faktörü benzen için $0,029 \text{ (mg/kg/day)}^{-1}$ ve stiren için $0,00057 \text{ (mg/kg/day)}^{-1}$ alınmıştır (USEPA 2013). Çizelge 4-61'de benzen için hesaplanan risk değerleri görülmektedir. Risk analizi bebekler ve anneler olmak üzere iki farklı yaş grubu için hesaplanmıştır. Çizelge 4-61'e göre bebekler için benzenin solunuma bağlı risk analizi ortalaması 10^{-6} - 10^{-5} aralığında ve anneler için ise 10^{-5} - 10^{-4} olarak görülmüştür.

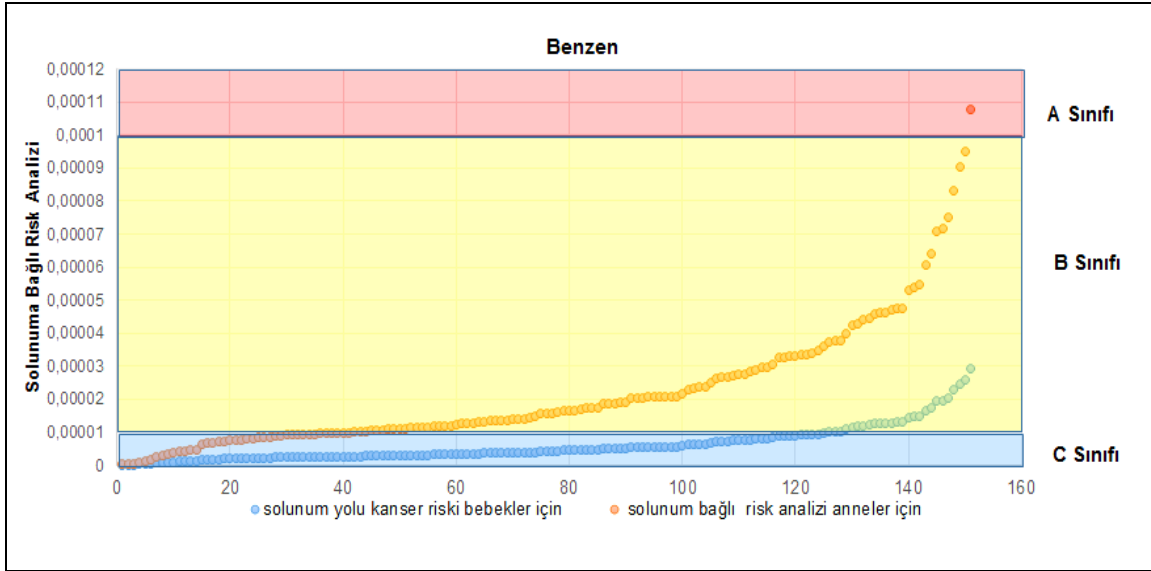
Çizelge 4-61 Benzen için Solunuma Bağlı Risk Değeri

	Bebekler İçin Solunuma Bağlı Risk Analizi	Anneler İçin Solunuma Bağlı Risk Analizi
	Benzen	Benzen
	İç ortamda	İç ortamda
*N	151	151
Ortalama	6,10E-06	2,24E-05
Medyan	4,26E-06	1,56E-05
Minimum	8,70E-08	3,19E-07
Maksimum	2,94E-05	1,08E-04

*N(Ölçüm Sayısı)

Örnekleme yapılan her bir ev için hesaplanan benzen için solunuma bağlı yaşam boyu kanser riski değerleri Şekil 4-73'te gösterilmektedir. Şekilden görüldüğü gibi evlerde anneler için hesaplanan kanser risk değerleri bebeklerinkinden yüksektir.

Hesaplanan yaşam boyu fazladan gözlenecek kanser riski 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} ve 10^{-6} değerleri, mevcut kanser oranlarının üstüne sırasıyla her 1000, 10 000, 100 000 ve 1 000 000 kişide fazladan yeni bir kanser vakası gözlenmesi demektir. Tüm kirleticiler için 10^{-3} 'den büyük riskler sınır olarak belirlenirken, 10^{-4} 'den büyük riskler A sınıfı (yüksek), $10^{-4} - 10^{-5}$ arası B sınıfı, $10^{-5} - 10^{-6}$ C sınıfı ve 10^{-6} 'dan küçük riskler D sınıfı olarak tanımlanmaktadır [143]. Şekil 4-70'e göre benzenin solunuma bağlı risk analiz ortalama değerleri, bebekler için $10^{-5} - 10^{-6}$ C sınıfı ve anneler için olarak $10^{-4} - 10^{-5}$ arası B sınıfında yer aldığı görülmektedir.



Şekil 4-73 Bebekler ve anneler için benzenin iç ortamdaki solunuma bağlı yaşam boyu kanser riski

Çizelge 4-62'ye göre iç ortamda bebekler ve anneler için benzenin solunuma bağlı risk analizinde; bebekler için iç ortamda %77'si C sınıfında (10^{-6} - 10^{-5}) ve %77'si B sınıfı (10^{-5} - 10^{-4}) anneler için iç ortamda %24'ü C sınıfında (10^{-6} - 10^{-5}) ve %72'si B sınıfında (10^{-5} - 10^{-4}) yer almaktadır.

Çizelge 4-62 Benzenin solunuma bağlı risk analizinin yüzde miktarı

	Mekan	%Yüzde			
		$10^{-6}<$	10^{-6} - 10^{-5}	10^{-5} - 10^{-4}	$10^{-4}>$
Benzen					
Bebekler için Solunuma Bağlı Risk Analizi hesaplanması	İç Ortam	6	77	17	
Anneler için Solunuma Bağlı Risk Analizi hesaplanması	İç Ortam	3	24	72	1

4.18.2. İç Ortamda Stirenin Solunuma Bağlı Risk Analizi

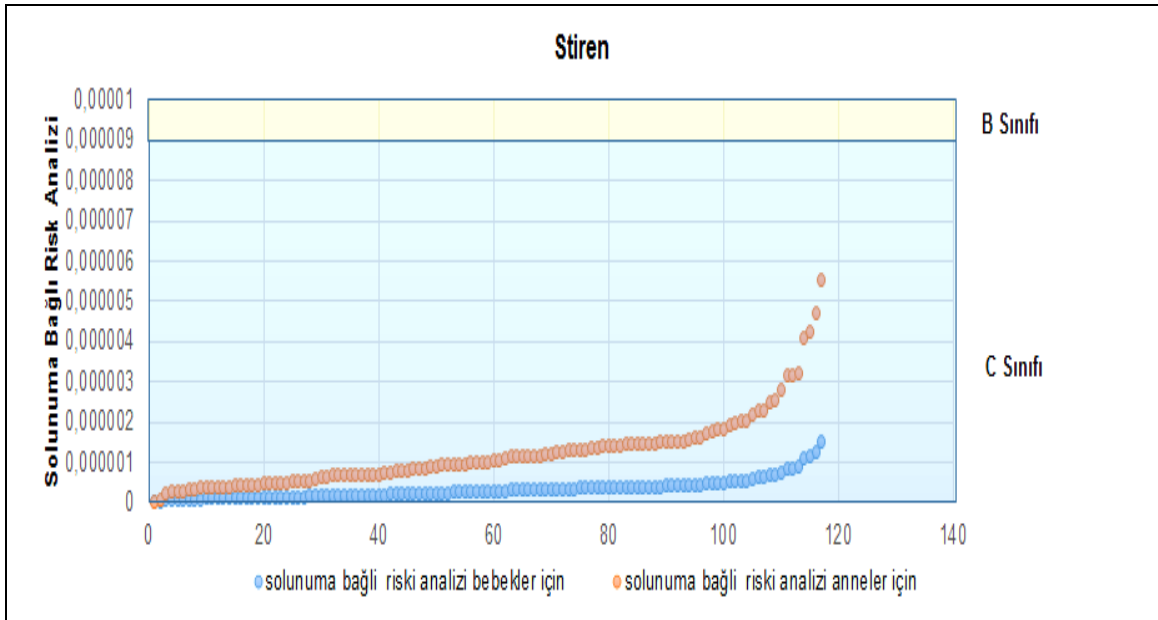
Stiren için hesaplanan solunuma bağlı risk analizi çizelge 4-67'de gösterilmektedir. Bebekler için maruz kalma süresi 0-7 yıl hesaplanmıştır. Anneler için ortamla yaşam süresi olarak 70 yıl iç ortam için hesaplanmıştır. Çizelgeye 4-63'e göre risk değerlerin ortalaması bebekler için iç ortamda 10^{-6} 'den daha küçük, anneler için ise iç ortamda 10^{-6} - 10^{-5} C sınıfında görülmüştür.

Çizelge 4-63 Stiren için Solunuma Bağlı Risk Analizi

	Bebekler İçin Solunuma Bağlı Risk Analizi	Anneler İçin Solunuma Bağlı Risk Analizi
	Stiren	Stiren
	İç ortam	İç ortam
*N	117	117
Ortalama	3,4E-07	1,23E-06
Medyan	2,80E-07	1,03E-06
Minimum	1,3E-08	4,88E-08
Maksimum	1,5E-06	5,53E-06

*N(Ölçüm Sayısı)

Şekil 4-74'e göre stiren için solunuma bağlı risk analiz değerleri bebekler ve anneler için, iç ortamda A sınıfında yer almaktadır.



Şekil 4-74 bebekler ve anneler için stirenin iç ortamda solunuma bağlı risk analizi

Çizelge 4-64'e göre bebekler için stirenin solunuma bağlı risk analizinde iç ortamda, %96'sı 10^{-6} 'dan daha küçük ve %4'ü C sınıfında (10^{-6} - 10^{-5}) bulunmuştur. Anneler için solunuma bağlı risk analizinde iç ortamda %49'ü 10^{-6} 'dan daha küçük ve %51'i C sınıfında (10^{-6} - 10^{-5}) görülmektedir.

Çizelge 4-64 Stirenin solunuma bağlı risk analizinin yüzde miktarı

Stiren	Mekan	%Yüzde			
		$10^{-6}<$	$10^{-6}-10^{-5}$	$10^{-5}-10^{-4}$	$10^{-4}>$
Bebekler için Solunuma Bağlı Risk Analizi hesaplanması	İç Ortam	96	4		
Anneler için Solunuma Bağlı Risk Analizi hesaplanması	İç Ortam	49	51		

4.19. İç ve Dış Ortamda Gözlenen UOB'ler için Hayat Boyu Maruz Kalma Hesaplaması

Maruziyetten dolayı kanser risk hesabı; kirleticinin havadaki derişimi, insanların bu derişimde ne kadar vakit geçirdikleri, bu sırada hangi faaliyetlerde buldukları, yaş, cinsiyet ve ağırlık gibi bazı kişisel özellikler ile ilgili bilgiler kullanılarak hesaplanır.

Havanın solunması yoluyla ortamda bulunan kirleticilere olan maruziyet riski (4) numra denklemle eşitlik kullanılarak belirlenmiştir [142].

$$\text{LCR}=\text{C} \times \text{UR} \quad (4)$$

Burada, C konsantrasyon ($\mu\text{g m}^{-3}$), UR bir kişinin ömür boyu (70 yıl) $1 \mu\text{g m}^{-3}$ kanserojen maddeye maruz kaldığı taktirde oluşan kanser riskidir ve birim risk (Unit Risk) olarak tanımlanmaktadır[144]. LCR ise belirli konsantrasyona hayat boyu maruz kalma sonucu oluşan kanser riskini tanımlamaktadır. Kanser riski değeri kişinin kanser olma olasılığını göstermektedir. Örneğin kanser risk değeri 1×10^{-5} ise kansere yakalanma ihtimali yüz binde bir dir.

Çizelge 4-65'te UOB'lerin birim risk miktarları ve IARC (Uluslararası kanser araştırma ajansı, International Agency for Research on Cancer) tarafından yayınlanan kanserojenik sınıflandırması verilmektedir. Bu sınıflandırmaya göre UOB'ler insanlar için kanserojenik (1), muhtemel kanserojen (2A), mümkün kanserojen (2B) ve kanserojen olmayan (3) olmak üzere dört grupta sınıflandırılmaktadır [145].

Çizelge 4-65 UOB'lerin birim risk miktarları ve IARC (Uluslar arası kanser araştırma ajansı, International Agency for Research on Cancer) tarafından yayınlanan kanserojenik sınıflandırması

UOB	IARC Sınıfı	Birim Risk ($\mu\text{g m}^{-3}$) ⁻¹	Kaynak
Benzen	1	$6,0 \times 10^{-6}$	WHO*
Etilbenzen	2B	$2,5 \times 10^{-6}$	OEHHA**
Naftalin	2B	$8,7 \times 10^{-5}$	WHO*
1,2+1,4-dikloro benzen	2B	$1,1 \times 10^{-5}$	OEHHA

*WHO (Dünya Sağlık Örgütü), **OEHHA(ofice of environmental health hazard assesment)(çevre sağlığı tehlike değerlendirme ofisi)

Bu çalışmada kanser riski belirlemesi, Ankara'nın farklı bölgelerinde ve farklı zamanlarda, bebeklerin yaşadığı farklı iç ortam mekanlarından alınan örneklerin ortalaması esas alınarak, yukardaki denkleme göre hesaplanmıştır.

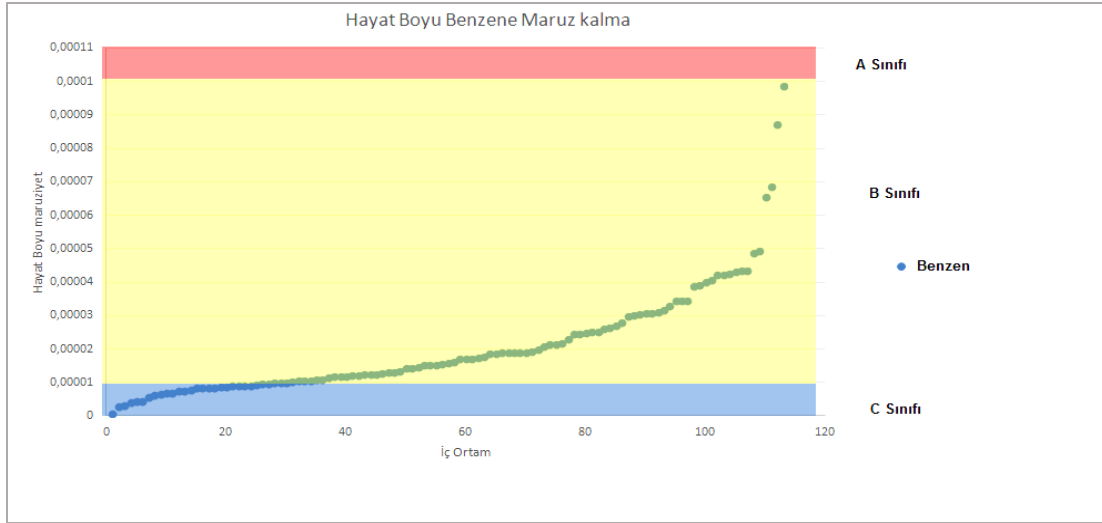
Bu çalışmada kanser risk oranı üç sınıfa ayrılmaktadır, A sınıfı 10^{-4} ve daha büyük olanlar kesin risk, B sınıfı 10^{-4} - 10^{-5} olanlar muhtemel risk ve C sınıfı 10^{-5} - 10^{-6} olanlar ise mümkün risk grubuna dahil edilmiştir. Çizelge 4-66'ye göre benzen iç ve dış ortamda B sınıfında, etilbenzen iç ortamda B sınıfında ve dış ortamda C sınıfında, naftalin iç ve dış ortamlarda A sınıfında, 1,2+1,4-dikloro benzen iç ortamlarda A sınıfında ve dış ortamda B sınıfında yer almaktadır.

Çizelge 4-66 UOB'ler için Hayat boyu Kanser Riskine Maruz kalma

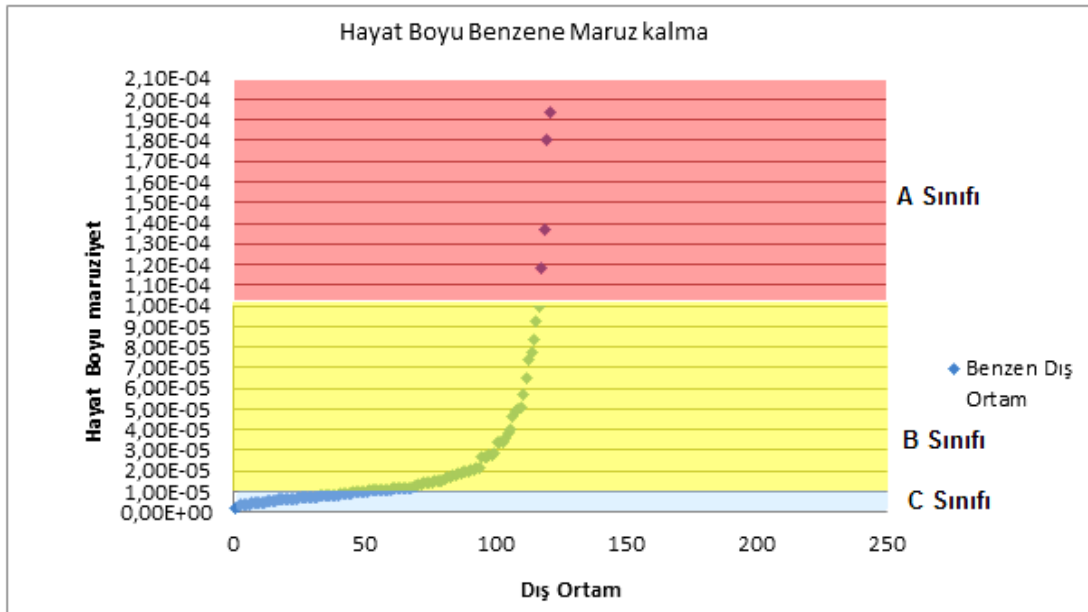
UOB	Hayat boyu Kanser Risk					
		*N	Ortalama	Medyan	Minimum	Maksimum
Benzen	İç Ortam	151	2E-05	1,4E-05	2,92E-07	9,85E-05
	Dış Ortam	121	2,27E-05	1,14E-05	2,35E-06	1,94E-4
Etilbenzen	İç Ortam	151	1,5E-05	1,2E-05	1,26E-06	1,1074E-4
	Dış Ortam	121	7,99E-06	6,81E-06	5,59E-07	3,57E-05
Naftalin	İç Ortam	151	1,95E-3	8,80E-4	6,01E-05	2,59067E-2
	Dış Ortam	121	5,33E-4	3,21E-4	7,20E-05	4,108E-3
1,2+1,4-diklorobenzen	İç Ortam	117	1,80E-4	5,4E-05	2,99E-06	2,82 E-3
	Dış Ortam	97	1,93E-05	7,82E-06	2,66E-07	8,37 E-4

*N (Ölçüm Sayısı)

Hayat boyu kanser riskine maruz kalma şekline göre, benzen iç ve dış ortamda üç sınıfa (A, B,C) ayrılmıştır (Şekil 4-75, Şekil 4-76).

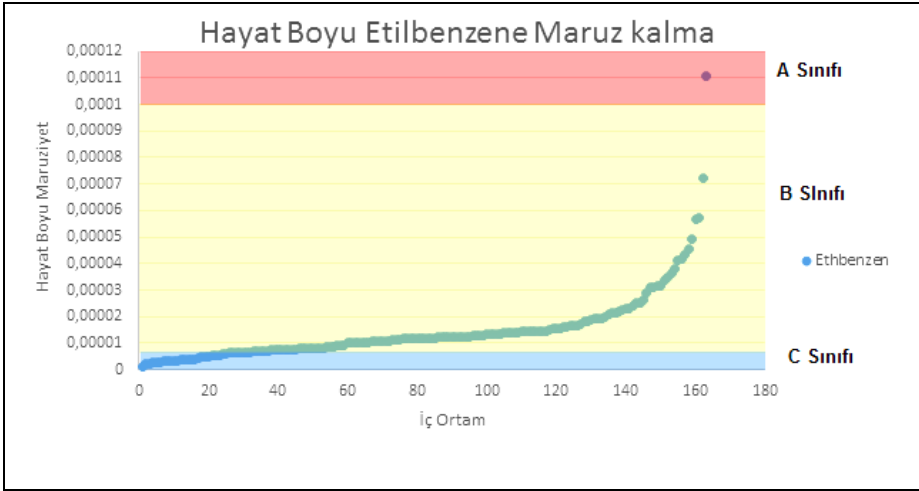


Şekil 4-75 Benzen için İç Ortamda Hayat boyu Kansere Riskine Maruz kalma

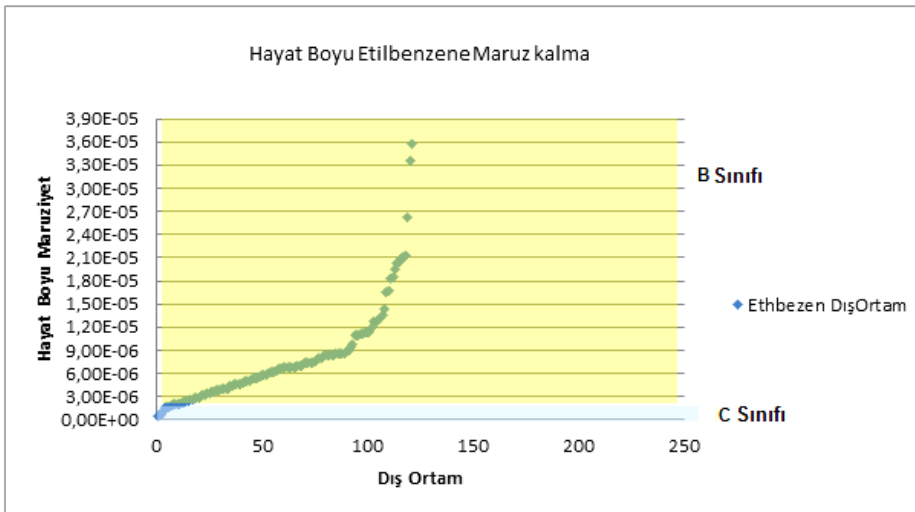


Şekil 4-76 Benzen için Dış Ortamda Hayat boyu Kansere Riskine Maruz kalma

Etilbenzen için iç ortamda A, B, C sınıfına ve dış ortamda B ve C sınıfına ayrılmıştır (Şekil 4-77, Şekil 4-78).

