

EV TOZLARINDA AĞIR METAL VE ÇOK HALKALI AROMATİK HİDROKARBON (PAH) DERİŞİMLERİ

Parisa BABAEİ

Betül KURADA

Gülen GÜLLÜ

**Hacettepe Üniversitesi
Çevre Mühendisliği Bölümü**

İnsanlarının Zamanının %90'ını Kapalı Mekanlarda



İç hava kalitesi

Dış ortamdan gelen kirleticiler

yemek pişirme

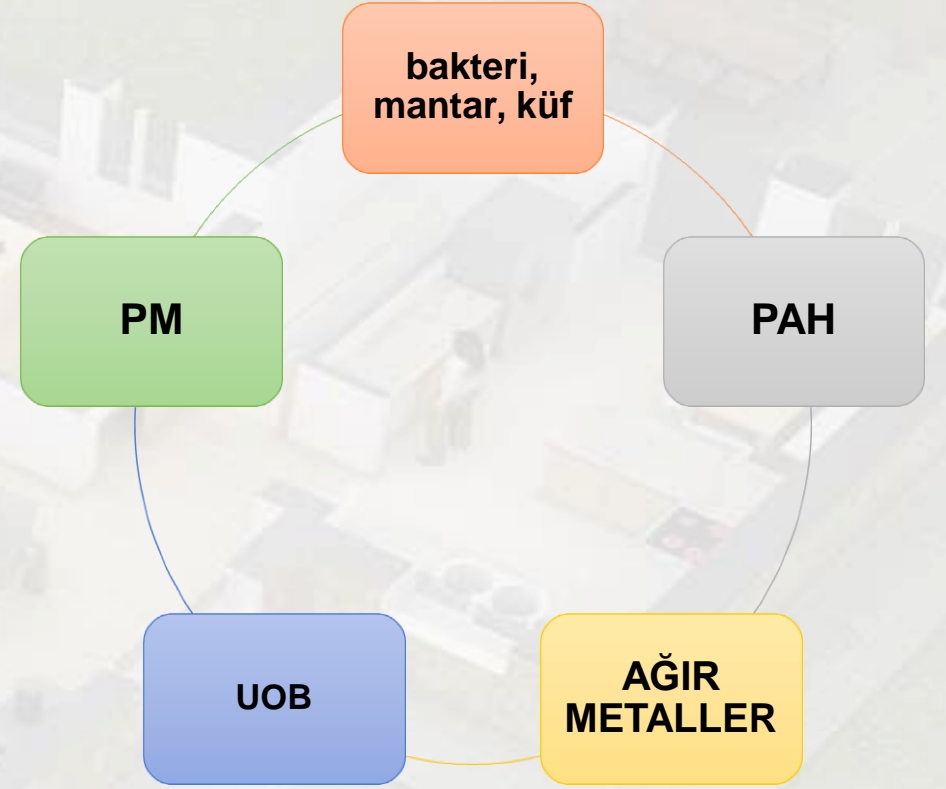
İç ortamda sigara içilmesi

Isıtma ve soğutma sistemleri

bina yapı malzemeleri

mobilyalar

temizlik malzemeleri





HACETTEPE
University



TÜBİTAK

Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ)

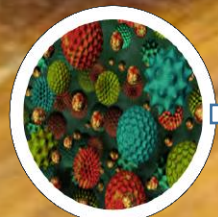
İç ortam kirliliğinin küresel hastalık yükünün %2,7'sinden sorumlu, sekizinci neden olduğunu ortaya koymuştur

İç ortam hava kirliliği pnömoni, kronik solunum sistemi hastalıkları ve akciğer kanserine bağlı 1,6 milyon ölümden sorumlu tutulmaktadır.

İç ortama bağlı hastalık yükü dış ortam kirliliğine bağlı hastalık yükünün beş katı kadardır.