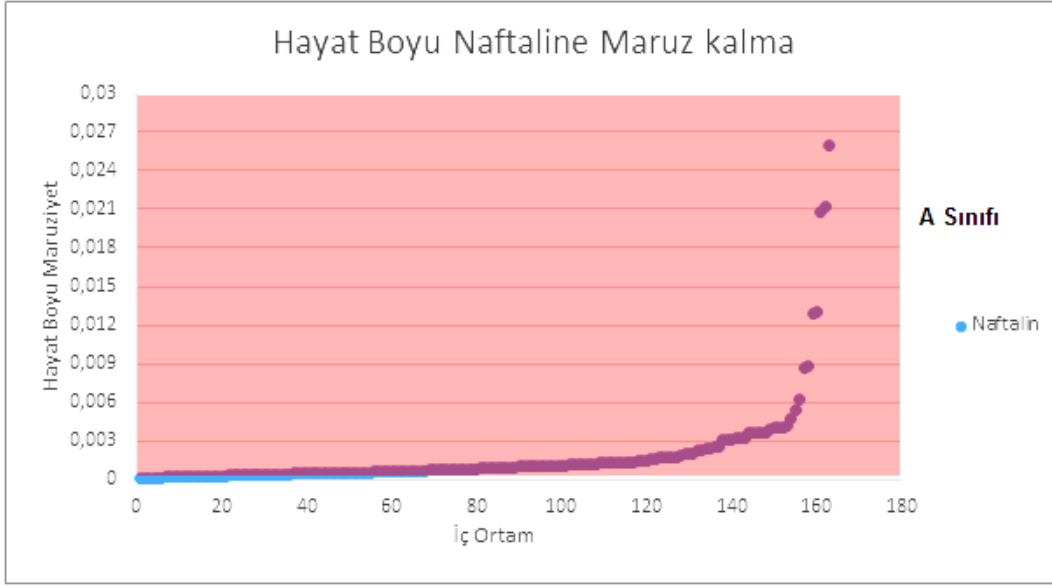


Şekil 4-77 Etilbenzen için İç Ortamda Hayat boyu Kanser Riskine Maruz kalma

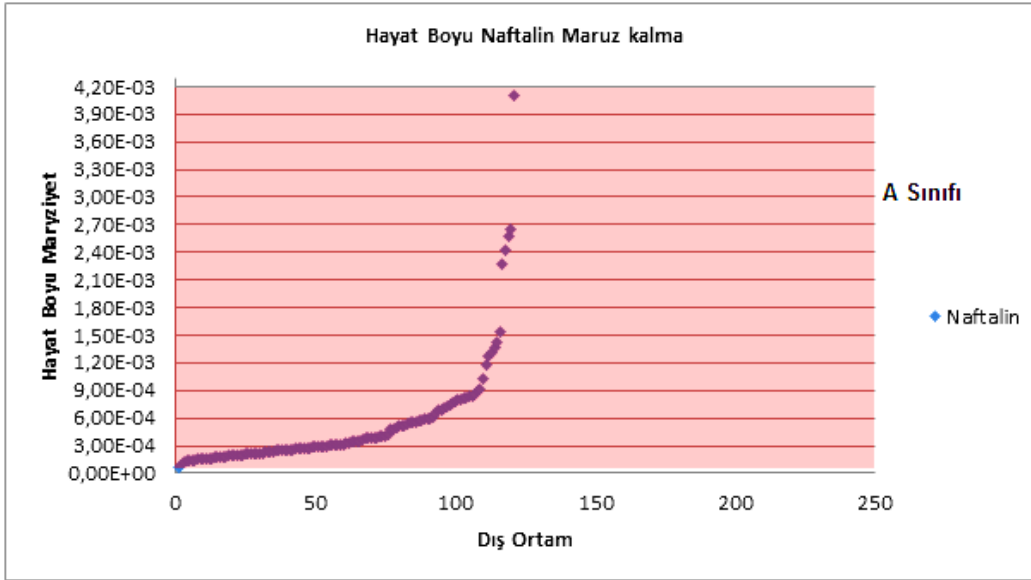


Şekil 4-78 Etilbenzen için Dış Ortamda Hayat boyu Kanser Riskine Maruz kalma

Hayat boyu kanser riskine maruz kalma durumu naftalin için, iç ortamda bütün veriler A sınıfında ve dış ortamda A ve B sınıfında yer almaktadır (Şekil 4-79, Şekil 4-80).

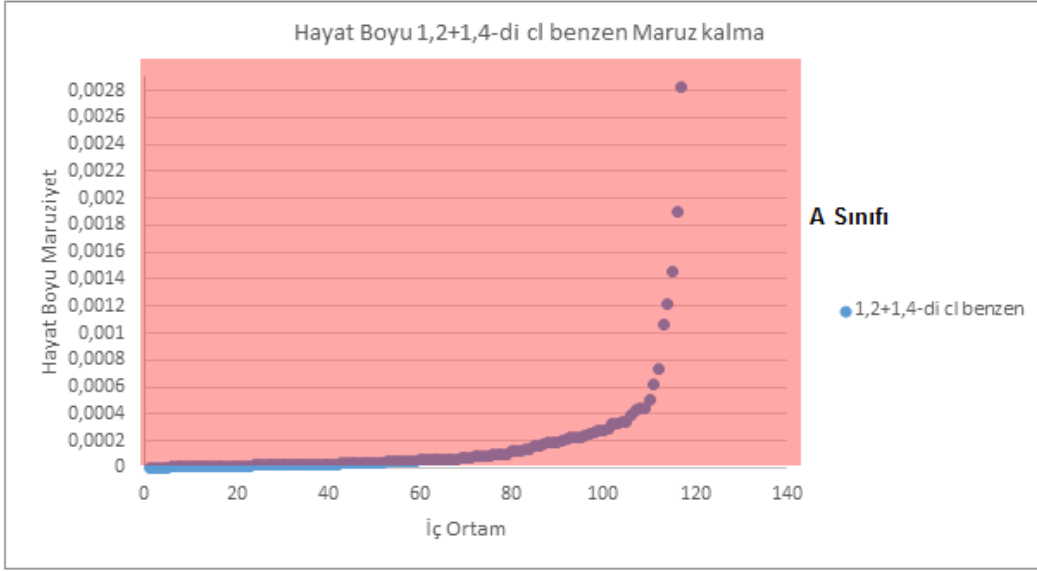


Şekil 4-79 Naftalin için İç Ortamda Hayat boyu Kanser Riskine Maruz kalma

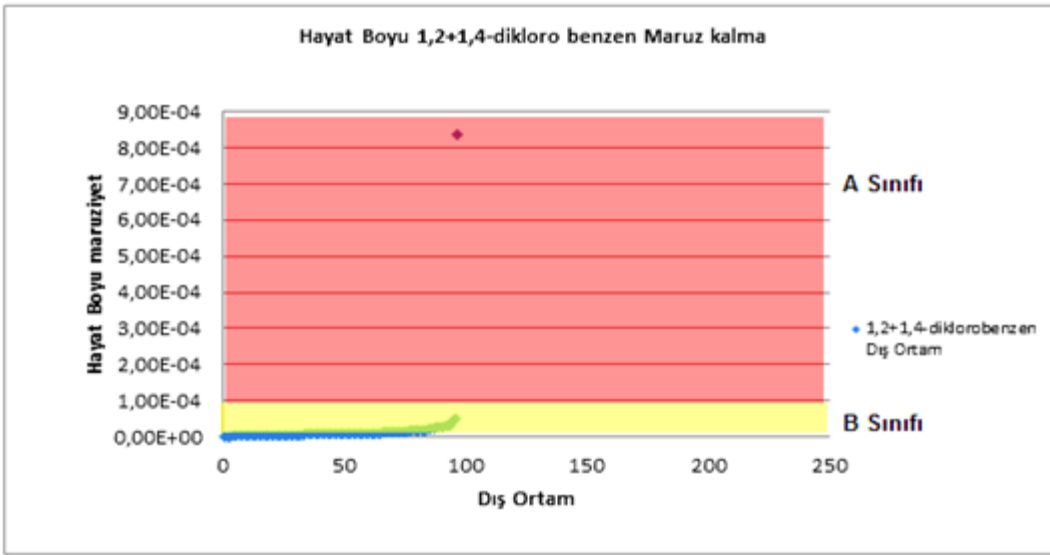


Şekil 4-80 Naftalin için Dış Ortamda Hayat boyu Kanser Riskine Maruz kalma

Hayat boyu kanser riskine maruz kalma durumu, 1,2+1,4-dikloro benzen için iç ortamda A sınıfında ve dış ortamda veriler A ve B sınıfında yer almaktadır (Şekil 4-81, Şekil 4-82).



Şekil 4-81 1,2+1,4-dikloro benzen için İç Ortamda Hayat boyu Kanser Riskine Maruz kalma



Şekil 4-82 1,2+1,4-dikloro benzen için Dış Ortamda Hayat boyu Kanser Riskine Maruz kalma

Çizelge 4-67'e göre benzen için kanser riski, iç ortamda %68 ve dış ortamda ise %56 ile 10^{-5} - 10^{-4} aralığında (B sınıfı), etilbenzen için iç ortamda %38 ve dış ortamda %74 oranında 10^{-6} - 10^{-5} (C sınıfı) aralığında, etilbenzenin dış ortamda %23'ü 10^{-5} - 10^{-4} aralığında (B sınıfı) yer almaktadır. Naftalin için iç ve dış ortamda %98'i 10^{-4} 'den daha büyük (A sınıfı) yer almaktadır. 1,2+1,4-dikloro benzen için iç ortamda %57 dış ortamda %35'i 10^{-5} - 10^{-4} (C sınıfı) aralığında ve iç ortamda %35'i 10^{-4} 'den daha büyük (A sınıfı) görülmektedir.

Çizelge 4-67 UOB'lerin hayat boyu kanser riskine maruz kalma yüzde miktarı

	Mekan	Yüzde			
		$10^{-6} <$	$10^{-6} - 10^{-5}$	$10^{-5} - 10^{-4}$	$10^{-4} >$
Benzen	İç Ortam	3%	29%	68%	
	Dış Ortam		40%	56%	4%
Etilbenzen	İç Ortam	61%	38%	1%	
	Dış Ortam	3%	74%	23%	
Naftalin	İç Ortam		2%		98%
	Dış Ortam			2%	98%
1,2+1,4-diklorobenzen	İç Ortam		8%	57%	35%
	Dış Ortam	1%	63%	35%	1%

4.20. Tehlike Sınırının Hesaplanması

Tehlike sınırın hesaplama yöntemiyle UOB'lere maruz kalan bireylerde insan sağlığını etkileyen kanser olmayan risk konsantrasyonu tahmin edilmektedir. Bu hesaplamalarda USEPA, IRIS (Integrated Risk Information system), ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry) tarafından verilen referans konsantrasyonlar esas alınmıştır. Bu konsantrasyonlar insan sağlığına zararlı olmayan maksimum günlük solunum miktarı olarak tanımlanmaktadır. Bir maddenin risk olasılık tahmini o maddenin konsantrasyonu referans değer ile çarpılarak elde edilmektedir (5. denklem)[144].

$$HR = C/RfC \quad (5)$$

(HR) Tehlike sınırı,

(C) Konsantrasyon ($\mu\text{g m}^{-3}$),

(RfC) Referans Konsantrasyon ($\mu\text{g m}^{-3}$),

Çizelge 4-72'de UOB'lerin referans konsantrasyon miktarları (μgm^{-3}) verilmektedir.

Çizelge 4-68 UOB'lerin referans konsantrasyon miktarı ($\mu\text{g m}^{-3}$)

UOB	Referans Konsantrasyon ($\mu\text{g m}^{-3}$)	Kaynak
Benzen	9,6	ATSDR*
Etilbenzen	1300	ATSDR*
Toluen	5000	IRIS**
m,p,o-Ksilen	217	ATSDR*
naftalin	3.7	ATSDR*

*ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry), **IRIS (Integrated Risk Information system)

Bu çalışmada tehlike sınırı, Ankara'nın farklı bölgelerinde, farklı zamanlarda, bebeklerin yaşadığı iç ortamlardan alınan örneklerin ortalaması esas alınarak (5) numaralı denklemine göre hesaplanmıştır (Çizelge 4-68).

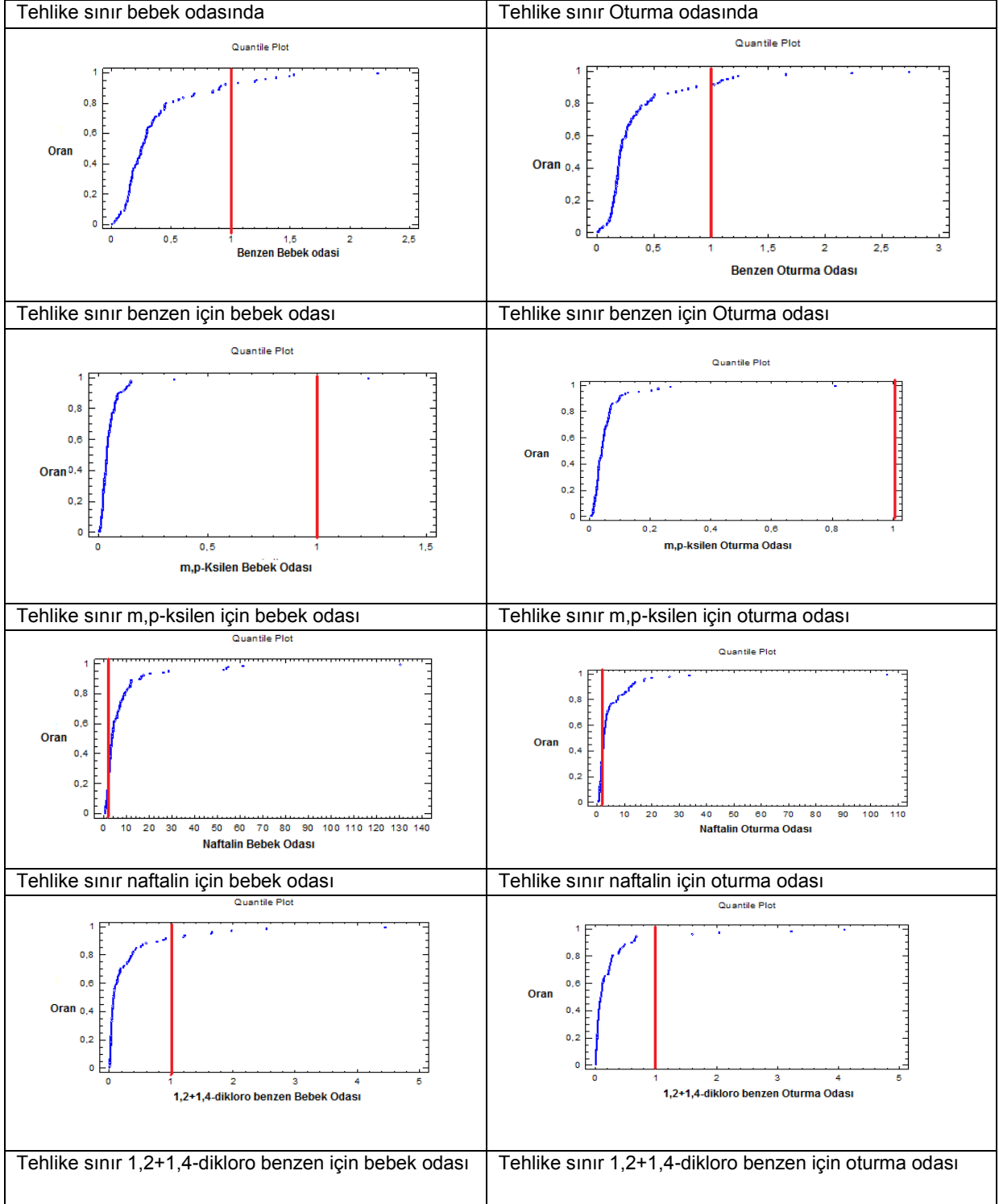
Ortalama tehlike sınır değeri birden fazlaysa, o maddenin konsantrasyonu kabul edilen maksimum değerlerin üstündedir ve insan sağlığı için tehlike arz etmektedir. Bir ve altındaki değerler kabul edilebilir seviyeyi göstermektedir. Çizelge 4-69'da görüldüğü gibi ortalama değerler göz önünde bulundurulduğunda, naftalinin tehlikeli sınır değeri 1'den büyük olduğundan tüm iç ve dış mekanlarda zararlı seviyede bulunmuştur. Diğer maddeler kabul edilebilir seviyede bulunmuştur. Maksimum değerlerin tehlike sınır değerine bakıldığında benzen tüm iç ve dış ortamda, m,p-ksilen bebek odasında, naftalin tüm iç ve dış mekanlarda ve 1,2+1,4-diklorobenzen iç ve dış ortamlarda 1'den fazla görülmüştür ve bunun anlamı bu mekanlarda adı geçen UOB'lerin konsantrasyonunun tehlike sınırının üstünde olduğudur. Çizelge 4-69 verileri karşılaştırıldığında naftalin konsantrasyonu Ankara genelinde, tehlike sınırının üzerinde bulunmuştur. Benzen ve 1,2+1,4-dikloro benzen ise bazı uç değerlerin bulunduğunu göz önünde bulundurularak bölgesel olarak tehlikeli sınırın üzerine çıkabilmektedir ancak genel olarak kabul edilebilir seviyededir. Toluen, etilbenzen, m,p-ksilen ve o-ksilen konsantrasyonları ise tehlike sınırının çok altında bulunmuştur.

Çizelge 4-69 UOB'lerin tehlikeli sınır sonuçları

UOB	Mekan	*N	Ortalama	Medyan	Minimum	Maksimum
Benzen	Bebek Odası	113	3.73E-01	2.50E-01	3.02E-03	2.23E+05
	Oturma Odası	113	3.53E-01	2.01E-01	6.31E-03	2.74E+05
	Oturma-Bebek Odası	38	3.31E-01	1.68E-01	5.07E-03	1.43E+05
	Dış Ortam	121	3.94E-01	1.98E-01	4.08E-02	3.36E+05
Toluen	Bebek Odası	114	6.86E-03	4.62E-03	1.27E-04	4.86E-02
	Oturma Odası	113	6.12E-03	3.92E-03	6.23E-04	5.13E-02
	Oturma-Bebek Odası	38	5.48E-03	2.51E-03	1.39E-04	2.85E-02
	Dış Ortam	121	4.10E-03	2.10E-03	1.39E-04	3.60E-02
Etilbenzen	Bebek Odası	113	4.68E-03	3.27E-03	2.48E-04	4.11E-02
	Oturma Odası	113	5.03E-03	3.58E-03	6.16E-04	4.28E-02
	Oturma-Bebek Odası	38	3.79E-03	2.98E-03	3.89E-04	1.76E-02
	Dış Ortam	121	2.46E-03	2.10E-03	1.72E-04	1.10E-02
m,p-ksilen	Bebek Odası	113	5.83E-02	3.68E-02	2.96E-03	1.24E+05
	Oturma Odası	113	5.68E-02	3.92E-02	5.69E-03	8.09E-01
	Oturma-Bebek Odası	38	4.85E-02	3.61E-02	6.32E-03	2.36E-01
	Dış Ortam	121	2.92E-02	2.27E-02	2.79E-03	1.80E-01
o-ksilen	Bebek Odası	113	3.91E-02	2.92E-02	1.21E-03	3.88E-01
	Oturma Odası	113	3.92E-02	3.08E-02	5.30E-03	2.54E-01
	Oturma-Bebek Odası	38	3.56E-02	2.49E-02	3.58E-03	1.97E-01
	Dış Ortam	121	1.70E-02	1.32E-02	5.50E-04	7.21E-02
Naftalin	Bebek Odası	113	8.18E+05	3.57E+04	4.89E-01	1.30E+05
	Oturma Odası	113	5.45E+05	2.37E+05	4.35E-01	1.06E+02
	Oturma-Bebek Odası	38	3.80E+04	1.25E+05	1.87E-01	6.46E+05
	Dış Ortam	121	1.65E+05	9.97E-01	2.24E-01	1.28E+05
Hekzan	Bebek Odası	112	1.82E-03	1.15E-03	2,69E-05	2.18E-02
	Oturma Odası	113	1.89E-02	3.66E-03	1,43E-05	4.80E-01
	Oturma-Bebek Odası	38	2.41E-02	7.28E-03	2,86E-05	2.34E-01
	Dış Ortam	97	5.27E-03	3.45E-03	5.86E-04	2.97E-02
Stiren	Bebek Odası	89	1.11E-02	9.51E-03	7.25E-04	5.13E-02
	Oturma Odası	85	1.15E-02	8.45E-03	1.96E-03	3.87E-02
	Oturma-Bebek Odası	27	1.08E-02	9.26E-03	4.45E-04	5.04E-02
	Dış Ortam	121	3.20E-03	2.52E-03	1.42E-04	2.61E-02
1,2+1,4-dikloro benzen	Bebek Odası	89	3.05E-01	7.16E-02	4.53E-03	4.45E+05
	Oturma Odası	85	2.83E-01	9.53E-02	9.04E-03	4.10E+05
	Oturma-Bebek Odası	27	2.07E-01	5.02E-02	4.53E-03	2.21E+05
	Dış Ortam	97	2.93E-02	1.18E-02	4.03E-04	1.27E+04

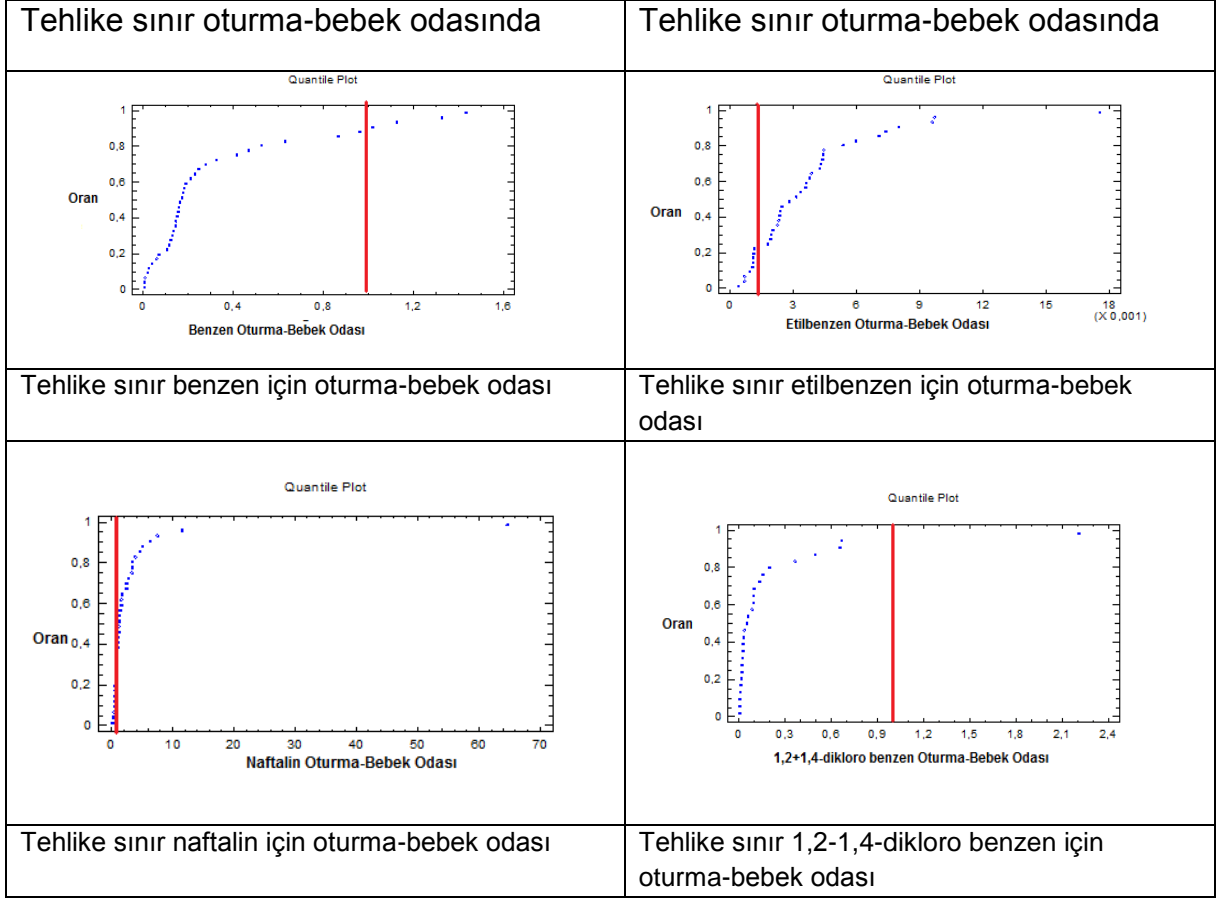
*N (Ölçüm Sayısı)

Şekil 4-83'e göre benzen; bebek ve oturma odasında, m,p-ksilen bebek odasında, naftalin; bebek ve oturma odasında ve 1,2+1,4-dikloro benzen; bebek ve oturma odasında tehlike sınırının üstünde görülmüştür.



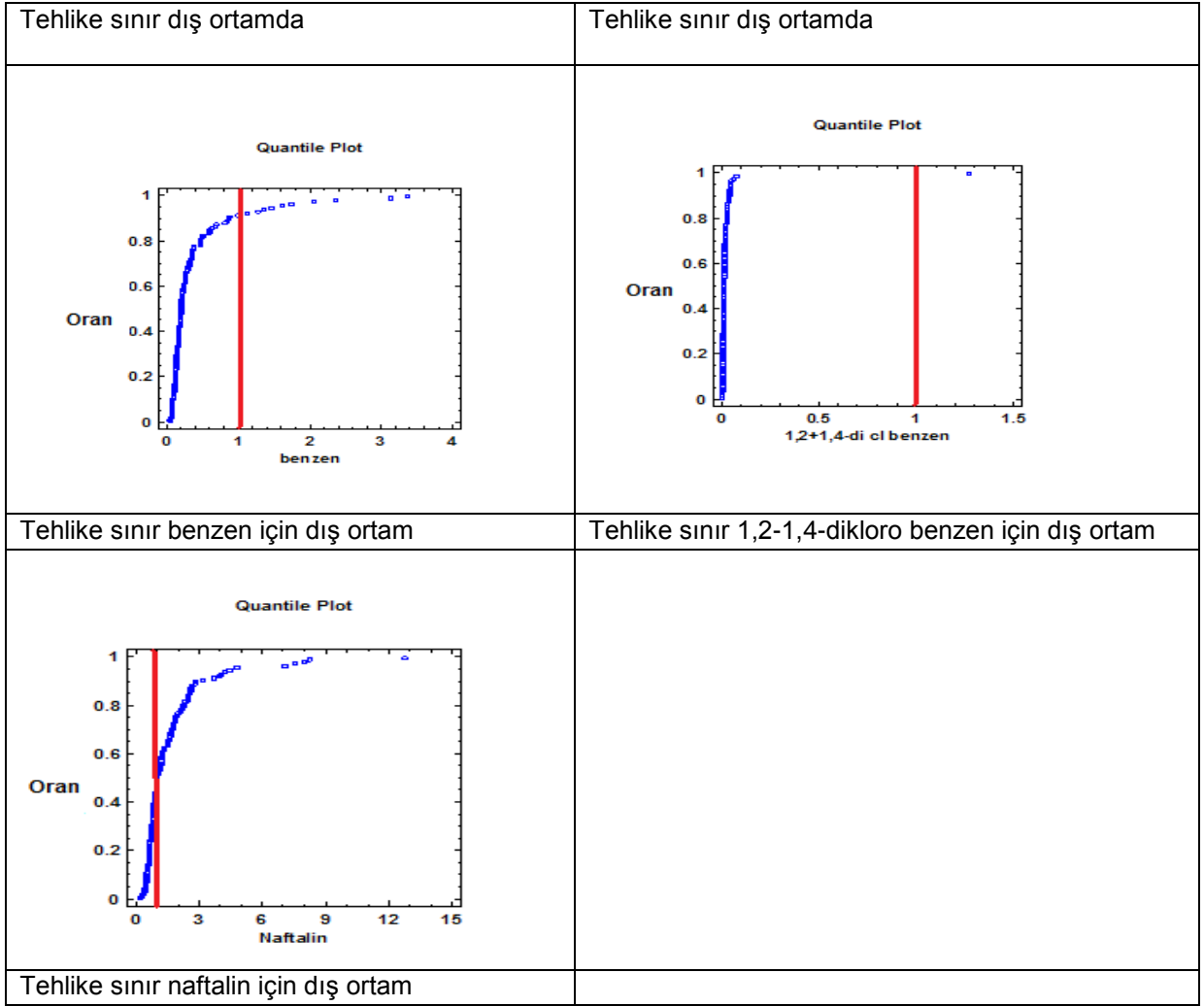
Şekil 4-83 UOB'lerin bebek ve oturma odasında tehlike sınırı

Benzen, etilbenzen, naftalin ve 1,2+1,4-dikloro benzen oturma-bebek odasında tehlike sınırının üstünde görülmüştür (Şekil 4-84).



Şekil 4-84UOB'lerin oturma-bebek odasında tehlike sınırı

Dış ortamda Benzen, naftalin ve 1,2+1,4-dikloro benzen tehlike sınırının üstünde hesaplanmıştır (şekil 4-85).



Şekil 4-85 UOB'lerin dış ortamda tehlike sınırı

Tehlikeli sınırın iç ve dış ortamda yüzde hesaplama sonucu Çizelge 4-70'te verilmiştir. Çizelgeye göre benzenin bebek odasında %8'inin, oturma odasında %8,84'ünün, oturma-bebek odasında %10,5'inin ve dış ortamda %8,2'sinin ve naftalinin bebek odasında %96'sının, oturma odasında %87,6'sının, oturma-bebek odasında %37'sinin ve dış ortamda %49,5'inin tehlike sınırı birden fazla olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4-70 Tehlikeli sınırın iç ve dış ortamda yüzde hesaplanması

HR	Mekan	Yüzde	
		1<	1≥
Benzen	Bebek Odası	92%	8%
	Oturma Odası	91,16%	8,84%
	Oturma-Bebek Odası	89,5%	10,5%
	Dış Ortam	91,8%	8,2%
Etilbenzen	Bebek Odası	100%	
	Oturma Odası	100%	
	Oturma-Bebek Odası	100%	
	Dış Ortam	100%	
Toluen	Bebek Odası	100%	
	Oturma Odası	100%	
	Oturma-Bebek Odası	100%	
	Dış Ortam	100%	
m,p-ksilen	Bebek Odası	100%	
	Oturma Odası	100%	
	Oturma-Bebek Odası	100%	
	Dış Ortam	100%	
o-ksilen	Bebek Odası	100%	
	Oturma Odası	100%	
	Oturma-Bebek Odası	100%	
	Dış Ortam	100%	
Stiren	Bebek Odası	100%	
	Oturma Odası	100%	
	Oturma-Bebek Odası	100%	
	Dış Ortam	100%	
Hekzan	Bebek Odası	100%	
	Oturma Odası	100%	
	Oturma-Bebek Odası	100%	
	Dış Ortam	100%	
Naftalin	Bebek Odası	4%	96%
	Oturma Odası	13,3%	86,7%
	Oturma-Bebek Odası	63%	37%
	Dış Ortam	50,55	49,5%
1,2+1,4-diklorobenzen	Bebek Odası	94%	6%
	Oturma Odası	95,3%	4,7%
	Oturma-Bebek Odası	99%	1%
	Dış Ortam	99%	1%

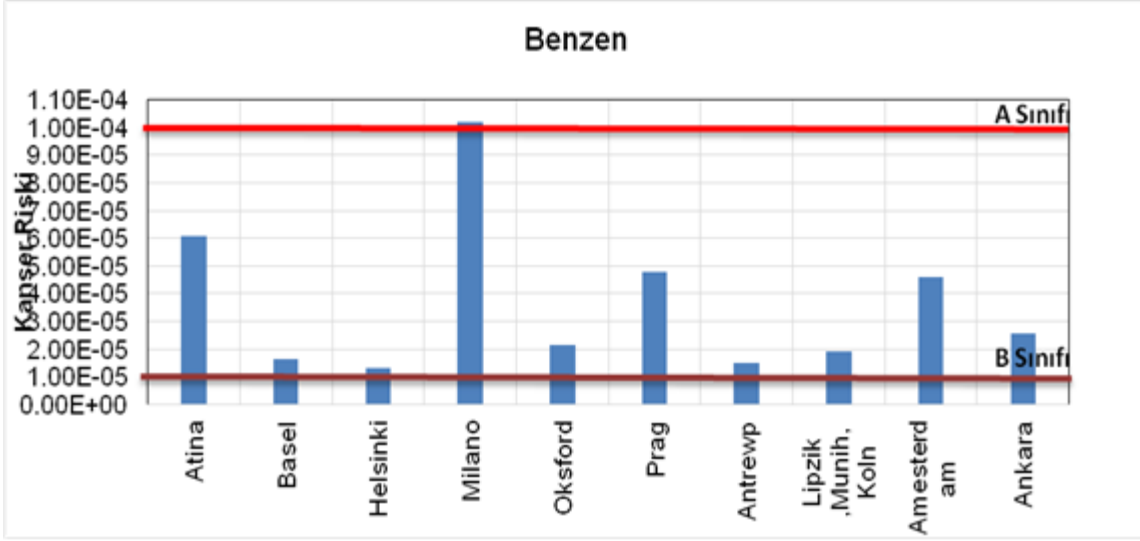
4.21. Kanser Riski ve Tehlike Sınırının Literatür ile Karşılaştırılması

Çizelge 4-71'de Avrupa'nın farklı şehirlerinde yapılmış iç ortam çalışmalarındaki UOB'lerin konsantrasyon değerleri kullanılarak denklem 4'e göre ($LCR=C \times UR$) ömür boyu kanser riski hesaplanmıştır[146]. Ankara'da elde edilen kanser risk değerleri ile Avrupa şehirlerinde elde edilen değerler karşılaştırılmıştır.

Çizelge 4-71 Ankara ile Avrupa kentlerinin kanser riskinin karşılaştırılması

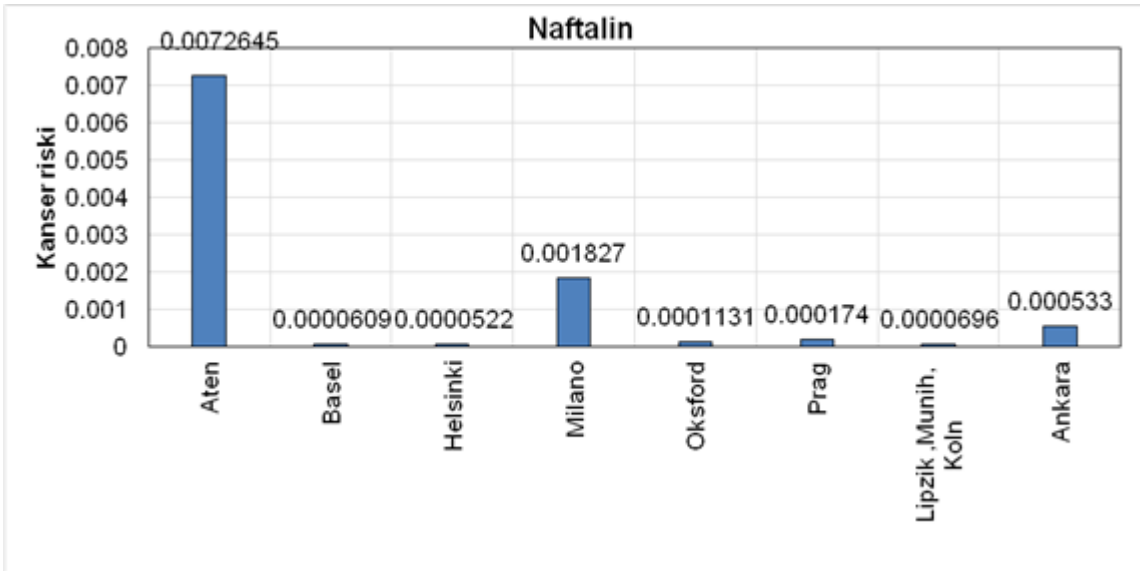
Avrupa Şehirleri	Kanser riski		Kaynak
	Benzen	Naftalin	
Atina	6,06E-5	7,265E-3	Hanninen 2002
Basel	1,62E-5	6,09E-5	Hanninen 2002
Helsinki	1,32E-5	5,22E-5	Hanninen 2002
Milano	1,02E-4	1,827E-3	Hanninen 2002
Oksford	2.16E-5	1,13E-4	Hanninen 2002
Prag	4,8 E-5	1,74 E-4	Hanninen 2002
Antwerp	1,5 E-5	-	Strenger vd. 2007
Lipzik, Münih	1.92E-5	6.96E-5	Schlink vd. 2004
Amsterdam	4.62E-5	-	
Ankara	2,00E-5	5,33E-4	Bu çalışma

Bu çalışmada kanser risk oranı üç sınıfa ayrılmaktadır. A sınıfı 10^{-4} ve daha büyük olanlar kesin risk, B sınıfı 10^{-4} - 10^{-5} olanlar mühtemel risk ve C sınıfı 10^{-5} - 10^{-6} mümkün risk grubuna dâhil edilmiştir. Şekil 4-86'ye göre benzen için Milano kesin risk grubunda (A gurubu) yer almaktadır. Diğer kentler Ankara dahil olmak üzere mühtemel risk grubu (B grubu) içerisinde yer almaktadırlar. Araştırma yapılan kentler içinde C grubu (mümkün risk) ve risksiz bölge bulunmamıştır.



Şekil 4-86 Benzen için Ankara ile Avrupa kentlerinin kanser riskinin kıyaslanması

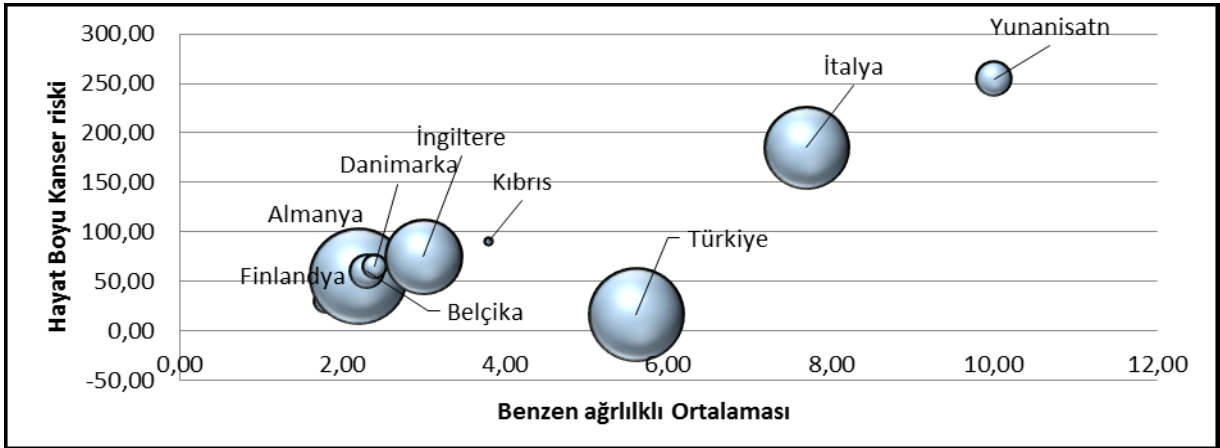
Şekile 4-87'ye göre naftalin için Atina, Milano, Oxford, Prag ve Ankara A grubunda yer almaktadır. Şekilde Basel, Helsinki ve Almanya'nın kentleri B grubunda görülmüştür. Naftalin için en yüksek kanser riski Atina kentinde ve en düşük Helsinki kentinde görülmektedir. Çalışmalarda naftalinin iç ortamdaki en önemli kaynağının güve topları (naftalin topları) kullanımından kaynaklandığı gösterilmiştir.



Şekil 4-87 Naftalin için Ankara ile Avrupa kentlerinin kanser riskinin kıyaslanması

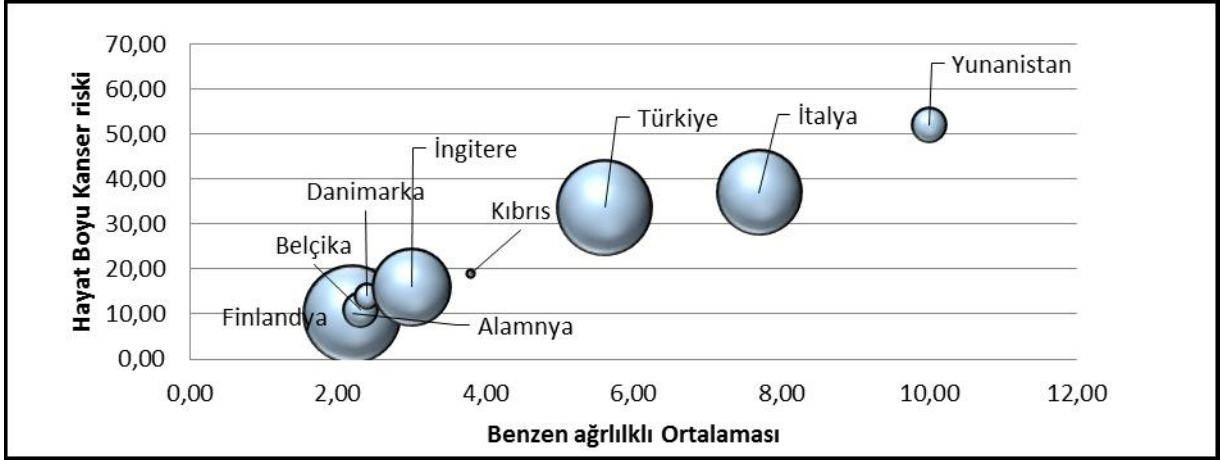
4.22. Diğer Ülkelerde Görülen Kanser Riskinin Türkiye ile kıyaslanması

Türkiye'nin farklı bölgelerinde yapılmış ölçüm sonuçları ve farklı ülkelerde yapılmış iç ortam çalışmalarındaki UOB'lerin konsantrasyon değerleri kullanılarak denklem 4'e göre ($LCR=C \times UR$) hayat boyu kanser riski hesaplanmıştır. Bu denklemde birim risk değeri OEHHA ve EPA tarafından belirlenmiş miktarlar kullanılmıştır. Türkiye'nin farklı bölgelerinde yapılmış ölçüm sonuçlarından nüfus ağırlık ortalama hesaplama yapılmış ve Sarigiannis v.d. [146] tarafından verilen değerler diğer ülkelerdeki benzen ağırlıklı ortalama değerleri ile OEHHA ve EPA tarafından önerilen birim risk değeri kullanılarak hesaplanan hayat boyu kanser riski ile karşılaştırılmıştır. Şekil 4-85'te Türkiye ve diğer ülkelerdeki hayat boyu kanser riski değerleri gösterilmektedir. Dairelerin büyüklüğü ülkelerin nüfüsünü temsil etmektedir. Şekil 4-88'e göre en yüksek kanser riski Yunanistan ve İtalya'da görülmüştür.



Şekil 4-88 Benzen için OEHHA tarafından Önerilen Birim Risk Değeri ve Hayat Boyu kanser Riski karşılaştırılması

Şekilde hayat boyu kanser riskini hesaplamak için EPA tarafından önerilen birim risk değeri kullanılmıştır. Şekil 4-89'a göre en yüksek kanser riski Yunanistan ve İtalya'da görülmüştür.