Yapılan çalışma

Yürütölen çalışma konusu genel olarak, 0-2 yaş çocukların zamanlarının büyük bölümünü geçirdikleri ev ortamında çeşitli iç ortam hava kirleticilerinin ölçümü, yaşanan ortamın fiziksel özellikleri ile ailenin bazı sosyo-demografik özelliklerinin belirlenmesi, iç ortam hava kalitesi ile yaşam alışkanlıkları ve 0-2 yaş aralığı çocuklarda alt solunum yolu enfeksiyonları, alerji gelişimi ile ilişkisinin belirlenmesidir. Bu çalışmada iç ve dış ortam havasında incelenen kirleticiler, ince tozlar (PM10, PM2.5, PM1), biyoaerosoller, UOB, ve ev tozunda ağır metaller ve PAH olmuştur.







Ev tozlarında
ölçülen
parametreler

Poliaromatik hidrokarbonlar

Ağır metaller

Çok Halkalı Aromatik Hidrokarbonlar pirolitik prosesler sonucunda oluşurlar.
Özellikle karbonizasyon gibi doğal proseslerin yanı sıra, organik maddelerin yanması ile de meydana gelirler.

Gerçekte ağır metal tanımı fiziksel özellik açısından yoğunluğu 5 gr/cm³ ten daha yüksek olan metaller için kullanılır. Bu gruba kurşun, kadmiyum, krom, demir, kobalt, bakır, nikel, civa ve çinko olmak üzere 60 tan fazla metal dahildir.

kömür ve petrol yanması

motorlu taşıtlar

yol tozlarından gelen yer kabuğu elementleri

tekerlek/fren aşınması

Dezenfektan kullanımı

Bina yapı malzemeleri

Sigara dumanı

kömür ve ham yağ oluşumu

doğalgaz yakılması

atık yakılması

araç trafiği

yemek pişirme

tütün kullanımı

tam yanmamış organik maddelerin piroliz prosesi

Literatürde ev tozlarında ağır metal kirliliği üzerine yapılan çalışmalar

Evlerin ısıtma türü

Yer kaplama türü

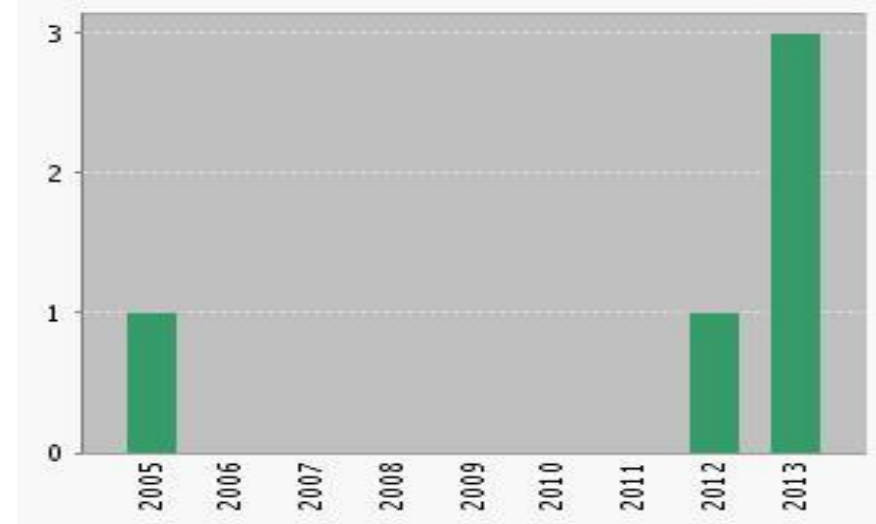
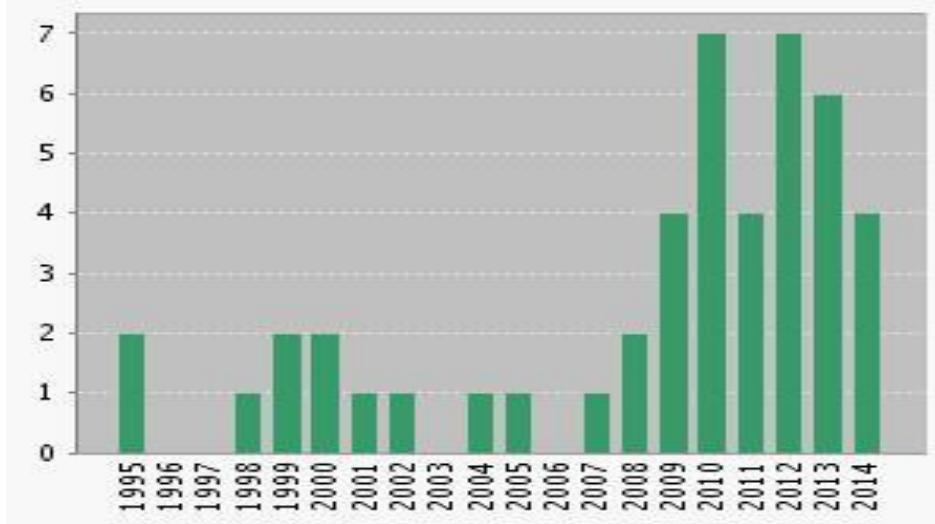
Trafik emisyonları

Endüstri bölgelerine yakınlık

Duvar boya türü ve rengi

ev tozlarında bulunan ağır metallerin konsantrasyonlarını etkileyen faktörler olduğu belirlenmiştir

TÜRKİYE





Sb

Ni

Mg

BgP

Nap

Acy

As

Fe

DahA

Ace

Akciğer ve prostat kanseri riskini artırır

Zn

Ind

Cilt reaksiyonları

Flu

Hg

Doğum kusurları

Astım benzeri semptomlar

Astım ve kronik bronşit

Akciğer kanseri

Çocukların öğrenme kabiliyetlerinde azalma

Cd

Bap

Kalp rahatsızlıkları

Phe

Cu

Kalp rahatsızlıkları

Merkezi sinir sistemi hasarı

Mn

Bkf

Ant

Sn

Cilt kanseri

Cr

V

Ca

Pb

Bbf

Chr

BaA

Pyr

Flt

Örneklerin toplanması



Örneklerin hazırlanması ve ölçümü



Nisan 2012' den Haziran 2012 'e kadar olan sürede toz örnekleri 47 evden elektrik süpürgesi ile alındıktan sonra ağzı kapalı olacak şekilde plastik torbalara konularak laboratuvara getirilmiştir



Analiz öncesi numunelerin içindeki büyük çöp, saç v.s. parçalarından temizlenmiş, 24 saat süreyle 120°C de fırında kurutulmuş ve 0,2 mm elekten geçirilmiştir

Ağır metal

PAH

Toz örneğinden 0,5 g lık bir kısım alınarak mikrodalga cihazına özel olan teflon kaplara konulmuş ve üzerine 10 ml, HNO₃ (Merck, %64) eklenmiştir (EPA-SW-846 3051). Çözeltiler 0,45 mm filtreden geçirildikten sonra analiz için hazır hale getirilmiştir. örneklerin içinde eser miktarda bulunan metallerin nicel analizinde Atomik Absorpsiyon Spektroskopisi kullanılmıştır

Her numuneden 1'er gram tartılarak şişelere konmuştur. Her numuneye ekstraksiyon ve temizleme (clean-up) işlemleri sırasındaki kayıpları belirlemek için belirlenen miktarda (20 µl) 50 ppm'lik vekil standartlar (surrogate) enjekte edilmiştir. Bu örnekler 40 ml diklorometan (DCM) ve petrol eteri (PE) (¼) karışımı içinde 24 saat bekletilmiştir. 24 saat solüsyonda bekletilen örnekler 1 saat ultrasonik olarak ekstrakte edilmiştir.

Ekstraksiyon işleminden sonra örnekler cam yününden süzülerek tortulardan arındırılmış ve özengenleştirme ve clean-up işlemi için hazırlanmıştır. Clean-up işlemi ile hazır hale getirilen örnekler, derişimlerinin belirlenmesi amacıyla GC-MS (Agilent Technologies 5975C) cihazında analiz edilmiştir.