Şekil 4-89 Benzen için EPA tarafından Önerilen Birim Risk Değeri ve Hayat Boyu kanser Riski karşılaştırılması

4.23. Türkiye ile Diğer Ülkelerin Tehlikeli Sınır Değerleri Karşılaştırılması

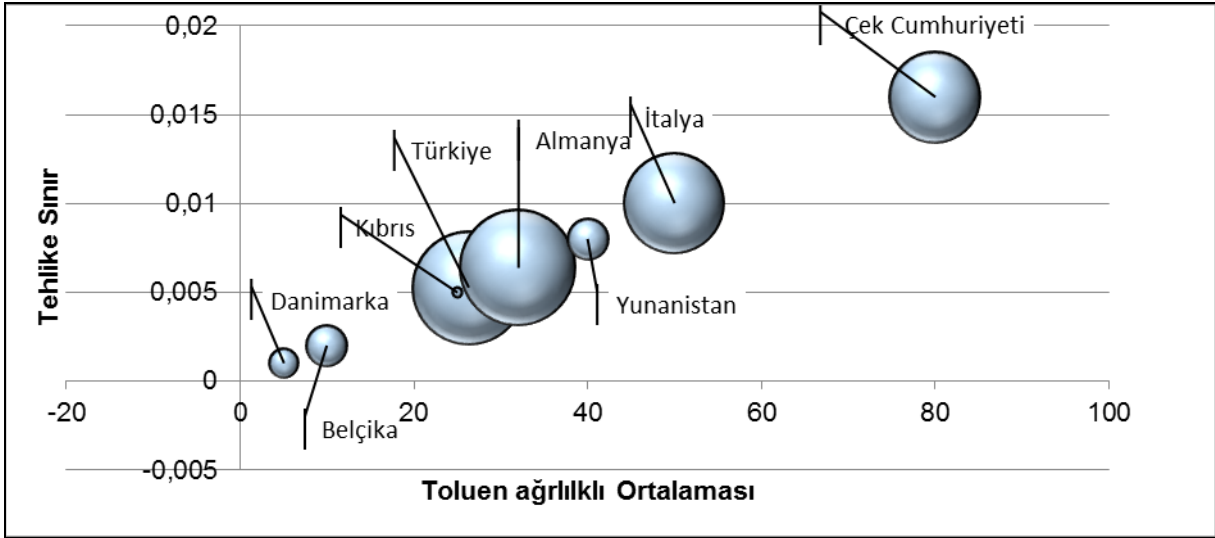
Türkiye’de ve diğer ülkelerde yapılmış iç ortam çalışmalarındaki UOB’lerin konsantrasyon değerleri kullanılarak denklem 4’e göre ($HR=C/RfC$) tehlike sınırı hesaplanmıştır. Bu denklemde referans konsantrasyon değerleri çizelge 4-72’ye göre hesaplanmıştır.

Çizelge 4-72 UOB’lerin referans konsantrasyon miktarı ($\mu\text{g m}^{-3}$)

UOB	Referans Konsantrasyon ($\mu\text{g m}^{-3}$)	Kaynak
Etilbenzen	1300	ATSDR*
Toluen	5000	IRIS**
m,p,o-Ksilen	217	ATSDR*
naftalin	3.7	ATSDR*

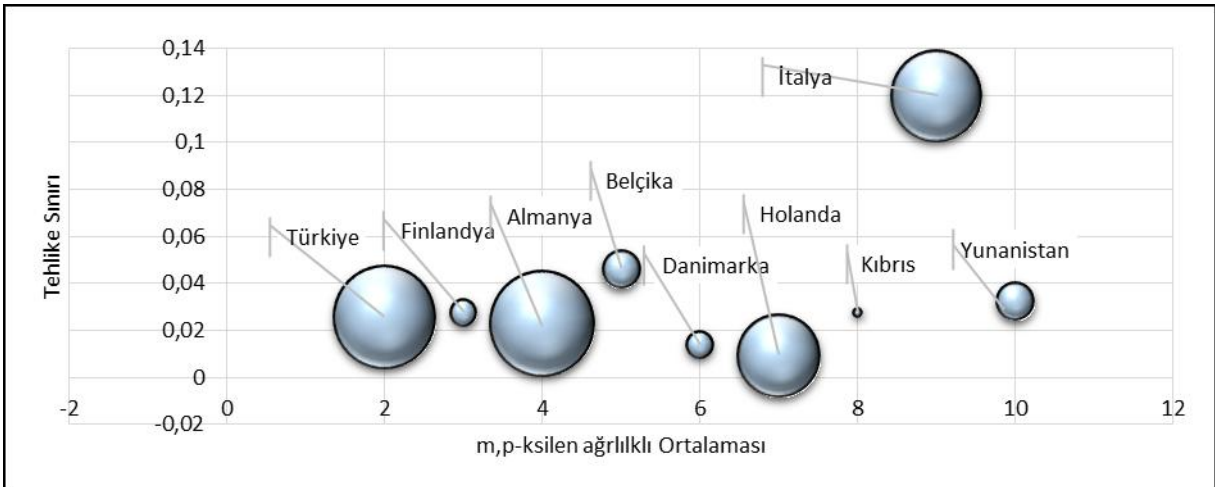
*ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry), **IRIS (Integrated Risk Information system)

Şekil 4-90’da, Türkiye ve diğer ülkeler için toluen tehlike sınırı gösterilmektedir. Çek Cumhuriyeti, İtalya ve Yunanistan’da tehlike sınırı en yüksek görülmüştür.



Şekil 4-90 Toluene için Türkiye ve Diğer Ülkelerin Tehlike Sınırı Değeri Karşılaştırılması

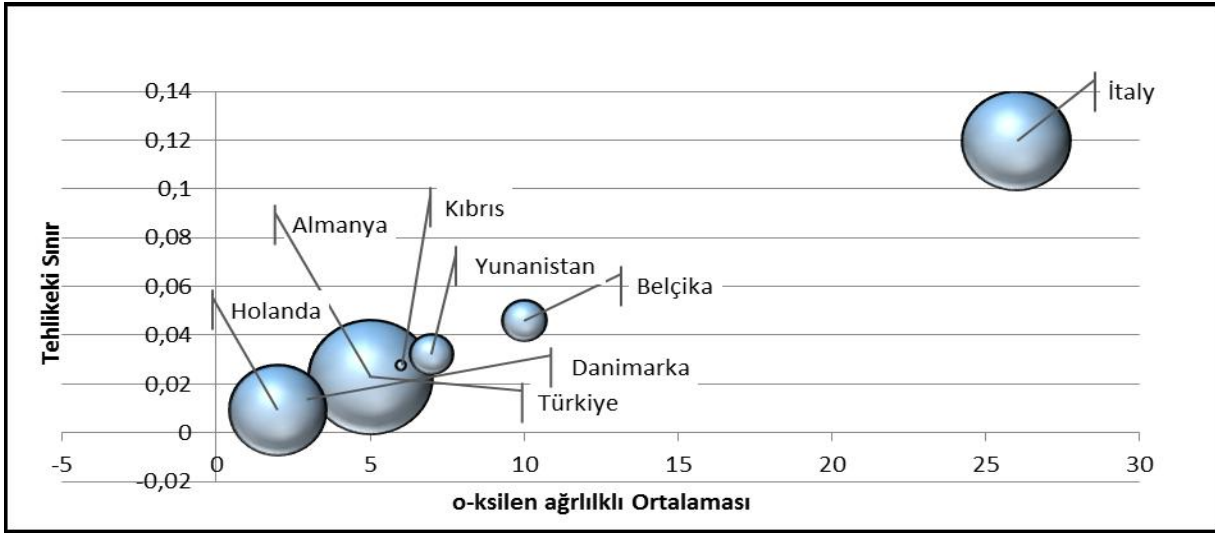
Türkiye ve diğer ülkelerde, m,p-ksilen için tehlike sınırı gösterilmiştir (Şekil 4-91). Yunanistan, İtalya ve Kıbrıs'ta tehlike sınırı en yüksek görülmüştür.



Şekil 4-91 m,p-ksilen için Türkiye ve Diğer Ülkelerin Tehlike Sınırı Değeri Karşılaştırılması

Türkiye ve diğer ülkelerde, o-ksilen için tehlike sınırı gösterilmiştir (Şekil 4-92). İtalya ve Belçika ülkelerinde tehlike sınırı en yüksek görülmüştür.

Ölçülen verilerin büyük değişkenlik nedeni sosyo-ekonomik farklılıktan, yapı malzemelerinden, kapalı ortamda emisyon kaynakları, iklim değişikliği iç/dış ortama havasını etkileyebilmektedir. İç ortamda bazı UOB'lerin özellikle benzen trafikten kaynaklanabilir.



Şekil 4-92 o-ksilen için Türkiye ve Farklı Ülkelerde Tehlike Sınır Değeri Karşılaştırılması

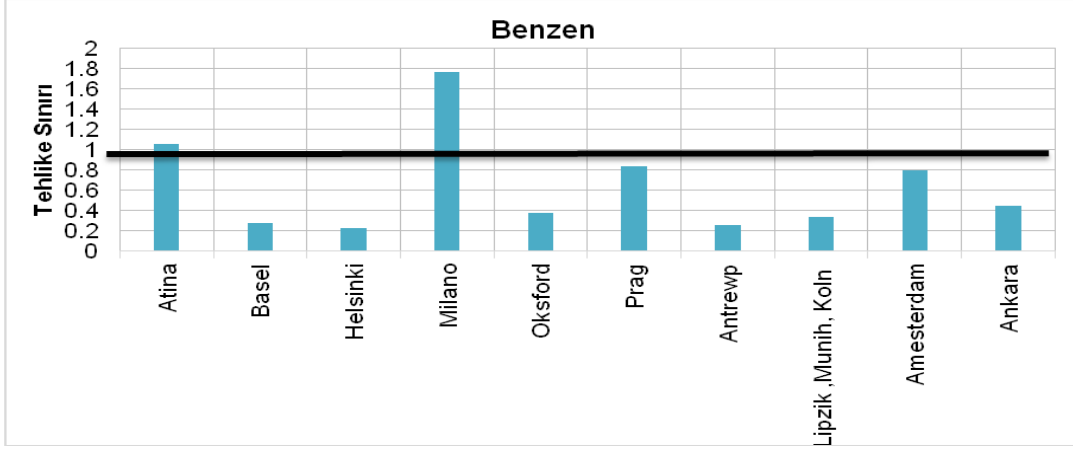
4.24. Ankara ile Avrupa Kentlerinin Tehlike Sınırının Kıyaslanması

Çizelge 4-73'te Avrupa'nın farklı şehirlerinde yapılmış iç ortam çalışmalarındaki UOB'lerin konsantrasyon değerleri kullanılarak denklem 4'e göre tehlike sınırı hesaplanmıştır [146]. Ankara'da elde ettiğimiz tehlike sınır değerleri ile Avrupa şehirlerinde elde ettiğimiz değerler karşılaştırılmıştır.

Çizelge 4-73 Ankara ile Avrupa kentlerinin Tehlike Sınırın Karşılaştırılması

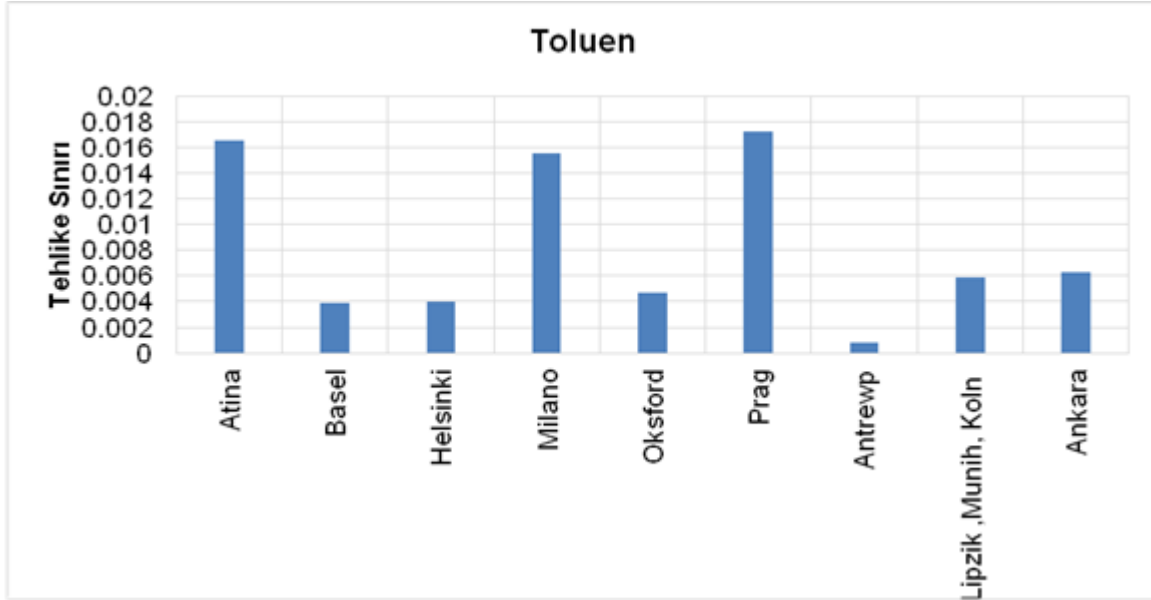
Avrupa Şehirleri ve Ankara	Tehlike Sınırı					Kaynak
	Benzen	Toluen	m,p-ksilen	o-ksilen	Naftalin	
Atina	1.052	0.017	0.140	0.140	22.568	Hanninen 2002
Basel	0.281	0.004	0.047	0.047	0.189	Hanninen 2002
Helsinki	0.229	0.004	0.047	0.047	0.162	Hanninen 2002
Milano	1.771	0.016	0.406	0.406	5.676	Hanninen 2002
Oxford	0.375	0.005	0.058	0.058	0.351	Hanninen 2002
Prag	0.833	0.017	0.102	0.102	0.541	Hanninen 2002
Antwerp	0.260	0.001	0.006	0.003	0.216	Strenger vd. 2007
Lipzik Münih	0.333	0.006	0.045	0.012	0.22	Schlink vd. 2004
Amsterdam	0.802					
Ankara	0.446	0.006	0.050	0.040	6.120	Bu Çalışma

Benzen; Atina ve Milano kentlerinde tehlike sınırının üzerinde, diğer kentlerde ise kabul edilebilir ölçülerde bulunmuştur(Şekil 4-93).



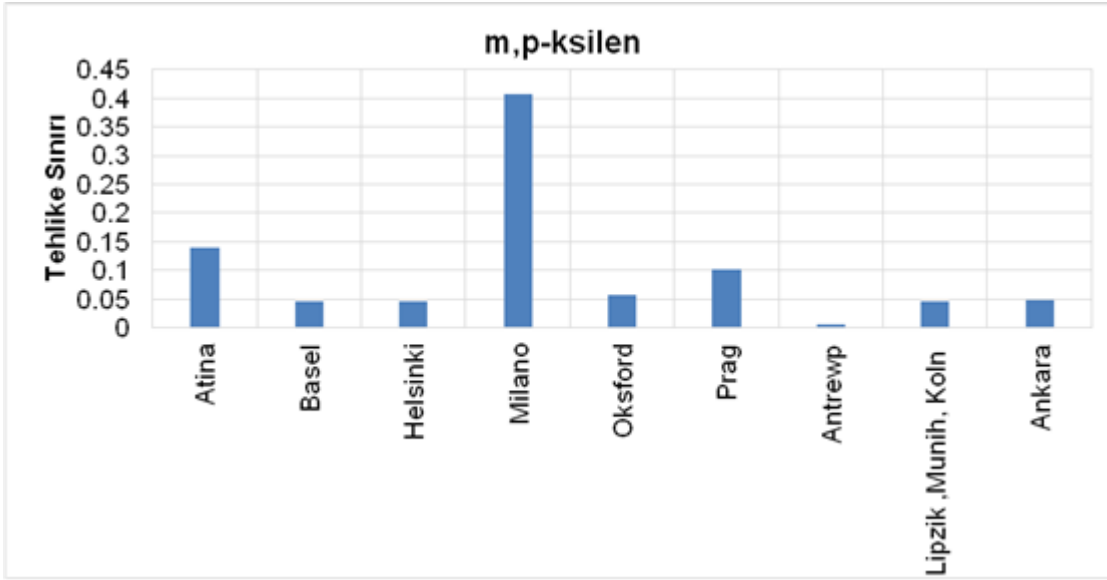
Şekil 4-93 Benzen için Ankara ile Avrupa Kentleri için Tehlike Sınırının karşılaştırılması

Toluen bütün kentlerde kabul edilebilir ölçülerde bulunmuştur. Bununla beraber Atinan, Milano ve Prag kentlerinde kısmen yüksek miktarda görülmektedir (Şekil 4-94).

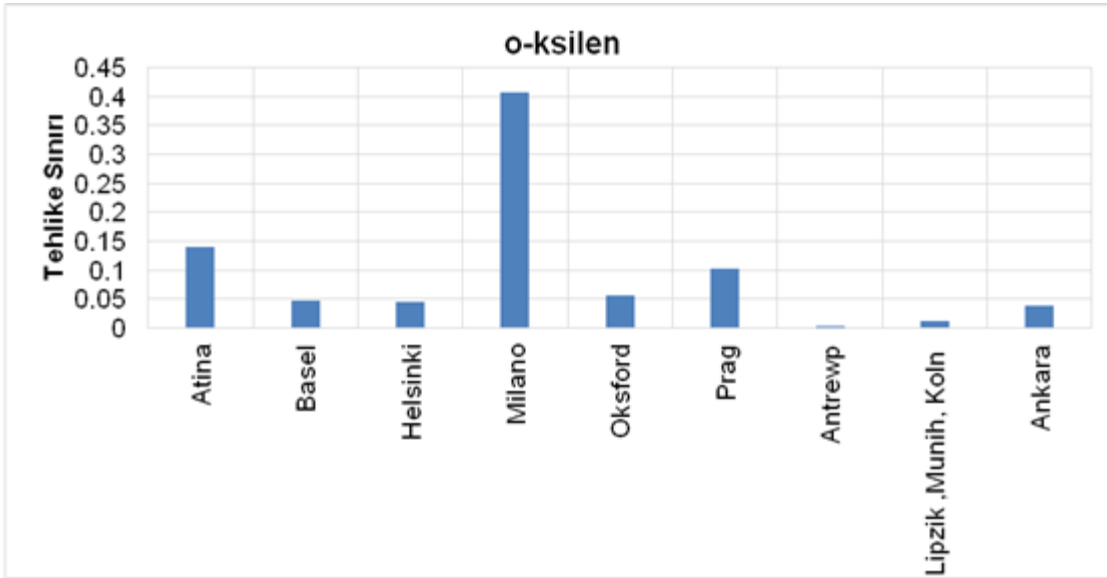


Şekil 4-94 Toluen için Ankara ile Avrupa Kentlerinin Tehlike Sınırın karşılaştırılması

m-p-ksilen bütün kentlerde kabul edilebilir ölçülerde bulunmuştur (Şekil 4-95).

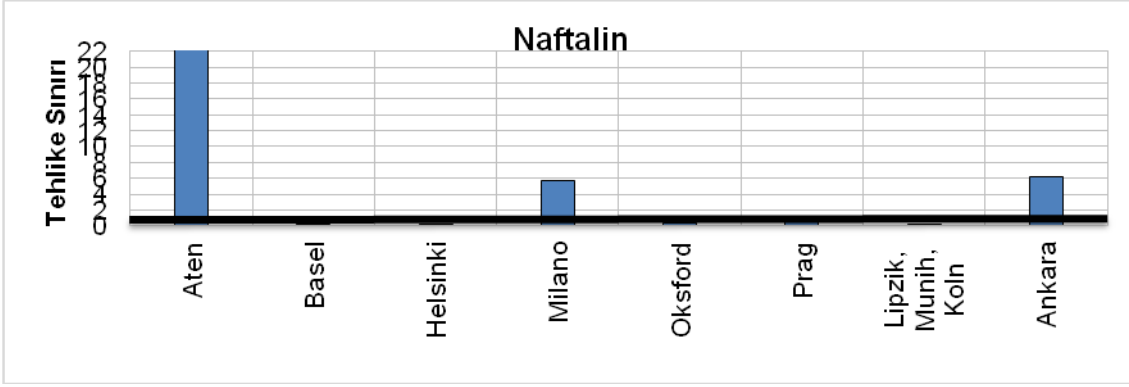


Şekil 4-95 m,p-ksilen için Ankara ile Avrupa Kentlerinin Tehlike Sınırın karşılaştırılması
o-ksilen bütün kentlerde kabul edilebilir ölçülerde bulunmuştur (Şekil 4-93).



Şekil 4-96 o-ksilen için Ankara ile Avrupa Kentlerinin Tehlike Sınırın karşılaştırılması

Naftalin Atina, Milano ve Ankara'da tehlike sınırın üstünde görülmüştür (Şekil 4-96). Atina 22,57 ile en yüksek tehlike sınırı değerine sahiptir. Ankara 6,12 ve Milano 5,68 ile tehlike sınırının üstünde, ikinci ve üçüncü sıradaki kentler olarak yer almaktadır.



Şekil 4-97 Naftalin için Ankara ile Avrupa Kentlerinin Tehlike Sınırın karşılaştırılma

4.25. Bebeklerin Sağlık Durumu ile UOB'lerin İlişkinin İncelenmesi

Doğumudan sonra bebeklerin üst solunum yolu enfeksiyonu ve alerji ile ilintili sağlık kayarı (hırıltılı solunum, öksürük, besin alerjisi, atopik dermatit ve alt solunum yolu enfeksiyo) gerek uygulanan anketler ile gerekse de hastaneye başvuruları sonrası doktor kontrolü yolu ile incelenmiştir.

II. III ve IV. Dönem örneklemeleri sırasında sağlık konusunda yapılan anketlerin sonucu çizelgelerde verilmiştir. Çizelge 4-74'e göre ikinci dönem örneklemeleri sırasında örneklemelere gidilen evlerdeki çocukların yaklaşık %79'u solunum yolu enfeksiyonu, %1'i alerji ve %15'inde diğer hastalıklar (ishal, ateş, kabızlık vb.) görülmüştür, hiçbir hastalık geçirmedeği beyan edilen çocukların oranı %5 civarındadır. Solunum yolu hastalık oranı üçüncü örnekleme döneminde azalarak %25'e inmiş, alerji %5'e yükselmiş, diğer hastalıkların oranı ise %23'e ulaşmıştır. Bu dönemde herhangi bir hastalık gözlenmeyen çocuk oranı %47 olarak tespit edilmiştir.

IV. Örnekleme döneminde ise son 6 ay içinde hiç hastalık geçirmeyen bebek oranı %83'e ulaşmış, solunum yolu enfeksiyonu geçirenler %2, alerji %4 ve diğer hastalık oranı %11 civarında seyretmiştir. İkinci örnekleme döneminde bebeklerin yeni doğmuş olmaları, immün sistemlerinin gelişmemiş olması, kış mevsiminin olması ve ayrıca ilk tanı konulması nedeniyle özellikle solunum yolu hastalıkları ve ishal, ateş vb. çocukluk dönemi hastalık oranı yüksek görülmüştür. Üçüncü ve dördüncü dönemlerde bebeklerin büyümesi ve tedaviye bağlı olarak hastalıklarda azalma olmuştur. Alerji durumları ise daha sonraki dönemlerde bebeklerin ortam şartlarına

sürekli maruz kalmaları ve immün sistemlerinin gelişmesi sonucu ortaya çıkmıştır. Bebeklerde bulunan hastalıklar altta üç sınıfa ayrılmıştır.

1. **solunum yolu enfeksiyon hastalıkları:** grip, üsye, bronşit, boğaz enfeksiyonu, nefes darlığı, oksuruk, kulak enfeksiyonu, zatürre başlangıcı, tonsillit, astım
2. **Alerji:** yeni doğan alerjisi, kasintili dokuntu, atopik dermatit, egzema, isilik
3. **Diğer Hastalıklar:** İshal, Ateş, İdrar Yolu Enfeksiyonu, Mantar , Bakteriemi, Kabızlık, Göz Kanalında Tıkanıklık, Yemek Borusu Yanığı (Kaza), Ağızda Mantar, Ciltte Yara, Anemi

Çizelge 4-74 II., III. Ve IV. Örneklem Dönemlerinde bebeklerde görülen hastalıkların yüzdesi

Hastalıklar	Yüzdeleri		
	II.Dönem	III.Dönem	IV.Dönem
Solunum yolu enfeksiyon	79,10%	25,10%	2,40%
Alerji durumu	1,20%	4,80%	3,60%
Diğer hastalıklar	14,60%	23,00%	10,80%
Herhangi Bir Hastalık Geçirmemiş	5,10%	46,70%	83,20%

4.25.1. II. Dönem Solunum Yolu Hastalıklar ve Alerjini UOB'lerle İlişkisinin İstatistiksel olarak incelenmesi

İkinci dönem UOB'ler seviyeleri ve hastalık durumları her evde ayrı ayrı belirlenerek ANOVA testi ile hastalıklar ve UOB'lerin arasında ilişki olup olmadığı belirlenmiştir. ANOVA testi sonucu elde ettiğimiz UOB'lerin ortalama konsantrasyonları, hastalıklar ve p-değerleri Çizelge 4-75 ve Çizelge 4-76'da verilmiştir. Buna göre 2 yaşına kadar astım tanısı konmuş bebeklerin evlerinde ölçülen benzen, heksan, heptan, 2-kloro toluen ve TUOB konsantrasyonu ile astım tanısı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki görülmektedir. Bu parametrelerden benzen, heptan ve TUOB, astımlı çocukların ev içinde yüksek konsantrasyonlarda iken, diğer evlerdeki düzeyleri düşüktür. Ailede astım tanısı olan bireylerin bulunduğu evler ile etilbenzen, m,p-

ksilen ve 2-kloro toluen arasında istatiksels olarak anlamlı olarak fark görölmektedir (Çizelge 4-75).

Bronşit tanısı konmuş çocukların evlerinde gözlenen etilbenzen, heptan ve TUOB düzeyi bronşit tanısı konmamış evlere göre daha yüksektir. Öksürük, döküntü hastalıkla toluenin arasında statiksels olarak anlamlı fark olduğu tespit edilmiştir. Hekzan, heptan, 2-kloro toluen ve TUOB'ler ile doktor muayenesinde tanı konulmuş alerji durumunu ve toluen ile döküntü hastalığının arasında istatiksels olarak anlamlı fark olduğu görölmektedir (Çizelge 4-76).

Çizelge 4-75 II. Dönem UOB'ler ve solunum yolu hastalıklarının istatistiksel olarak karşılaştırılması

II.Dönem	UOB	Hastalık							
		Astım	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	p-değeri	Ailede Astım	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	p-değeri	Bronşit	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Benzen	Var	18,57	0,0026	Var	3,63	0,39	Var	5,38	0,08
	Yok	3,12		Yok	3,77		Yok	4,03	
Etilbenzen	Var	5,18	0,71	Var	12,25	0,00	Var	8,77	0,03
	Yok	6,84		Yok	6,41		Yok	5,08	
m,p-ksilen	Var	11,69	0,36	Var	26,78	0,00	Var	19,40	0,54
	Yok	15,10		Yok	14,31		Yok	10,54	
Hekzan	Var	2,69	0,007	Var	2,48	0,99	Var	3,45	0,39
	Yok	13,04		Yok	6,07		Yok	1,58	
heptan	Var	1,44	0,00	Var	0,97	0,42	Var	1,05	0,03
	Yok	0,97		Yok	3,61		Yok	0,67	
2-kloro toluen	Var	0,41	0,0001	Var	1,26	0,01	Var	5,88	0,25
	Yok	3,37		Yok	3,61		Yok	0,46	
TUOB	Var	249,67	0,02	Var	157,18	0,21	Var	216,83	0,01
	Yok	118,00		Yok	155,79		Yok	117,34	

Çizelge 4-76 II. Dönem UOB'ler ve alerji hastalıklarının istatistiksel olarak karşılaştırılması

II.Dönem	Hastalık											
	UOB	Öksürük	µg/m ³	p-değeri	Alerji	µg/m ³	p-değeri	Egzema	p-değeri	µg/m ³	Döküntü	µg/m ³
Benzen	Var	1,63	0,08	Var	8,58	0,88	Var	0,48	0,06	Var	1,91	0,150
	Yok	4,50		Yok	3,29		Yok	5,23		Yok	4,51	
Toluen	Var	42,84	0,03	Var	43,09	0,89	Var	26,42	0,68	Var	20,52	0,005
	Yok	35,62		Yok	37,41		Yok	43,47		Yok	46,42	
Etilbenzen	Var	9,04	0,13	Var	6,77	0,98	Var	10,74	0,03	Var	5,95	0,56
	Yok	6,48		Yok	7,28		Yok	5,49		Yok	7,89	
m,p-ksilen	Var	19,59	0,06	Var	15,82	0,95	Var	22,18	0,06	Var	13,63	0,39
	Yok	14,08		Yok	14,62		Yok	12,51		Yok	16,79	
Hekzan	Var	6,55	0,49	Var	11,52	0,00	Var	2,78	0,51	Var	6,40	0,96
	Yok	19,20		Yok	4,43		Yok	5,67		Yok	19,9	
heptan	Var	0,91	0,66	Var	1,33	0,001	Var	0,89	0,13	Var	0,92	0,22
	Yok	0,99		Yok	0,94		Yok	1,01		Yok	0,91	
2-kloro toluen	Var	0,38	0,42	Var	28,02	0,0002	Var	1,05	0,61	Var	0,76	0,85
	Yok	3,56		Yok	0,79		Yok	3,38		Yok	3,52	
TUOB	Var	133,58	0,39	Var	296,25	0,004	Var	131,70	0,86	Var	93,34	0,06
	Yok	140,16		Yok	126,89		Yok	141,42		Yok	160,61	

4.25.2. III. Dönem Solunum Yolu Hastalıklar ve Alerjini UOB'lerle İlişkisinin İstatistiksel olarak İncelenmesi

Üçüncü dönem örneklemeleri sonucunda iç ortamda ölçülen UOB konsantrasyonları ile bu dönemde kayıt altına alınmış çocukların sağlıkları arasındaki ilişki ANOVA testi ile incelenmiştir. ANOVA testi sonucu elde ettiğimiz UOB ve hastalık p –değerleri Çizelge 4-77 ve 78'te verilmiştir. Buna göre astım ile benzen, toluen ve 2-kloro toluen ile istatistiksel olarak ilişkisi görülmektedir (Çizelge 4-77).

Bronşit ve hışıltılı solunum vakaları ile evlerden gözlenen yüksek düzeydeki, toluen seviyesi arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki gözlenmiştir. Öksürük ile benzen, toluen ve m,p-ksilen, döküntü hastalığı ile etilbenzen, o-ksilen ve nonan, egzeme ile toluen arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Yüksek düzeyde toluen, naftalin, hekzan ve oktan ile atopik dermatit arasında, ve yüksek düzeyde toluen, etilbenzen ve m,p-ksilen ile hırıltılı solunum arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir(Çizelge 4-78).

Çizelge 4-77 III. Dönem UOB'ler ve solunum yolu hastalıklarının istatistiksel olarak karşılaştırılması

III. Dönem	Hastalık											
	UOB	Astım	µg/m ³	p-değeri	Ailede Astım	µg/m ³	p-değeri	Bronşit	µg/m ³	p-değeri	Hırıltılı solunum	µg/m ³
Benzen	Var	6.08	0,038	Var	3.73	0,09	Var	3.05	0,06	Var	2.70	0,05
	Yok	3.03		Yok	2.98		Yok	3.09		Yok	3.11	
Toluen	Var	72.92	0,0113	Var	41.41	0,31	Var	26.32	0,01	Var	33.99	0,02
	Yok	24.15		Yok	22.43		Yok	24.62		Yok	24.32	
Etilbenzen	Var	4.63	0,38	Var	6.46	0,82	Var	5.91	0,28	Var	9.12	0,04
	Yok	6.91		Yok	6.93		Yok	7.11		Yok	6.71	
m,p-ksilen	Var	7.12	0,42	Var	9.87	0,93	Var	7.61	0,27	Var	13.59	0,03
	Yok	9.17		Yok	9.03		Yok	9.52		Yok	8.82	
o-ksilen	Var	7.46	0,88	Var	7.46	0,27	Var	8.52	0,83	Var	10.46	0,18
	Yok	8.62		Yok	8.78		Yok	8.62		Yok	8.47	
Naftalin	Var	93.26	0,07	Var	31.71	0,08	Var	20.65	0,19	Var	10.84	0,59
	Yok	21.34		Yok	21.13		Yok	23.01		Yok	23.38	
Hekzan	Var	2.57	0,20	Var	1.13	0,04	Var	1.41	0,89	Var	1.30	0,64
	Yok	1.20		Yok	1.23		Yok	1.17		Yok	1.21	
Oktan	Var	1.44	0,80	Var	2.26	0,41	Var	3.76	0,81	Var	4.87	0,30
	Yok	2.22		Yok	2.20		Yok	1.82		Yok	2.02	
Nonan	Var	1.02	0,89	Var	1.42	0,37	Var	1.46	0,64	Var	1.72	0,76
	Yok	2.71		Yok	2.87		Yok	2.98		Yok	2.75	
2-kloro toluen	Var	5.62	0,00	Var	1.06	0,09	Var	0.95	0,48	Var	0.31	0,56
	Yok	21.24		Yok	0.32		Yok	0.28		Yok	0.42	

Çizelge 4-78 III. Dönem UOB'ler ve alerji hastalıklarının istatistiksel olarak karşılaştırılması

III. Dönem	Hastalık														
	UOB	Öksürük	µg/m ³	p-değeri	Alerji	µg/m ³	p-değeri	Egzema	µg/m ³	p-değeri	Döküntü	µg/m ³	p-değeri	Atopik dermatit	µg/m ³
Benzen	Var	2.65	0,03	Var	3.92	0,11	Var	9.08	0,05	Var	12.57	0,28	Var	11.32	0,7325
	Yok	3.22		Yok	3.05		Yok	10.73		Yok	7.24		Yok	8.49	
Toluen	Var	11.74	0,03	Var	18.66	0,04	Var	25.70	0,03	Var	25.07	0,30	Var	40.64	0,007
	Yok	29.19		Yok	25.18		Yok	31.30		Yok	31.93		Yok	16.36	
Etilbenzen	Var	4.96	0,20	Var	3.93	0,63	Var	8.38	0,65	Var	12.46	0,002	Var	11.30	0,55
	Yok	7.52		Yok	6.97		Yok	10.44		Yok	6.36		Yok	7.52	
m,p-ksilen	Var	5.05	0,02	Var	4.81	0,35	Var	10.42	0,29	Var	13.56	0,07	Var	16.32	0,15
	Yok	10.47		Yok	9.29		Yok	13.49		Yok	10.35		Yok	7.58	
o-ksilen	Var	5.11	0,28	Var	7.34	0,87	Var	10.84	0,74	Var	17.36	0,005	Var	11.18	0,57
	Yok	9.73		Yok	8.65		Yok	12.41		Yok	5.89		Yok	12.07	
Naftalin	Var	19.93	0,92	Var	8.18	0,04	Var	17.27	0,38	Var	24.22	0,70	Var	26.84	0,04
	Yok	23.65		Yok	23.04		Yok	28.03		Yok	21.08		Yok	18.46	
Hekzan	Var	1.11	0,42	Var	0.91	0,32	Var	0.76	0,74	Var	0.92	0,34	Var	1.47	0,0005
	Yok	1.26		Yok	1.23		Yok	1.45		Yok	1.28		Yok	0.73	
Oktan	Var	3.43	0,89	Var	1.14	0,02	Var	1.36	0,99	Var	1.65	0,87	Var	2.82	0,023
	Yok	1.89		Yok	2.25		Yok	2.69		Yok	2.40		Yok	1.23	
nonan	Var	1.51	0,10	Var	0.99	0,99	Var	2.54	0,67	Var	5.67	0,0008	Var	4.45	0,30
	Yok	3.05		Yok	2.74		Yok	4.86		Yok	1.73		Yok	2.95	
2-kloro toluen	Var	0.21	0,16	Var	0.08	0,00	Var	0.20	0,48	Var	0.49	0,80	Var	0.66	0,69
	Yok	0.48		Yok	0.43		Yok	0.67		Yok	0.38		Yok	0.21	

4.25.3. IV. Dönem Solunum Yolu Hastalıkları ve Alerji Vakalarının UOB'lerle İlişkisinin İstatistiksel olarak İncelenmesi

Dördüncü dönem UOB'ler konsantrasyonları ve hastalık ANOVA testi ile hastalıklar ve UOB'lerin arasında anlamlı fark olup olmadığı belirlenmiştir. Testin sonucuda elde ettiğimiz UOB konsantrasyonları, hastalık ve p-değerleri Çizelge 4-79 ve Çizelge 4-80'da verilmiştir. Çizelge 4-79'a göre ailede astım dışında başka solunum hastalıkları ile etilbenzen, m,p-ksilen ile istatistiksel olarak ilişkisi görülmektedir. Ailede astım hastalığı pozitif olduğu durum ile ortamda ölçülen m,p,o-ksilen ve hekzan arasında istatistiksel olarak ilişki görülmektedir.

Egzama ve atopik dermatit ile benzen arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu tespit edilmiştir. Naftalin ile hırıltı solunum arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu Çizelge4-80'de gösterilmiştir.

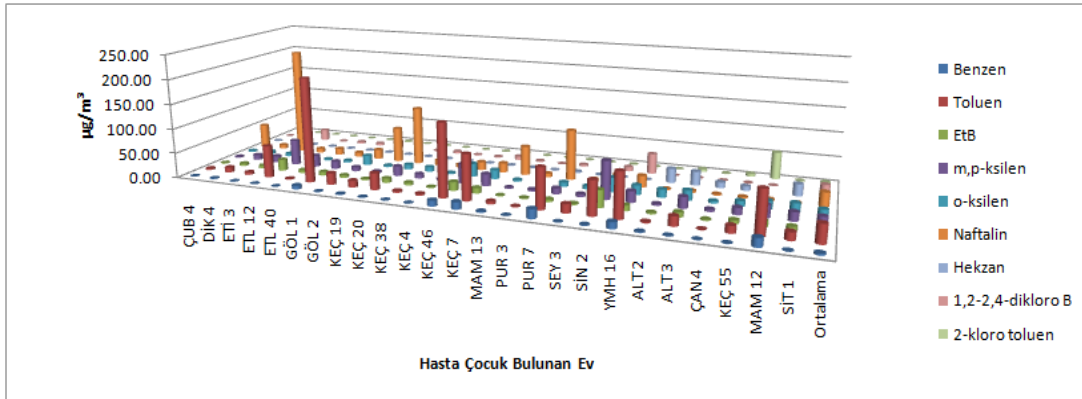
Çizelge 4-79 IV. Dönem UOB'ler ve solunum yolu hastalıkların istatistiksel olarak karşılaştırılması

IV. Dönem	Hastalık											
	UOB	Astım	µg/m ³	p-değeri	Ailede Astım	µg/m ³	p-değeri	Bronşit	µg/m ³	p-değeri	Hırıltılı solunum	µg/m ³
Benzen	Var	3.54	0,91	Var	6.79	0,0807	Var	10.34	0,0981	Var	3.95	0,067
	Yok	6.14		Yok	2.90		Yok	6.67		Yok	5.73	
Etilbenzen	Var	1.00	0,58	Var	1.82	0,5784	Var	2.06	0,6991	Var	1.43	0,46
	Yok	5.59		Yok	1.56		Yok	4.54		Yok	5.16	
m,p-ksilen	Var	1.94	0,59	Var	10.04	0,5869	Var	0.80	0,3988	Var	4.54	0,38
	Yok	3.45		Yok	10.73		Yok	4.59		Yok	11.97	
o-ksilen	Var	3.16	0,87	Var	8.81	0,7744	Var	4.37	0,2176	Var	6.51	0,48
	Yok	5.37		Yok	6.77		Yok	10.03		Yok	7.89	
Naftalin	Var	107.12	0,07	Var	75.52	0,8446	Var	63.85	0,9845	Var	81.76	0,035
	Yok	17.96		Yok	49.56		Yok	61.22		Yok	43.32	
Hekzan	Var	0.69	0,73	Var	0.75	0,3759	Var	0.70	0,5736	Var	0.72	0,94
	Yok	0.79		Yok	0.73		Yok	0.77		Yok	0.76	

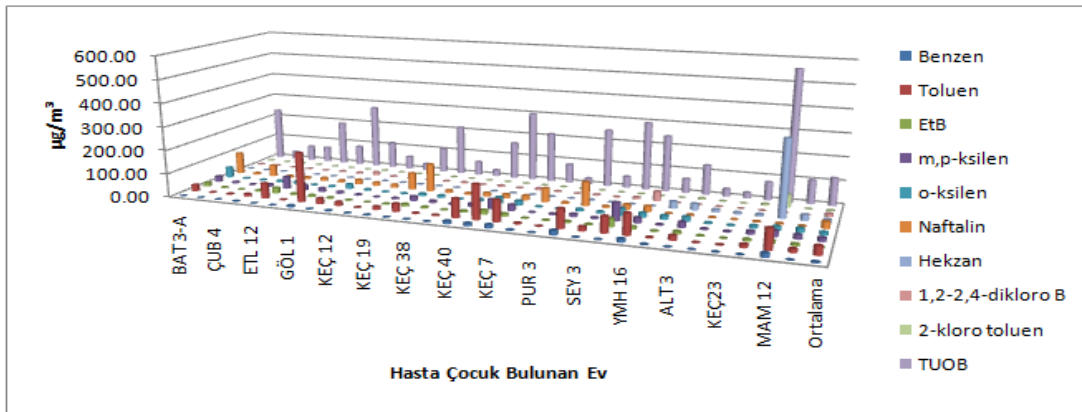
Çizelge 4-80 IV. Dönem UOB'ler ve alerji hastalıklarının istatistiksel olarak karşılaştırılması

IV. Dönem	Hastalık														
	UOB	Öksürük	µg/m ³	p-değeri	Alerji	µg/m ³	p-değeri	Egzema	µg/m ³	p-değeri	Döküntü	µg/m ³	p-değeri	Atopik dermatit	µg/m ³
Benzen	Var	3.88	0,79	Var	2.02	0,45	Var	5.77	0,034	Var	9.21	0,13	Var	4.15	0,0001
	Yok	5.80		Yok	7.67		Yok	3.91		Yok	0.48		Yok	5.53	
Etilbenzen	Var	1.59	0,65	Var	0.42	0,41	Var	0.36	0,69	Var	0.05	0,93	Var	2.36	0,99
	Yok	1.80		Yok	7.24		Yok	3.02		Yok	3.34		Yok	1.03	
m,p-ksilen	Var	3.85	0,65	Var	0.18	0,31	Var	7.11	0,79	Var	6.58	0,82	Var	5.09	0,83
	Yok	1.54		Yok	10.82		Yok	9.85		Yok	10.39		Yok	5.91	
o-ksilen	Var	5.72	0,83	Var	0.98	0,49	Var	3.54	0,49	Var	3.11	0,83	Var	6.82	0,59
	Yok	5.30		Yok	7.55		Yok	7.48		Yok	7.91		Yok	8.75	
Naftalin	Var	63.72	0,51	Var	53.12	0,51	Var	53.91	0,39	Var	55.41	0,290	Var	80.70	0,41
	Yok	61.36		Yok	71.96		Yok	71.17		Yok	69.67		Yok	44.38	
Hekzan	Var	0.82	0,69	Var	0.73	0,93	Var	0.71	0,98	Var	0.74	0,45	Var	0.72	0,72
	Yok	0.825		Yok	0.75		Yok	0.77		Yok	0.74		Yok	0.76	

İkinci dönem hastalık kontrolünde üst solunum yolu hastalığı ve astım bulunan evlerde UOB'lerin karşılaştırılması yapılmıştır (Şekil 4-98). Hastalık belirtisi gösteren çocukların yaşadığı evlerde bir ve ya bir kaç uçucu organik maddenin konsantrasyonu ortalama değerlerin üzerinde bulunmuştur. Bu hastalıkların UOB'lerle ilişkili olduğu söylenebilir ancak örneklerin az olması ve sabit deney koşulları oluşturulmadığı için hangi organik maddenin hangi hastalığa neden olduğunu söylemek mümkün değildir. Aynı şekilde alerji, egzema, atopik dermatit ve döküntü bulunan evlerde yapılan karşılaştırılması benzer sonuçlar vermektedir (Şekil 4-99).