SONUÇLAR

Metot validasyonu için SRM 1648a_UPM (Kentsel Partikül Madde, NIST) referans maddesi kullanılmıştır. Örneklerle uygulanan çözünme işleminin aynısı referans maddenin analize hazırlanması için de uygulanmıştır. Daha sonra analiz için yine AAS cihazı kullanılmıştır.

| Metal | Ölçülen değerler ($\mu\text{g g}^{-1}$) | UPM sertifika değerleri ($\mu\text{g g}^{-1}$) | Geri kazanım (%) |
|--------|--|---|------------------|
| Zn | 3972.5 \pm 19.25 | 4800 \pm 270 | 82.77 |
| Cu | 653.1 \pm 13.76 | 610 \pm 70 | 107 |
| Cd | 62.28 \pm 0.58 | 73.7 \pm 2.3 | 87.22 |
| Pb (%) | 0.64 \pm 0.019 | 0.65 \pm 0.03 | 99.08 |
| Ni | 81.08 \pm 10.38 | 81.1 \pm 6.8 | 99.97 |
| Fe | 3.83 \pm 0.6 | 3.92 \pm 0.21 | 97.7 |
| Mg (%) | 0.80 \pm 0.021 | 0.81 \pm 0.01 | 98.52 |
| Ca (%) | 5.6 \pm 0.8 | 5.84 \pm 0.19 | 95.89 |
| As | 113.84 | 115.5 \pm 3.9 | 98.56 |
| Cr | 320.12 \pm 2.02 | 402 \pm 13 | 79.63 |
| Mn | 769.57 | 790 \pm 44 | 97.41 |
| Sb | 40.12 | 45.4 \pm 1.4 | 88.37 |
| V | 125.47 \pm 5 | 127 \pm 11 | 98.79 |



| örnek sayısı | Aritmatik ortalama ($\mu\text{g g}^{-1}$) | Standart sapma | Ortanca($\mu\text{g g}^{-1}$) | Min ($\mu\text{g g}^{-1}$) | Max ($\mu\text{g g}^{-1}$) |
|--------------|---|----------------|---------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| As | 2.38 | | | | |
| Ca | 17928.6 | | | | |
| Cd | 3.52 | | | | |
| Cr | 29.65 | | | | |
| Cu | 104.51 | | | | |
| Fe | 4408.57 | | | | |
| Hg | 0.62 | | | | |
| Mg | 8900.34 | | | | |
| Mn | 91.87 | | | | |
| Ni | 79.32 | | | | |
| Pb | 80.79 | | | | |
| Sb | 0.15 | | | | |
| Sn | 6.03 | | | | |
| V | 43.90 | | | | |
| Zn | 449.98 | | | | |

Sınır değerleri

| | Normal değer (μgg^{-1}) | Sınır değer (μgg^{-1}) | Ölçülen Ortalama değer (μgg^{-1}) | Min (μgg^{-1}) | Max (μgg^{-1}) | Limiti aşan veri oranı (%) |
|-----------------|---|--|---|--------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|
| Nikel | 20 | 30 | 79.32 | 6.55 | 1874.75 | 40.4 |
| Arsenik | 1 | 3 | 2.38 | 0.07 | 12.01 | 23 |
| Civa | 0.5 | 1 | 0.62 | 0.006 | 8.042 | 8.5 |
| Kurşun | 20 | 150 | 80.7 | 16.82 | 378.22 | 4.2 |
| Kadmiyum | 1.5 | 5 | 3.52 | 0.41 | 12.61 | 2.1 |
| Bakır | 80 | 500 | 104.51 | 28.49 | 1032.86 | 2.1 |
| Krom | 75 | 200 | 29.65 | 7.26 | 50.37 | 0 |
| Çinko | 500 | 1500 | 449.98 | 127.98 | 745.71 | 0 |
| Kalay | 15 | 50 | 6.03 | 0.102 | 13.66 | 0 |
| Antimon | 1 | 3 | 0.15 | 0.002 | 0.43 | 0 |