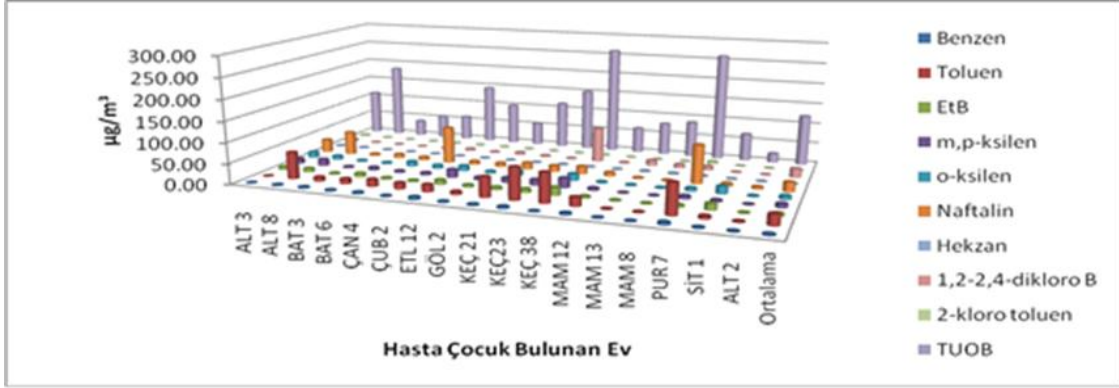
Şekil 4-98 II.Dönem üst solunum yolu hastalığı ve astım bulunan evlerde UOB'lerin konsantrasyonlarıyla karşılaştırılması



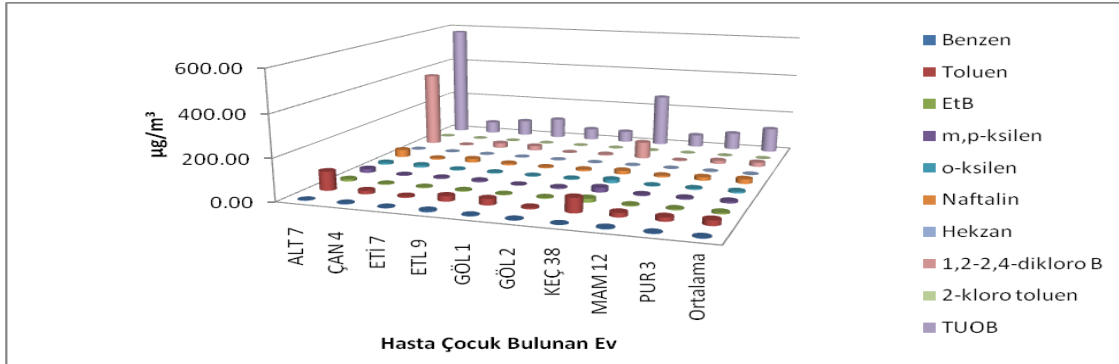
Şekil 4-99 II.Dönem alerji, egzema, atopik dermatit ve döküntü bulunan evlerde UOB'lerin konsantrasyonlarıyla karşılaştırılması

Üçüncü dönem UOB'lerin konsantrasyonlarının azaldığı gözlenmiştir. Bunun nedeni yaz dönemi olması ve alınan eşyaların eskimesine bağlı olarak saldıkları uçucu organik bileşiklerin azalmasıdır, buda organik maddeye bağlı hastalık sayısında azalmaya neden olmaktadır. Buna ek olarak bu dönemde hastalıkların teşhis edilmesi ve tedavilerinin başlaması da hasta sayısının azalmasında önemli

bir etkindir. Öte yandan hala hasta bulunan evlerde en az bir UOB'in konsantrasyonu ortalamanın üzerinde görülmüştür (şekil 4-100, 4-101).

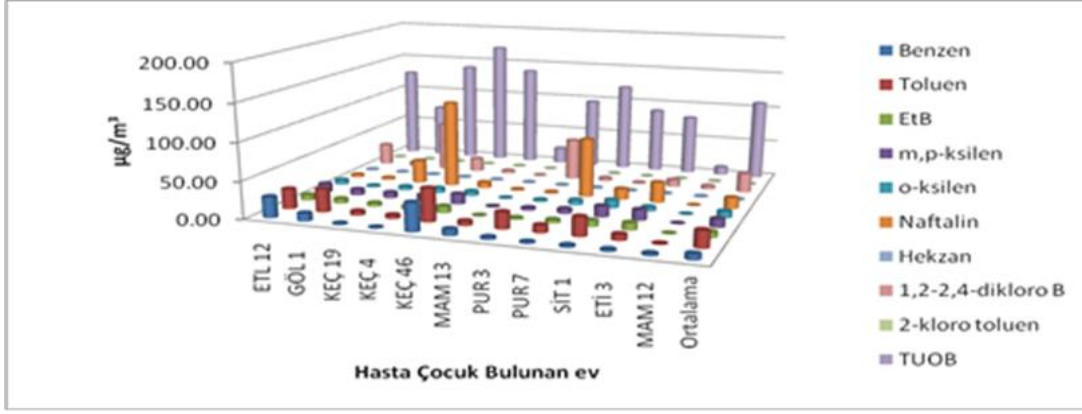


Şekil 4-100 III.Dönem üst solunum yolu hastalığı ve astım bulunan evlerde UOB'lerin konsantrasyonlarıyla karşılaştırılması

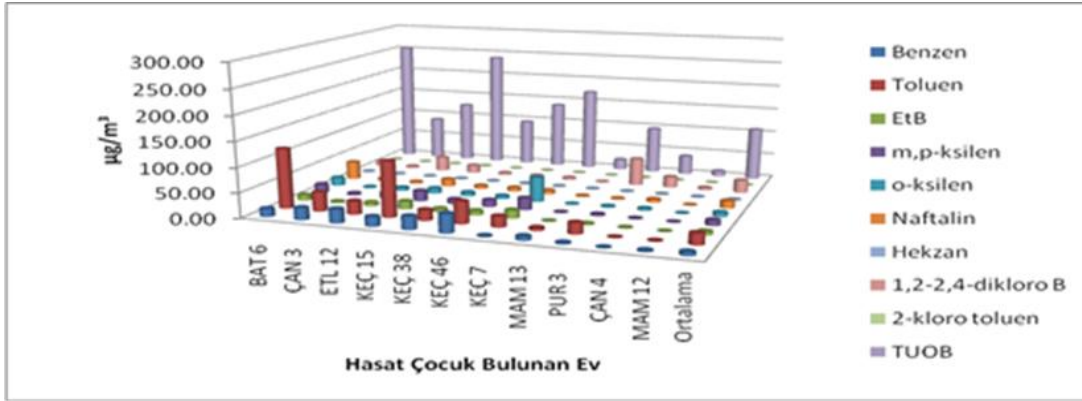


Şekil 4-101 III.Dönem alerji, egzema, atopik dermatit ve döküntü bulunan evlerde UOB'lerin konsantrasyonlarıyla karşılaştırılması

Dördüncü dönem sonuçlarına göre UOB'lerin konsantrasyonlarının önceki dönemlere göre azaldığı gözlenmiştir. Toplam hastalık sayısında azalma olduğu ancak bazı hastaların ev koşullarının iyileşmesine rağmen hastalığın devam ettiği gözlenmektedir. MAM 12 kodlu evde ikinci dönem teşhis konulan alerji durumu UOB'lerin konsantrasyonlarının azalmasına rağmen devam etmektedir. Ayrıca dördüncü dönem bronşit hastalığına yakalanmış ve tedavi edilmiştir. UOB'lerin konsantrasyonu bu evde dördüncü dönemde düşük olduğuna bakılırsa hastalık başka bir etkenden dolayı oluşabilmektedir. Şekil 4-102 ve 103'te UOB'lerin konsantrasyonu ile solunum yolu hastalığı, astım ve egzema, atopik dermatit ve döküntü evlerde karşılaştırılmıştır. ÇAN 4 kodlu evde alerji teşhisi konulmuştur. Bu evde tüm dönemlerde UOB'lerin konsantrasyonları düşük ölçülmüş ve muhtemelen hastalığın nedeni farklı bir etkindir.



Şekil 4-102 IV.Dönem üst solunum yolu hastalığı ve astım bulunan evlerde UOB'lerin konsantrasyonlarıyla karşılaştırılması



Şekil 4-103 IV.Dönem alerji, egzema, atopik dermatit ve döküntü bulunan evlerde UOB'lerin konsantrasyonlarıyla karşılaştırılması

4.25.4. Tüm Örnekleme Dönemlerinde elde edilen Ölçüm Sonuçları ile Hastalıklar Arasındaki İlişki

Dört dönem boyunca ölçülen UOB'ler ile 2 yaşına gelen çocuklarda gözlenen bazı hastalıklar arasındaki ilişki ANOVA testi ile karşılaştırılmıştır (Çizelge 4-81). İnceleme için seçilen hastalıklar, doktor tanısı ile kesinleşmiş astım (toplam 3 çocukta gözlenmiştir), alerji (toplam 3 çocukta kesinleşmiştir), atopik dermatit (toplam 17 çocukta gözlenmiştir), bronşit (toplam 7 çocukta gözlenmiştir), ve bronşiolit (toplam 23 çocukta gözlenmiştir). Uygulanan test sonucunda, astım tanısı konmuş çocukların evlerinde yapılan periyodik ölçümler karşılaştırıldığında, astımlı çocukların soluduğu ortam havasındaki hekzan, diğer evlerden yaklaşık 10 kat daha yüksek olarak gözlenmiştir. Hekzan'ın solunması durumunda neropatik hastalıklara neden olduğu bilinse de literatürde çocukluk döneminde gözlenen astım ile ilişkisi hakkında herhangi bir bilgi mevcut değildir [143]. Astımlı çocukların

evlerinde hekzan dışında n-propilbenzen ve 2- kloro toluen konsantrasyonlarında 3-5 kat daha yüksek gözlenmiştir. Çeşitli ülkelerde gerçekleştirilen çalışmalarda, düşük dozda uzun süreli UOB'lere (özellikle benzen ve toluen) maruz kalınması durumunda astım hastalığının arttığına yönelik pek çok çalışma bulunmaktadır [56, 57, 147].

Alerji gözlenen bazı evlerde aynı zamanda çocuklar astım hastasıdır. Doktor tarafından alerji tanısı konmuş çocukların evlerinde gözlenen 2-kloro toluen ve hekzan konsantrasyonları, diğer evlere göre 5-10 kat daha yüksek olarak tespit edilmiştir. Atopik dermatit alerjik hastalıklar grubundan olan bir hastalıktır. Orta ve ağır şiddette atopik dermatitli çocukların %40'ından fazlasında bir alerji vardır. Atopik dermatitin ağırlığı arttıkça alerji riskide artmaktadır. Çalışmaya katılan çocukların 17 sinde (3'ü zaten alerjiye sahip çocuklardır) atopik dermatit gözlenmiştir. Bu çocukların evlerinde yapılan ölçümlerde benzene, toluene ve m,p-ksilen konsantrasyonları diğer evlere göre istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek gözlenmiştir.

Hasta olan çocukların evlerin koşullarına bakıldığında ortak özellikleri ana caddeye yakınlık, evin içinde birden fazla kişinin sigara içmesi, ısıtma sistemi odun ve kömür soba olması ve yer kaplama tipi lamine parke olduğu görülmüştür.

Bronşit, büyük bronşları, yani soluk borusundan dallanarak akciğerlere yayılan hava borularını örten mukoza dokusunun akut ya da kronik iltihabıdır. İltihap bronşiyol denen küçük bronşlarda oluşursa bronşiolit adıyla anılır. Bronşit ve bronşiolit tanısı konmuş çocukların evlerinde gözlenen benzen ve n-propilbenzen seviyeleri diğer evlere göre istatistiksel olarak daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Fareler üzerinde yapılan çalışmalarda alkilbenzenlerin (toluen, etillbenzen, n-propilbenzen, p-tert-butiltoluen, vb.) solunum yolu irritasyonuna neden olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4-81) [148].

Çizelge 4-81 İç ortam UOB Konsantrasyonları ile Çocuk Hastalıkları Arasındaki İlişki

Hastalık	Parametre	Ortalama Konsantrasyon ($\mu\text{g m}^{-3}$)		Anlamlılık Düzeyi p-değeri
Astım	Hekzan	Var	38,63	0,0003
		Yok	3,38	
	n-propilbenzen	Var	7,04	0,01
		Yok	3,09	
	2-klorotoluen	Var	6,95	0,003
		Yok	1,09	
Alerji	2-klorotoluen	Var	6,33	0,009
		Yok	1,12	
	Hekzan	Var	38,22	0,0004
		Yok	3,39	
Bronşit ve Bronşiolit	Benzen	Var	4,62	0,004
		Yok	3,79	
	n-propilbenzen	Var	4,73	0,01
		Yok	2,85	
Atopik Dermatit	Benzen	Var	5,66	0,04
		Yok	4,08	
	Toluen	Var	36,61	0,03
		Yok	24,50	
	m,pksilen	Var	14,09	0,04
		Yok	10,5	

Kore'nin Seul şehrinde yapılan araştırmada astım hastalığı olan ve olmayan çocukların iç ortamda UOB'lerin konsantrasyonlarını ölçmüştür (Çizelge 4-82)[149]. Bu değerler tez çalışması ile kıyaslanmıştır. Ankarada yapılan çalışmaya göre benzen, toluen, m,p,o-ksilen ve hekzanın konsantrasyonları astım olan çocukların evlerinde yüksek ölçülmüştür (Çizelge4-82). Özellikle hekzan astım olan çocukların evlerinde yüksek değerde ölçülmüş ve istatistiksel olarak astım ile anlamlı ilişkisi görülmüştür(Çizelge 4-82). Korede yapılan araştırmanın sonucu UOB'lerin konsantrasyonları yüksek ölçülmüş ama yalnız bazıları ile astım arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunmuştur. Bunun anlamı UOB'ler dışında astım başka nedenlerden dolayı oluşabilir[150, 151].

Çizelge 4-82 İç ortamda UOB'lerin düzeyi ile astım hastalığının karşılaştırılması

UOB	Seul 2011	Seul 2011	Bu Çalışma	Bu Çalışma
	Astım olan çocukların evleri	Astım olmayan çocukların evleri	Astım olan çocukların evleri	Astım olmayan çocukların evleri
Benzen	2,8	1,7	4,9	3,9
Toluen	46,1	37,0	42,3	30,3
m,p-ksilen	13,8	13,3	10,5	10,2
o-ksilen	3,1	2,4	7,6	7,3
hekzan	5,1	3,9	38,6	3,4

5. GENEL SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1. Genel sonuçlar

Bu çalışmanın sonucunda vakitlerinin büyük bir kısmını ev ortamında geçiren 0-2 yaş dönemi çocukların kapalı ortamlarda maruz kaldıkları hava kirliliği seviyesinin belirlenmiştir. UOB'lerin ortalama değerlerine göre, bebek odasında ölçülen en yüksek konsantrasyonlar, benzen, toluen, 1,2+1,4-diklorobenzen, oturma odasında ölçülen en yüksek konsantrasyonlar TUOB, n-butilbenzen, naftalin ve oktana ve oturma-bebek odasındaki en yüksek konsantrasyon ise hekzana aittir.

Altta her örneklem dönemi için elde edilen sonuçların kısa değerlendirmesi verilmiştir.

I. Örnekleme Dönemi: İlkbahar-Yaz Örnekleme dönemi grubundaki bebeklerin büyük bir kısmı henüz doğmamışken gerçekleştirilmiştir. Toluen, naftalin ve m,p-kesilen tüm ortamlarda en yüksek konsantrasyona sahiptir.

Birinci dönemde alınan örneklerdeki en yüksek kirlenici konsantrasyonları dış ortamda toluen, oturma odalarında toluen, naftalin ve m,p-kesilendir. Benzer olarak bebek odalarında da en yüksek konsantrasyonlar naftalin, toluen ve m,p-kesilen, bebek-oturma odası aynı olanlarda en yüksek konsantrasyonlar naftalin ve toluen bileşiklerine aittir.

II. Örnekleme Dönemi: Sonbahar-Kış Örnekleme döneminde bebekler doğmuş ve 3-6 aylık oldukları zamanda gerçekleştirilmiştir. Bu dönemde toluen ve naftalin tüm mekanlarda en yüksek konsantrasyona sahiptir.

En yüksek konsantrasyonda ölçülen bileşikler; dış ortamda toluen, oturma odalarında naftalin ve toluen, bebek odasında benzer olarak naftalin ve toluen ve bebek-oturma odasında da toluen ve naftalindir

III. Örnekleme Dönemi: İlkbahar-Yaz örnekleme döneminde en yüksek kirlenici konsantrasyonları, dış ortamda; 1,2+1,4-dikloro benzen, oturma odalarında; 1,2+1,4-dikloro benzen ve naftalin, bebek odalarında; 1,2+1,4-dikloro benzen, naftalin ve bebek-oturma odalarında naftalin ölçülmüştür.

IV. Örnekleme Dönemi: Sonbahar-Kış mevsiminde yapılan örneklemede dış ortamda ölçülen en yüksek kirletici konsantrasyonu, toluen, İç ortam mekanlarına bakıldığında, oturma odalarında; 1,2+1,4-dikloro benzen ve naftalin, bebek odalarında; 1,2+1,4-dikloro benzen ve naftalin, bebek-oturma odalarında; naftalin ve 1,2+1,4-dikloro benzen en yüksek konsantrasyonlarda ölçülmüştür.

5.1.1. Mevsimsel Değişim

Dört dönem boyunca farklı mevsimlerde yapılan UOB örnekleme çalışması sonucunda;

İlkbahar-Yaz döneminde bebek odasında en yüksek UOB'ler toluen, m,p,o-ksilen ve 1,2-1,4-diklorobenzen konsantrasyonları, oturma odasında, en yüksek naftalin ve etilbenzen konsantrasyonu ölçülmüştür. Dış ortamda en yüksek değerlerde ölçülen kirleticiler toluen, naftalin, m,p-ksilen ve 1,2-1,4-diklorobenzendir.

Sonbahar-Kış döneminde iç mekaların karşılaştırılması sonucu bebek odasında; toluen ve benzen yüksek konsantrasyona sahiptirler. Oturma odasında m,p,o-ksilen, naftalin ve 1,2-1,4-dikloro benzenin konsantrasyonu yüksektir. Bebek-oturma odası aynı olan evlerde toluen ve hekzan yüksek değerlerde görülmektedir.

UOB'ler için elde edilen derişim değerlerinin kış aylarında yüksek ve yaz aylarına doğru azaldığı görülmüştür. Yaz aylarında karışım yüksekliğinin kış aylarına oranla daha yüksek olması, atmosferde gerçekleşen fotokimyasal reaksiyonlar ve kışa oranla trafik yoğunluğunun nispeten azalması yaz döneminde UOB konsantrasyonların azalması sebebi olarak açıklanabilir. Yaz döneminde iç ortamlarda havalandırma yapıldığı sonucu UOB seviyelerinin giderimi üzerinde etkili bir mekanizma olduğu yorumunu yapmak mümkündür.

Bebeklerin doğum öncesi dönemde (I.dönem) en düşük TUOB değerleri gözlenmiş, en yüksek değerler ise bebeklerin 3-6 ay arasında oldukları kış mevsiminde (II. dönem) gözlenmiştir. Bunun nedeni havaların soğumasıyla birlikte evlerde havalandırmanın en az düzeyde gerçekleştirilmesi, ısıtma kaynaklarının kullanılması ve temizlik malzemeleri ve dezenfektan kullanım sıklığı düşünülmektedir.

5.1.2. UOB'lerin iç ortamdaki kaynakları

Anket çalışmaları kapsamında; benzen konsantrasyonu evde yaşayan kişi sayısı, Toluen miktarı duvarlarda kullanılan yağlı boya türü, etilbenzen evin bulunduğu kat, m,p,o-ksilen miktarı evin bulunduğu kat, konut ısıtma türleri doğal gazlı merkezi sistem kullanılan evlerde, yer kaplama tipi marley, PVC ve boydan boya halı olan evlerde, duvarlarda kullanılan yağlı boya türü konsantrasyonları yüksek ve istatistiksel olarak bu faktörlerle bahsi geçen UOB'lerin arasında anlamlı fark olduğu görülmüştür.

Stiren konsantrasyonu evin bulunduğu kat, konut ısıtma türleri doğal gazlı merkezi sistem kullanılan evlerde, yer kaplama tipi marley, PVC ve boydan boya halı olan evlerde ve mutfakta yemek pişirmek için kullanılan yakıt kaynağı tüp gaz olan evlerde, n-butilbenzen miktarı mutfakta pişirmek için kullanılan yakıt kaynağı doğal gaz olan evlerde, konut ısıtma türü doğal gaz kaynaklı sobalar, yer kaplama tipi marley, PVC ve boydan boya halı olan evlerde ve duvarlarda kullanılan yağlı boya türü ile istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu ve bu durumlarda konsantrasyonları yüksek ölçülmüştür.

Hekzan konsantrasyonu evlerin ana caddeye yakınlığı, evin katı, mutfakta yemek pişirmek için kullanılan yakıt kaynağı tüp gaz olan evlerde, konut ısıtma türleri doğal gazlı merkezi sistem kullanılan evlerde, yer kaplama tipi marley, PVC ve boydan boya halı olan evlerde ve yeni eşya alımı, Oktan miktarı evde yaşayan kişi sayısının 3 kişiden fazla olan evlerde, evin katı, mutfakta pişirmek için kullanılan yakıt türü kömür, odun veya elektrik olanlar, konut ısıtma türü kömür veya odun kaynaklı sobalar, yer kaplama tipi lamine parke, duvarlarda kullanılan plastik boya türü, örnekleme sırasında camların açık olduğu, evin yeni boyanması, yeni eşya alınması ve nonan miktarı evin katı, mutfakta pişirmek için kullanılan yakıt türü kömür, odun veya elektrik olanlar, konut ısıtma türü kömür veya odun kaynaklı sobalar, yer kaplama tipi lamine parke, duvarlarda kullanılan plastik boya türü, örnekleme sırasında camların açık olduğu, evin yeni boyanması ile anova testi sonucu istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu görülmüştür. Hekzan, oktan ve nonanın konsantrasyonları yukarıda bahsi geçen ev koşullarında yüksek ölçülmüştür.

Naftalin konsantrasyonu mutfakta pişirmek için kullanılan yakıt türü kömür, odun veya elektrik olan evler, konut ısıtma türü kömür veya odun kaynaklı sobalar, yer

kaplama tipi lamine parke ve duvarlarda kullanılan plastik boya türü, 1,2+1,4-dikloro benzen miktarı yeni eşya ve 2-klorotoluen miktarı evin katı, mutfakta pişirmek için kullanılan yakıt türü tüp gazı, TUOB konsantrasyonu ise evin katı, mutfakta pişirmek için kullanılan yakıt türü tüp gazı etkilenmektedir.

Benzen, toluene ve ksilen'inin üç isomeri, petrolde en yaygın bulunan aromatic hidrokarbon bileşikleridir [131]. Etilbenzen ve m,p,o ksilen bileşiklerinin iç ortam içindeki ana kaynakları temizlik ürünleri ve boyalardır [75, 133-135]. Oktan ve nonan gibi alkan grubu hidrokarbonların iç ortamdaki ana kaynakları temizlik maddelerinde kullanılan solventler, trafik, boya incelticilerin kullanılmasıdır [131].

5.1.3. Risk Analizi

Solunuma bağlı risk analizi bebekler ve anneler için hesaplanmıştır. Benzen ve stiren için iç ortamda solunuma bağlı risk analizi hesaplanmış, bebekler için benzen ve stirenin solunuma bağlı risk analizinde iç ortamda, %77'si C (mümkün risk) sınıfı ve %96'sı D sınıfında (kanserojen olmayan), anneler için iç ortamda benzen ve stirenin solunuma bağlı risk analizinde %72'si B sınıfı (muhtemel risk) ve %51'i C sınıfında (mümkün risk) yer almaktadır.

Bu çalışmada kanser riski benzen, etilbenzen, naftalin ve 2+1,4-dikloro benzen hesaplanmıştır. Benzen iç ve dış ortamda B sınıfında, etilbenzen iç ortamda B sınıfında ve dış ortamda C sınıfında, naftalin iç ve dış ortamlarda A sınıfında, 1,2+1,4-dikloro benzen iç ortamlarda A sınıfında ve dış ortamda B sınıfında yer almaktadır.

Tehlike sınırın hesaplama yöntemiyle UOB'lere maruz kalan bireylerde insan sağlığını etkileyen kanser olmayan risk konsantrasyonu tahmin edilmektedir. Naftalinin tehlikeli sınır değeri 1'den büyük olduğundan tüm iç ve dış mekanlarda zararlı seviyede bulunmuştur. Diğer maddeler kabul edilebilir seviyede bulunmuştur.

5.1.4. Bebeklerin sağlık durumları ile UOB

Dört dönem boyunca ölçülen UOB'ler ile 2 yaşına gelen çocuklarda gözlenen bazı hastalıklar arasındaki ilişki ANOVA testi ile karşılaştırılmıştır. Bebeklerin Sağlık Durumu ile UOB'lerin ilişkisinin incelenmesi sonucu üst solunum yolu hastalığı ve astım belirtisi gösteren çocukların yaşadığı evlerde bir veya bir kaç uçucu organik maddenin konsantrasyonu ortalama değerlerin üzerinde bulunmuştur. Bu

hastalıkların UOB'lerle ilişkili olduğu söylenebilir ancak sabit ortam koşulları oluşturulmadığı için hangi organik maddenin hangi hastalığa neden olduğunu söylemek mümkün değildir. Aynı şekilde alerji, egzema, atopik dermatit ve döküntü bulunan evlerde yapılan karşılaştırılma benzer sonuçlar vermektedir. İnceleme için seçilen hastalıklar, doktor tanısı ile kesinleşmiş astım toplam 3 çocukta, alerji toplam 3 çocukta, atopik dermatit toplam 17 çocukta, bronşit ve bronşiyolit toplam 30 çocukta gözlenmiştir. Astımlı çocukların evlerinde hekzan, n-propilbenzen ve 2-kloro toluen konsantrasyonları da 3-5 kat daha yüksek gözlenmiştir. Doktor tarafından alerji tanısı konmuş çocukların evlerinde gözlenen 2-kloro toluen ve hekzan konsantrasyonları, diğer evlere göre 5-10 kat daha yüksek olarak tespit edilmiştir. Çalışmaya katılan çocukların 17 tanesinde 3'ü alerjiye sahip ve atopik dermatit gözlenmiştir. Bu çocukların evlerinde yapılan ölçümlerde benzene, toluene ve m,p-ksilen konsantrasyonları diğer evlere göre istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek gözlenmiştir.

Bronşit ve bronşiyolit tanısı konmuş çocukların evlerinde gözlenen benzen ve n-propilbenzen seviyeleri diğer evlere göre istatistiksel olarak daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

5.2. Öneriler

İç ortam havasında seviyeleri ve sağlık etkileri belirlenen kirleticilerin giderilmesi/miktarının azaltılması amacıyla; öncelikle kirleticilerin kaynakları, kullanım amaçları gibi koşullar incelenecek; kirletici yaydığı halde kullanımı kaçınılmaz olan/alternatifi olmayan kaynakların, kirleticiyi ürettikten sonra giderilmesini sağlayacak yöntemler araştırılacaktır. Sağlık etkilerinin giderilmesine ve/veya azaltılmasına yönelik öneriler geliştirilecektir. Bu çalışmada oluşan değerler gelecekte yapılan çalışmalarda referans değerleri olarak kullanılabilir. Çalışmanın devamında daha büyük bir örnekleme çalışarak bu çalışmada muhtemel sonuçlar olarak verilen sonuçlar kesinleştirilebilir. Kirleticilere uzun süre maruz kalan bireyler ve bu kirleticilere maruz kalmayan benzer cinsiyet ve yaş gruplarında kirleticilere bağlı kronik zehirlenmeler saptanabilir ve alınacak önlemler incelenebilir. Çalışma daha uzun bir süre ve değişik kirlilik parametreleri farklı olan şehirlerde yürütülerek kirleticilerin etkileri daha detaylı bir şekilde incelenebilir.

Üst solunum yolu hastalıkları kaynaklarının belirlenmesi için çocukları hasta olanlar ve hasta olmayanlar olarak iki gruba ayırarak, kişisel örnekleme pompalarıyla örnekleme yapılırsa daha iyi sonuçlar alınabilir.

5.2.1. İç Ortam Hava Kalitesini Artırmak İçin Uygulanacak Stratejiler

Kirletici kaynaklarının tespit edilmesi ve ortamdan uzaklaştırılması ve ya azaltılması ve iç ortamın havalandırılması kirletici konsantrasyonlarının azalmasında etkin bir yoldur.

Kirleticinin tamamen ortadan kaldırılması her zaman mümkün olmayabilir. Doğal havalandırma hava koşullarına göre değişmekte ve bu nedenle havalandırmayı her zaman kontrol etmek mümkün olamamaktadır.

İç ortam hava kirliliğinin azaltılmasında en önemli konu, toplumsal bilincin artırılması, iç ortam hava kalitesi standartlarının oluşturulması ve bu standartlara uyulmasını sağlamak önemli bir basamaktır.

Çevresel sigara dumanı: Çevresel sigara dumanı ile karşılaşmayı azaltmak için alınabilecek önlemlerden biri ebeveynlerin ev ya da araba içi gibi çocukların daha yoğun dumana maruz kalabilecekleri yerlerde kesinlikle sigara içmemeleri konusunda bilgilendirilmeleridir [152].

Bina yapımı: Bina yapımında uluslararası standartlara uyum, iç ortam hava kirliliğinin önlenmesinde önemli basamaklardan birini oluşturmaktadır.

Bina-içi ve dekorasyon malzemeleri: Yapı malzemeleri az uçucu organik madde salıverenlerden seçilmeli ve teşvik edilmelidir. Özellikle parke ve muşamba gibi yer döşemelerinin yapıştırıcı kullanılmadan döşenmesi veya alternatif olarak yerine seramik veya mermer taşı kullanması UOB'lere maruz kalmayı azaltacaktır.

İç ortamların havalandırması: Şehir merkezlerinde gerek dış hava kaynaklı (özellikle trafik) uçucu organik bileşiklere maruziyeti azaltmak gerekse yaz günlerinde dış havada atmosfer kimyası reaksiyonları sonucu oluşan ozon maruziyetini azaltmak amacıyla belirli saatlerde dışarıdan içeriye giren hava miktarını en aza indirmek gerekmektedir. Ankara'da kış aylarında görüldüğü gibi, özellikle sabah saatlerinde dış ortam hava kalitesi kötüleşebilmektedir. Bu durumda, dış ortamdan kaynaklanan kirleticiler iç ortama girebilmekte, sağlık sorunlarına yol açabilmektedir.

havalandırma mekanik veya doğal yolu ile yapılabilmektedir. İç ortam havasının değişmesi için en az günde iki kez 15'er dakika boyunca camların açılması gerekmektedir. Dış ortamdaki sıcaklık düştükçe, ısı kaybının önlenmesi için havalandırma sıklığı azaltılmaktadır. Oysa iç ortamların havalandırma gereksinimleri, dış ortam sıcaklığına bağlı olarak değil, barındırdığı insan sayısı ve iç ortamdaki aktiviteler ile orantılı olarak yapılmalıdır.

Kimyasal Emisyonların Azaltılması: İç ortamlarda kullanılan temizlik malzemeleri, oda kokuları gibi pek çok farklı malzeme kimyasal madde emisyonları oluşturmaktadır. Bu kimyasalların büyük bir kısmı tehlikeli (toksik, reaktif, paslandırıcı, parlayıcı veya patlayıcı) kimyasal sınıfına girmektedir. Evlerde hijyen sebebiyle sık temizlik yapılan ortamlarda, kullanılan temizlik malzemelerinden kaynaklanan kimyasal emisyonlar yüksek seviyelere ulaşabilmektedir. Bu maddelerin yerine çevre dostu tepenoid esaslı malzemeleri veya doğal maddeler örneğin sirke, karbonat gibi kullanmak gerekmektedir.

Oda deodorantlarının: Çoğu hiçbir şekilde havadaki kötü kokuları yok etmez. Bazıları burun yollarını yağlı bir tabakayla kaplayıp insanın koku alma duyusunu engelleyen bir kimyasal yayar. Oda deodorantlarında bulunan kimyasal maddelerden bazıları naftalin, fenol, kresol, etanol, ksilen ve formaldehit'tir. Mümkün olduğu sürece bu ürünlerin kullanılmaması gerekmektedir.

Boya: Boya seçiminde su bazlı boyalar tercihi, yapıştırıcı malzemelerin azehirli madde içermediğine dair sertifikası olan ürünler tercih etmelidir.

Yukarıda bahsedilen tüm kirletici kaynakları olan ürünleri kullanmamak veya bilinçli davranmak, iç ortamı havalandırmak yaratacağı sağlık etkilerini önemli ölçüde azaltacaktır.

6. KAYNAKLAR

- [1] World Health Organization, R. O. F. E., *Indoor air quality research: Copenhagen*, World Health Organization **1984**.
- [2] Jacobson, M. Z., *Atmospheric Pollution, History, Science, and Regulation: Cambridge University Press*, **2002**.
- [3] Güllü, G., Arısoy, A., Taner, O., Kuntasal, O., Menteşe, S., and Güner, E. D., "İç ortam havasında biyoaerosol seviyesinin tespiti ve giderim yollarının belirlenmesi.," TUBİTAK, Ankara Türkiye, proje raporu 106Y185, **2008**.
- [4] Pekey, H. and Arslanbaş, D., "The Relationship Between Indoor, Outdoor and Personal VOC Concentrations in Homes, Offices and Schools in the Metropolitan Region of Kocaeli, Turkey," *Water, Air, and Soil Pollution*, vol. 191, pp. 113-129, **2008**.
- [5] Harrison R.M., Smith D.J.T., and Luhana L., "Source apportionment of atmospheric polycyclic aromatic hydrocarbons collected from an urban location in Birmingham U.K.," *Environmental Science and Technology*, vol. 30, pp. 825-832, **1996**.
- [6] Ozkutuk, A., Ceylan, E., Ergor, G., Yucesoy, M., İtil, O., Caymaz, S., *et al.*, "The Relationship between Moulds Isolated from Indoor Air and Features of the House Environment," *Indoor and Built Environment*, vol. 17, pp. 269-273, **2008**.
- [7] Mentese, S. and Güllü, G., "Variations and Sources of Formaldehyde Levels in Residential Indoor Air in Ankara, Turkey," *Indoor and Built Environment*, vol. 15, pp. 273-281, **2006**.
- [8] Cetinkaya, Z., Fidan, F., Unlu, M., Hasenekoglu, I., Tetik, L., and Demirel, R., "Assessment of indoor air fungi in Western-Anatolia, Turkey," *Asian Pacific journal of allergy and immunology*, vol. 23, pp. 87-92, Jun-Sep **2005**.
- [9] Ekmekcioglu, D. and Keskin, S. S., "Characterization of Indoor Air Particulate Matter in Selected Elementary Schools in Istanbul, Turkey," *Indoor and Built Environment*, vol. 16, pp. 169-176, **2007**.
- [10] Vaizoğlu, S. A., Aycan, S., Deveci, M. A., Acer, T., Ba, Bulut, B., *et al.*, "Determining Domestic Formaldehyde Levels in Ankara, Turkey," *Indoor and Built Environment*, vol. 12, pp. 329-336, **2003**.
- [11] Aydogdu, H., "Monitoring of Fungi and Bacteria in the Indoor Air of Primary Schools in Edirne City, Turkey," *Indoor and Built Environment*, vol. 14, pp. 411-425, **2005**.

- [12] Adgate, J. L., Church, T. R., Ryan, A. D., Ramachandran, G., Fredrickson, A. L., Stock, T. H., *et al.*, "Outdoor, indoor, and personal exposure to VOCs in children," *Environ Health Perspect*, vol. 112, pp. 1386-92, Oct **2004**.
- [13] Dodson, R. E., Houseman, E. A., Levy, J. I., Spengler, J. D., Shine, J. P., and Bennett, D. H., "Measured and Modeled Personal Exposures to and Risks from Volatile Organic Compounds," *Environmental Science & Technology*, vol. 41, pp. 8498-8505, **2007**.
- [14] Begerow, J., Jermann, E., Keles, T., Ranft, U., and Dunemann, L., "Passive sampling for volatile organic compounds (VOCs) in air at environmentally relevant concentration levels," *Fresenius' Journal of Analytical Chemistry*, vol. 351, pp. 549-554, **1995**.
- [15] Çobanoğlu, N. and Kiper, N., "Bina içi solunan havada tehlikeler," *Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi*, vol. 49, pp. 71-75, **2006**.
- [16] Spengler, J. D., Samet, J. M., and Mccarthy, J. F., "Indoor Air Quality Handbook," 1 ed: McGraw-Hill Professional, **2001**.
- [17] Wolkoff, P. and Nielsen, G. D., "Organic compounds in indoor air-their relevance for perceived indoor air quality?," *Atmos Environ*, vol. 35, pp. 4407-4417, **2001**.
- [18] Godish, T., *Indoor Environmental Quality*. Boca Raton , New York, Washington D.C: Lewis Publishers, **2001**.
- [19] Malhave, L., "Health Effects of Airborne Dust and Particulate Matter Indoors: A Review of Three Climate Chambers Studies " in *Indoor Environment: Airborne Particles and Settled Dust*, L. Morawska and T. Salthammer, Eds., ed: Wiley, **2003**.
- [20] Jenkins, P. L., Phillips, T. J., Mulberg, E. J., and Hui, S. P., "Activity patterns of Californians: Use of and proximity to indoor pollutant sources," *Atmospheric Environment. Part A. General Topics*, vol. 26, pp. 2141-2148, **1992**.
- [21] Klepeis, N. E., Nelson, W. C., Ott, W. R., Robinson, J. P., Tsang, A. M., Switzer, P., *et al.*, "The National Human Activity Pattern Survey (NHAPS): a resource for assessing exposure to environmental pollutants," *Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology*, vol. 11, pp. 231-252, **2001**.
- [22] Wiley, J. A., Robinson, J. P., Cheng, Y., Piazza, T., Stork, L., and Pladsen, K., "Study of Children's Activity Patterns," Survey Research Center, University of California, Berkeley (ARB Contract No: A-33149) California Air Resources Board Research Note 94-6, april 1994 **1994**.

- [23] Epa, "Terms Of Environment: Glossary Abbreviations And Acronyms," ed. USA: National Service Center for Environmental Publications (NSCEP), , p. 77, **1997**
- [24] Schnelle, K. B. and Brown, C. A., *Air Pollution Control Technology Handbook*: CRC Press, **2001**.
- [25] Boubel, R. W., Fox, D. L., Turner, D. B., and Stern, A. C., *Fundamentals of Air Pollution*, Fourth Edition ed. USA: Elsevier Inc., **2008**.
- [26] Atımtay, A., Bayram, H., Can, A., Çimrin, A. H., Demiral, B., Elçi, M. A., *et al.*, *Türkiye'ni Hava Kirliliği ve İklim Değişikliği Sorunlarına Sağlık Açısından Yaklaşım* vol. Sağlık Bakanlığı Yayın No : 811. Ankara, Türkiye: T.C. SAĞLIK BAKANLIĞI, Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü, **2010**.
- [27] Edwards, P. and Canadian Public Health, A., "Climate change, air pollution and your health," *Can J Public Health*, vol. 92, pp. suppl 1-24 following 200, May-Jun **2001**.
- [28] Isbell, M., Ricker, J., Gordian, M. E., and Duffy, L. K., "Use of biomarkers in an indoor air study: lack of correlation between aromatic VOCs with respective urinary biomarkers," *Sci Total Environ*, vol. 241, pp. 151-9, Oct 29 **1999**.
- [29] Lee, S. C., Li, W. M., and Chan, L. Y., "Indoor air quality at restaurants with different styles of cooking in metropolitan Hong Kong," *Sci Total Environ*, vol. 279, pp. 181-93, Nov 12 **2001**.
- [30] Yu, C. and Crump, D., "A review of the emission of VOCs from polymeric materials used in buildings," *Building and Environment*, vol. 33, pp. 357-374, 11, **1998**.
- [31] Wolkoff, P., Clausen, P. A., Wilkins, C. K., and Nielsen, G. D., "Formation of strong airway irritants in terpene/ozone mixtures," *Indoor Air*, vol. 10, pp. 82-91, Jun **2000**.
- [32] Nazaroff, W. W. and Weschler, C. J., "Cleaning products and air fresheners: exposure to primary and secondary air pollutants," *Atmospheric Environment*, vol. 38, pp. 2841-2865, 6, **2004**.
- [33] Sherriff, A., Farrow, A., Golding, J., and Henderson, J., "Frequent use of chemical household products is associated with persistent wheezing in pre-school age children," *Thorax*, vol. 60, pp. 45-9, Jan **2005**.
- [34] Iso, "ISO 16000-5:2007," in *Indoor air -- Part 5: Sampling strategy for volatile organic compounds (VOCs)*, ed. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization, **2010**.

- [35] Singer, B. C., Destailats, H., Hodgson, A. T., and Nazaroff, W. W., "Cleaning products and air fresheners: emissions and resulting concentrations of glycol ethers and terpenoids," *Indoor Air*, vol. 16, pp. 179-91, Jun **2006**.
- [36] Destailats, H., Lunden, M. M., Singer, B. C., Coleman, B. K., Hodgson, A. T., Weschler, C. J., *et al.*, "Indoor secondary pollutants from household product emissions in the presence of ozone: A bench-scale chamber study," *Environ Sci Technol*, vol. 40, pp. 4421-8, Jul 15 **2006**.
- [37] Singer, B. C., Coleman, B. K., Destailats, H., Hodgson, A. T., Lunden, M. M., Weschler, C. J., *et al.*, "Indoor secondary pollutants from cleaning product and air freshener use in the presence of ozone," *Atmospheric Environment*, vol. 40, pp. 6696-6710, **2006**.
- [38] Wanner, H. U., "Effects of atmospheric pollution on human health," *Experientia*, vol. 49, pp. 754-8, Sep 15 **1993**.
- [39] U.S. Department of Health and Human Services, *The Health Consequences of Involuntary Exposure to Tobacco Smoke*. Atlanta (GA): Centers for Disease Control and Prevention (US), **2006**.
- [40] Howard, G., "Some legal issues relating to passive smoking at the workplace," *Addiction*, vol. 85, pp. 873-882, **1990**.
- [41] Singer, B. C., Hodgson, A. T., and Nazaroff, W. W., "Gas-phase organics in environmental tobacco smoke: 2. Exposure-relevant emission factors and indirect exposures from habitual smoking," *Atmospheric Environment*, vol. 37, pp. 5551-5561, 12, **2003**.
- [42] Ieh, "IEH report on the benzene in the environment.; 1999. (Report R12)." MRC Institute for Environment and Health, Leicester, UK, **1999**.
- [43] Kim, Y. M., Harrad, S., and Harrison, R. M., "Concentrations and sources of VOCs in urban domestic and public microenvironments," *Environ Sci Technol*, vol. 35, pp. 997-1004, Mar 15 **2001**.
- [44] Heavner, D. L., Morgan, W. T., and Ogden, M. W., "Determination of volatile organic compounds and ETS apportionment in 49 homes," *Environment International*, vol. 21, pp. 3-21, **1995**.
- [45] Scherer, G., Ruppert, T., Daube, H., Kossien, I., Riedel, K., Tricker, A. R., *et al.*, "Contribution of tobacco smoke to environmental benzene exposure in Germany," *Environment International*, vol. 21, pp. 779-789, **1995**.
- [46] Wallace, L., "Environmental exposure to benzene: an update," *Environ Health Perspect*, vol. 104 Suppl 6, pp. 1129-36, Dec **1996**.
- [47] Heavner, D. L., Morgan, W. T., and Ogden, M. W., "Determination of volatile organic compounds and respirable suspended particulate matter in

- New Jersey and Pennsylvania homes and workplaces," *Environment International*, vol. 22, pp. 159-183, **1996**.
- [48] World Health Organization. and Tobacco Free Initiative (World Health Organization), *Protection from exposure to second-hand tobacco smoke : policy recommendations*. Geneva, Switzerland: World Health Organization, **2007**.
- [49] Group, G. C., "A cross country comparison of exposure to secondhand smoke among youth," *Tob Control*, vol. 15 Suppl 2, pp. ii4-19, Jun **2006**.
- [50] Hajimiragha, H., Ewers, U., Brockhaus, A., and Boettger, A., "Levels of benzene and other volatile aromatic compounds in the blood of non-smokers and smokers," *Int Arch Occup Environ Health*, vol. 61, pp. 513-8, **1989**.
- [51] Katsoyiannis, A., Leva, P., and Kotzias, D., "VOC and carbonyl emissions from carpets: a comparative study using four types of environmental chambers," *J Hazard Mater*, vol. 152, pp. 669-76, Apr 1 **2008**.
- [52] Liu, X., Mason, M., Krebs, K., and Sparks, L., "Full-scale chamber investigation and simulation of air freshener emissions in the presence of ozone," *Environ Sci Technol*, vol. 38, pp. 2802-12, May 15 **2004**.
- [53] Kara, G. and Aydın, M. E., "Indoor Air Pollutants and Methods of Detection [İç Ortam Hava Kirleticileri ve Tespit Yöntemleri]," *Eur J Basic Med Sci* vol. 1, pp. 39-49, **2011**.
- [54] Herbarth, O., Fritz, G. J., Rehwagen, M., Richter, M., Roder, S., and Schlink, U., "Association between indoor renovation activities and eczema in early childhood," *Int J Hyg Environ Health*, vol. 209, pp. 241-7, May **2006**.
- [55] Farrow, A., Taylor, H., Northstone, K., and Golding, J., "Symptoms of mothers and infants related to total volatile organic compounds in household products," *Arch Environ Health*, vol. 58, pp. 633-41, Oct **2003**.
- [56] Rumchev, K., Spickett, J., Bulsara, M., Phillips, M., and Stick, S., "Association of domestic exposure to volatile organic compounds with asthma in young children," *Thorax*, vol. 59, pp. 746-51, Sep **2004**.
- [57] Franklin, P. J., "Indoor air quality and respiratory health of children," *Paediatric Respiratory Reviews*, vol. 8, pp. 281-286, 12, **2007**.
- [58] Fischer, P. H., Hoek, G., Van Reeuwijk, H., Briggs, D. J., Lebret, E., Van Wijnen, J. H., *et al.*, "Traffic-related differences in outdoor and indoor concentrations of particles and volatile organic compounds in Amsterdam," *Atmospheric Environment*, vol. 34, pp. 3713-3722, **2000**.

- [59] Fabian, M. P., Miller, S. L., Reponen, T., and Hernandez, M. T., "Ambient bioaerosol indices for indoor air quality assessments of flood reclamation," *Journal of Aerosol Science*, vol. 36, pp. 763-783, **2005**.
- [60] Griffin, R. D., *Principles of air quality management*, 2nd ed. Boca Raton, FL: CRC/Taylor & Francis, **2007**.
- [61] Rusznak, C., Bayram, H., Devalia, J. L., and Davies, R. J., "Impact of the environment on allergic lung diseases," *Clin Exp Allergy*, vol. 27 Suppl 1, pp. 26-35, May **1997**.
- [62] Elbir, T., Muezzinoglu, A., and Bayram, A., "Evaluation of some air pollution indicators in Turkey," *Environ Int*, vol. 26, pp. 5-10, Aug **2000**.
- [63] Bayram, H., "Türkiye'de Hava Kirliliği Sorunu: Nedenleri, Alınan Önlemler ve Mevcut Durum," *Toraks Dergisi*, vol. 6, pp. 159-162, **2005**.
- [64] Pande, J. N., Bhatta, N., Biswas, D., Pandey, R. M., Ahluwalia, G., Siddaramaiah, N. H., *et al.*, "Outdoor air pollution and emergency room visits at a hospital in Delhi," *Indian J Chest Dis Allied Sci*, vol. 44, pp. 13-9, Jan-Mar **2002**.
- [65] Chen, B., Hong, C., and Kan, H., "Exposures and health outcomes from outdoor air pollutants in China," *Toxicology*, vol. 198, pp. 291-300, May 20 **2004**.
- [66] Müdürlüğü, T. C. Ç. V. Ş. B.-Ç. Y. G., "Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği," *T.C. Resmi gazetesi*, vol. 26898, 06.06. **2008**.
- [67] Tük. Çevre istatistikleri. Available: <http://www.tuik.gov.tr/Start.do>, 02.07.**2014**.
- [68] Brunekreef, B. and Holgate, S. T., "Air pollution and health," *Lancet*, vol. 360, pp. 1233-42, Oct 19 **2002**.
- [69] Gomzi, M., "Indoor air and respiratory health in preadolescent children," *Atmospheric Environment*, vol. 33, pp. 4081-4086, **1999**.
- [70] Wong, G. W. K., Ko, F. W. S., Lau, T. S., Li, S. T., Hui, D., Pang, S. W., *et al.*, "Temporal relationship between air pollution and hospital admissions for asthmatic children in Hong Kong," *Clinical <html_ent glyph="@amp;" ascii="&"/> Experimental Allergy*, vol. 31, pp. 565-569, **2001**.
- [71] Who, *Indoor air quality : organic pollutants : report on a WHO meeting, Berlin, West, 23-27 August 1987*. Copenhagen: World Health Organization, Regional Office for Europe, **1989**.
- [72] Union, T. E. P. a. T. C. O. T. E., "Directive 2004/42/ce of the european parliament and of the council of 21 april 2004 on the limitation of emissions of volatile organic compounds due to the use of organic

solvents in certain paints and varnishes and vehicle refinishing products and amending directive 1999/13/ec," *Official Journal of the European Union*, vol. 47, pp. 87-96, 30.4.2004 **2004**.

- [73] Epa. *Volatile Organic Compounds (VOCs)-Technical Overview*. Available: <http://www.epa.gov/iaq/voc2.html>, 12.5.2014.
- [74] Bi, X., Sheng, G., Feng, Y., Fu, J., and Xie, J., "Gas- and particulate-phase specific tracer and toxic organic compounds in environmental tobacco smoke," *Chemosphere*, vol. 61, pp. 1512-22, Dec **2005**.
- [75] Epa. *Benzene*. Available: <http://www.epa.gov/ttn/atw/hlthef/benzene.html>, 12.11.2008.
- [76] Lee, C. W., Dai, Y. T., Chien, C. H., and Hsu, D. J., "Characteristics and health impacts of volatile organic compounds in photocopy centers," *Environ Res*, vol. 100, pp. 139-49, Feb **2006**.
- [77] Lee, S.-C., Guo, H., Li, W.-M., and Chan, L.-Y., "Inter-comparison of air pollutant concentrations in different indoor environments in Hong Kong," *Atmospheric Environment*, vol. 36, pp. 1929-1940, **2002**.
- [78] Mentese, S. and Güllü, G., "Organik Bileşiklerin Farklı İç Ortamlardaki Seviyeleri," in *IX. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*, İzmir-Türkiye, pp. 673-679, **2009**.
- [79] Norback, D., Bjornsson, E., Janson, C., Widstrom, J., and Boman, G., "Asthmatic symptoms and volatile organic compounds, formaldehyde, and carbon dioxide in dwellings," *Occup Environ Med*, vol. 52, pp. 388-95, Jun **1995**.
- [80] Hansen, D. J., *The Work environment*. Chelsea, Mich.: Lewis Publishers, **1991**.
- [81] Atsdr. (2013, 10.6.2013). *Toxicological Profiles*. Available: <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/index.asp>, 10.6.2013.
- [82] Rehwagen, M., Schlink, U., and Herbarth, O., "Seasonal cycle of VOCs in apartments," *Indoor Air*, vol. 13, pp. 283-91, Sep **2003**.
- [83] Maroni, M., Seifert, B., and Lindvall, T., *Indoor Air Quality: A Comprehensive Reference Book*: Elsevier Science, **1995**.
- [84] Guo, H. and Murray, F., "Determination of total volatile organic compound emissions from furniture polishes," *Clean Products and Processes*, vol. 3, pp. 0042-0048, **2001**.
- [85] Guo, H., Murray, F., and Wilkinson, S., "Evaluation of total volatile organic compound emissions from adhesives based on chamber tests," *J Air Waste Manag Assoc*, vol. 50, pp. 199-206, Feb **2000**.

- [86] Brown, S. K., "Assessment of pollutant emissions from dry-process photocopiers," *Indoor Air*, vol. 9, pp. 259-67, Dec **1999**.
- [87] Henschel, D. B., Fortmann, R. C., Roache, N. F., and Liu, X., "Variations in the emissions of volatile organic compounds from the toner for a specific photocopier," *J Air Waste Manag Assoc*, vol. 51, pp. 708-17, May **2001**.
- [88] Hetes, R., Moore, M., and Northeim, C., "Office equipment design, indoor air emissions and pollution prevention opportunities," **1995**.
- [89] Wolkoff, P., Wilkins, C. K., Clausen, P. A., and Larsen, K., "Comparison Of Volatile Organic Compounds From Processed Paper And Toners From Office Copiers And Printers: Methods, Emission Rates, And Modeled Concentrations," *Indoor Air*, vol. 3, pp. 113-123, **1993**.
- [90] Baek, S.-O., Kim, Y.-S., and Perry, R., "Indoor air quality in homes, offices and restaurants in Korean urban areas—indoor/outdoor relationships," *Atmospheric Environment*, vol. 31, pp. 529-544, **1997**.
- [91] Gokhale, S., Kohajda, T., and Schlink, U., "Source apportionment of human personal exposure to volatile organic compounds in homes, offices and outdoors by chemical mass balance and genetic algorithm receptor models," *Science of The Total Environment*, vol. 407, pp. 122-138, **2008**.
- [92] Loh, M. M., Houseman, E. A., Gray, G. M., Levy, J. I., Spengler, J. D., and Bennett, D. H., "Measured Concentrations of VOCs in Several Non-Residential Microenvironments in the United States," *Environmental Science & Technology*, vol. 40, pp. 6903-6911, **2006**.
- [93] Gilli, G., Bono, R., and Scursatone, E., "Volatile halogenated hydrocarbons in urban atmosphere and in human blood," *Arch Environ Health*, vol. 45, pp. 101-6, Mar-Apr **1990**.
- [94] Shields, H. C., Fleischer, D. M., and Weschler, C. J., "Comparisons among VOCs Measured in Three Types of U.S. Commercial Buildings with Different Occupant Densities," *Indoor Air*, vol. 6, pp. 2-17, **1996**.
- [95] Berger, F., Jacob, J., Löschau, G., and Wolf, U., "Jahresbericht zur Immissionssituation 2000.," Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologic. Dresden: Sächsisches Druck-Und Verlagshaus AG, **2001**.
- [96] Mohamed, M. F., Kang, D., and Aneja, V. P., "Volatile organic compounds in some urban locations in United States," *Chemosphere*, vol. 47, pp. 863-82, Jun **2002**.
- [97] Cheng, L., Fu, L., Angle, R. P., and Sandhu, H. S., "Seasonal variations of volatile organic compounds in Edmonton, Alberta," *Atmospheric Environment*, vol. 31, pp. 239-246, **1997**.

- [98] Weschler, C. J., "Ozone in indoor environments: concentration and chemistry," *Indoor Air*, vol. 10, pp. 269-88, Dec **2000**.
- [99] Mentese, S., Arisoy, M., Rad, A. Y., and Güllü, G., "Bacteria and Fungi Levels in Various Indoor and Outdoor Environments in Ankara, Turkey," *CLEAN - Soil, Air, Water*, vol. 37, pp. 487-493, **2009**.
- [100] Sofuoğlu, S. C. and Sofuoğlu, A., "İlköğretim okullarında bina-İçİ çevresel kalle: İzmİr çalışması sonularinin değerlendirilmesi," in *10. Ulusal tesİsat mÜhendisliğİ kongresi*, İzmİr-Türkiye, pp. 1751-1766, **2011**.
- [101] Scheepers, P. T. J., Konings, J., Demirel, G., Gaga, E. O., Anzion, R., Peer, P. G. M., *et al.*, "Determination of exposure to benzene, toluene and xylenes in Turkish primary school children by analysis of breath and by environmental passive sampling," *Science of The Total Environment*, vol. 408, pp. 4863-4870, **2010**.
- [102] Dural, E., Mergen, G., İşiner, B., Boran, E., Bacaksız, A., and Söylemezoğlu, T., "Determination of BTEX metabolites in urine and plasma of occupationally exposed workers and non-exposed individuals," *Toxicology Letters*, vol. 205, p. S122, **2011**.
- [103] Odabasi, M., "Halogenated Volatile Organic Compounds from the Use of Chlorine-Bleach-Containing Household Products," *Environmental Science & Technology*, vol. 42, pp. 1445-1451, **2008**.
- [104] Demirel, G., Özden, Ö., Döğeroğlu, T., and Gaga, E. O., "Personal exposure of primary school children to BTEX, NO₂ and ozone in Eskişehir, Turkey: Relationship with indoor/outdoor concentrations and risk assessment," *Science of The Total Environment*, vol. 473-474, pp. 537-548, **2014**.
- [105] Aguilera, I., Sunyer, J., Fernandez-Patier, R., Hoek, G., Aguirre-Alfaro, A., Meliefste, K., *et al.*, "Estimation of outdoor NO(x), NO₂, and BTEX exposure in a cohort of pregnant women using land use regression modeling," *Environ Sci Technol*, vol. 42, pp. 815-21, Feb 1 **2008**.
- [106] Pickett, A. R. and Bell, M. L., "Assessment of Indoor Air Pollution in Homes with Infants," *International Journal of Environmental Research and Public Health*, vol. 8, pp. 4502-4520, **2011**.
- [107] Who. *Influenza*. Available: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs211/en/>, **2015**.
- [108] Nhlbi. *What Is Bronchitis?* Available: <http://www.nhlbi.nih.gov/health/health-topics/topics/brnchi>, **2015**.
- [109] Dağli, E. *Bebekler Neden Öksürür*. Available: <http://www.oksurencocuk.com/bebekler-neden-oksudur>, **2015**.

- [110] Mayo Clinic. *Tonsillitis*. Available: <http://www.mayoclinic.org/diseases-conditions/tonsillitis/basics/definition/con-20023538>, **2015**.
- [111] Who. *Asthma*. Available: <http://www.who.int/topics/asthma/en/>, **2015**.
- [112] Aİd. *Allerjik egzema*. Available: <http://www.aid.org.tr/allerjik-hastaliklar-menu/atojik-dermatit-egzema.html>
- [113] James, W. D., Berger, T. G., Elston, D. M., and Odom, R. B., *Andrews' diseases of the skin : clinical dermatology*, 10th ed. Philadelphia: Saunders Elsevier, **2006**.
- [114] Etzel, R. A., Balk, S. J., and American Academy of Pediatrics. Council on Environmental Health., *Pediatric environmental health*, 3rd ed. Elk Grove Village, IL: American Academy of Pediatrics, **2012**.
- [115] Epa, "Compendium Method TO-17, Determination of Volatile Organic Compounds in Ambient Air Using Active Sampling Onto Sorbent Tubes.," U. S. E. P. Agency, Ed., 2 ed. USA, **1999**.
- [116] Yenisoy-Karakaş, S., "Validation and uncertainty assessment of rapid extraction and clean-up methods for the determination of 16 organochlorine pesticide residues in vegetables," *Analytica Chimica Acta*, vol. 571, pp. 298-307, **2006**.
- [117] Samura, A., Al-Agha, O., and Tuncel, S. G., "Study of Trace and Heavy Metals in Rural and Urban Aerosols of Uludağ and Bursa (Turkey)," *Water, Air and Soil Pollution: Focus*, vol. 3, pp. 111-129, **2003**.
- [118] Preuss, R., Angerer, J. R., and Drexler, H., "Naphthalene-an environmental and occupational toxicant," *International Archives of Occupational and Environmental Health*, vol. 76, pp. 556-576, **2003**.
- [119] Dumanoglu, Y., Kara, M., Altıok, H., Odabasi, M., Elbir, T., and Bayram, A., "Spatial and seasonal variation and source apportionment of volatile organic compounds (VOCs) in a heavily industrialized region," *Atmospheric Environment*, vol. 98, pp. 168-178, **2014**.
- [120] Fingas, M. F., *Handbook of oil spill science and technology*. Hoboken, New Jersey: John Wiley and Sons, Inc., **2015**.
- [121] Nielsen, G. D. and Alarie, Y., "Sensory irritation, pulmonary irritation, and respiratory stimulation by airborne benzene and alkylbenzenes: Prediction of safe industrial exposure levels and correlation with their thermodynamic properties," *Toxicology and Applied Pharmacology*, vol. 65, pp. 459-477, **1982**.
- [122] Epa. *Xylenes*. Available: <http://www.epa.gov/ttn/atw/hlthef/xylenes.html>, 15.02.2015.

- [123] Watson, J. G., Chow, J. C., and Fujita, E. M., "Review of volatile organic compound source apportionment by chemical mass balance," *Atmospheric Environment*, vol. 35, pp. 1567-1584, **2001**.
- [124] Batterman, S. A., Peng, C.-Y., and Braun, J., "Levels and composition of volatile organic compounds on commuting routes in Detroit, Michigan," *Atmospheric Environment*, vol. 36, pp. 6015-6030, **2002**.
- [125] Kourtidis, K. A., Ziomas, I. C., Rappenglueck, B., Proyou, A., and Balis, D., "Evaporative traffic hydrocarbon emissions, traffic CO and speciated HC traffic emissions from the city of Athens," *Atmospheric Environment*, vol. 33, pp. 3831-3842, **1999**.
- [126] Esplugues, A., Ballester, F., Estarlich, M., Llop, S., Fuentes-Leonarte, V., Mantilla, E., *et al.*, "Indoor and outdoor air concentrations of BTEX and determinants in a cohort of one-year old children in Valencia, Spain," *Sci Total Environ*, vol. 409, pp. 63-9, Dec 1 **2010**.
- [127] Schlink, U., Thiem, A., Kohajda, T., Richter, M., and Strebler, K., "Quantile regression of indoor air concentrations of volatile organic compounds (VOC)," *Science of The Total Environment*, vol. 408, pp. 3840-3851, **2010**.
- [128] Topp, R., Cyrus, J., Gebefugi, I., Schnelle-Kreis, J., Richter, K., Wichmann, H. E., *et al.*, "Indoor and outdoor air concentrations of BTEX and NO₂: correlation of repeated measurements," *J Environ Monit*, vol. 6, pp. 807-12, Oct **2004**.
- [129] Clobes, A. L., Ananth, G. P., Hood, A. L., Schroeder, J. A., and Lee, K. A., "Human activities as sources of volatile organic compounds in residential environments," *Ann N Y Acad Sci*, vol. 641, pp. 79-86, Apr 30 **1992**.
- [130] Guo, H., Kwok, N. H., Cheng, H. R., Lee, S. C., Hung, W. T., and Li, Y. S., "Formaldehyde and volatile organic compounds in Hong Kong homes: concentrations and impact factors," *Indoor Air*, vol. 19, pp. 206-17, Jun **2009**.
- [131] Clyde W. Sweet and Stephan J. Vermette, "Toxic Volatile Organic Chemicals in Urban Air in Illinois," RR-057, **1991**.
- [132] Ohura, T., Amagai, T., Shen, X., Li, S., Zhang, P., and Zhu, L., "Comparative study on indoor air quality in Japan and China: Characteristics of residential indoor and outdoor VOCs," *Atmospheric Environment*, vol. 43, pp. 6352-6359, **2009**.
- [133] Cetin, E., Odabasi, M., and Seyfioglu, R., "Ambient volatile organic compound (VOC) concentrations around a petrochemical complex and a petroleum refinery," *Science of The Total Environment*, vol. 312, pp. 103-112, **2003**.

- [134] Ojiodu, C. C., "Seasonal and Temporal Variation of Volatile Organic Compounds (VOCs) Pollution in Isolo Industrial Areas of Lagos State, Southwestern-Nigeria," *Ethiopian Journal of Environmental Studies and Management*, vol. 7, p. 65, **2014**.
- [135] Su, F.-C., Mukherjee, B., and Batterman, S., "Determinants of personal, indoor and outdoor VOC concentrations: An analysis of the RIOPA data," *Environmental Research*, vol. 126, pp. 192-203, **2013**.
- [136] Daisey, J. M., Hodgson, A. T., Fisk, W. J., Mendell, M. J., and Ten Brinke, J., "Volatile organic compounds in twelve California office buildings: Classes, concentrations and sources," *Atmospheric Environment*, vol. 28, pp. 3557-3562, **1994**.
- [137] *Global Strategy for Asthma Management and Prevention*. Available: <http://www.ginasthma.org/>, **2012**.
- [138] Society, A. T., "What constitutes an adverse health effect of air pollution? Official statement of the American Thoracic Society.," *Am J Respir Crit Care Med*, vol. 161, pp. 665-73, **2000**.
- [139] Gauderman, W. J., Avol, E., Gilliland, F., Vora, H., Thomas, D., Berhane, K., *et al.*, "The effect of air pollution on lung development from 10 to 18 years of age," *N Engl J Med*, vol. 351, pp. 1057-67, Sep 9 **2004**.
- [140] Bayram, H. and Dikensoy, O., "Hava kirliligi ve solunum sagligina etkileri.," *Tuberk Toraks*, vol. 54, pp. 80-9, **2006**.
- [141] Tomac, N., Demirel, F., Acun, C., and Ayoglu, F., "Prevalence and risk factors for childhood asthma in Zonguldak, Turkey," *Allergy Asthma Proc*, vol. 26, pp. 397-402, Sep-Oct **2005**.
- [142] Usepa, "Guidelines for Carcinogen Risk Assessment," U. S. E. P. Agency, Ed., ed. USA, **2005**.
- [143] *OEHHA Toxicity Criteria Database*. Available: <http://oehha.ca.gov/risk/ChemicalDB/index.asp>, 15.02.**2015**.
- [144] Ramírez, N., Cuadras, A., Rovira, E., Borrull, F., and Marcé, R. M., "Chronic risk assessment of exposure to volatile organic compounds in the atmosphere near the largest Mediterranean industrial site," *Environment International*, vol. 39, pp. 200-209, **2012**.
- [145] IRAC. *List of classifications by alphabetical order*. Available: <http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/index.php>, 01.06.**2015**.
- [146] Sarigiannis, D. A., Karakitsios, S. P., Gotti, A., Liakos, I. L., and Katsoyiannis, A., "Exposure to major volatile organic compounds and

- carbonyls in European indoor environments and associated health risk," *Environment International*, vol. 37, pp. 743-765, **2011**.
- [147] Dales, R. and Raizenne, M., "Residential exposure to volatile organic compounds and asthma," *J Asthma*, vol. 41, pp. 259-70, **2004**.
- [148] Epa. *Toluene*. Available: <http://www.epa.gov/ttnatw01/hlthef/toluene.html>, 15.020.**2015**.
- [149] Hwang, G., "A Case-Control Study: Exposure Assessment of VOCs and Formaldehyde for Asthma in Children," *Aerosol and Air Quality Research*, **2011**.
- [150] Crain, E. F., Weiss, K. B., Bijur, P. E., Hersh, M., Westbrook, L., and Stein, R. E., "An estimate of the prevalence of asthma and wheezing among inner-city children," *Pediatrics*, vol. 94, pp. 356-62, Sep **1994**.
- [151] Wang, T. N., Ko, Y. C., Chao, Y. Y., Huang, C. C., and Lin, R. S., "Association between indoor and outdoor air pollution and adolescent asthma from 1995 to 1996 in Taiwan," *Environ Res*, vol. 81, pp. 239-47, Oct **1999**.
- [152] Anderson, M. E. and Bogdan, G. M., "Environments, Indoor Air Quality, and Children," *Pediatric Clinics of North America*, vol. 54, pp. 295-307, **2007**.