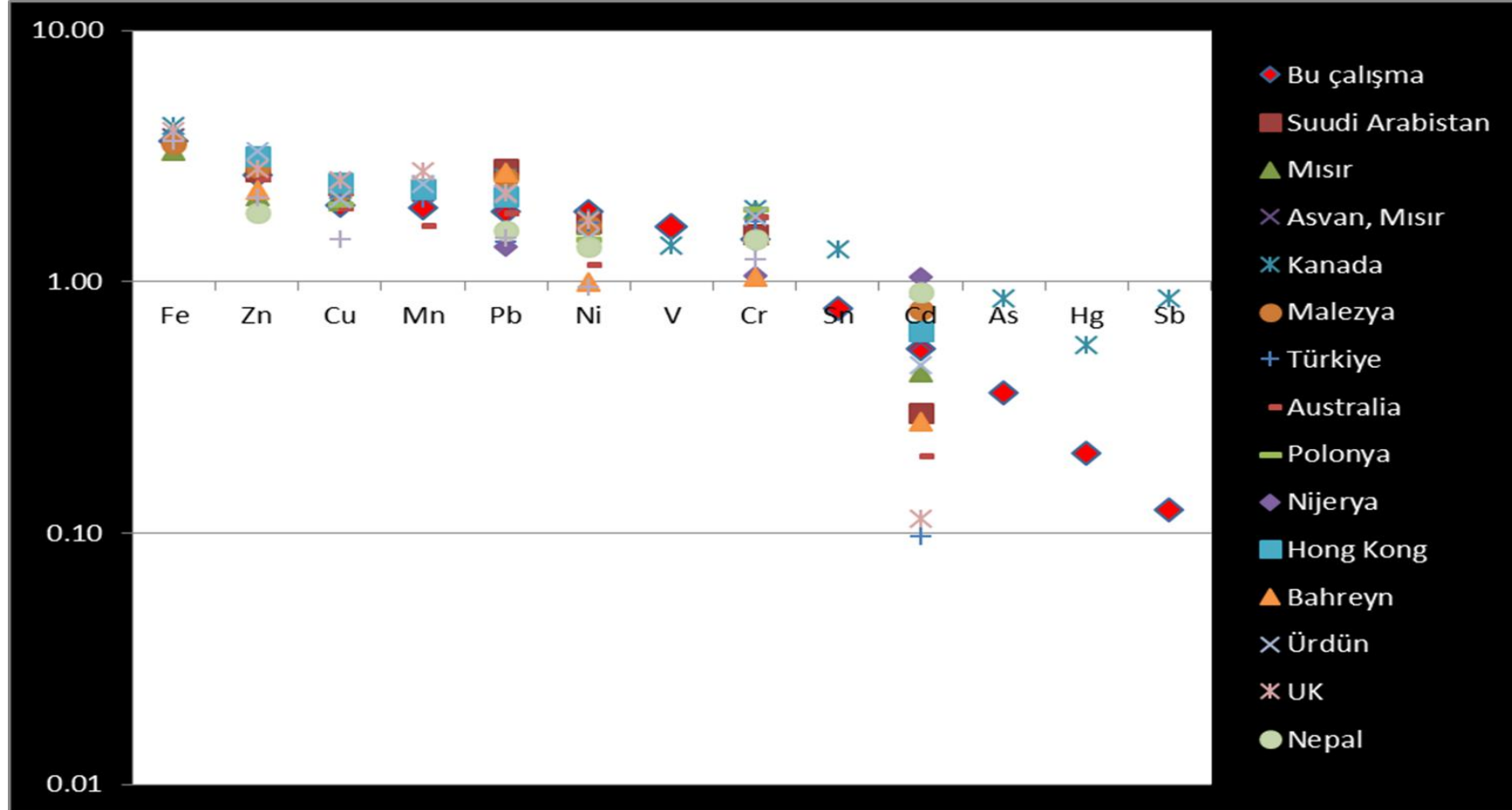
| | örnek sayısı | Aritmetik ortalama (ng g ⁻¹) | Standart sapma | Ortanca(µg g ⁻¹) | Min (ng g ⁻¹) | Max (ng g ⁻¹) |
|--------------|--------------|--|----------------|------------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Nap | 47 | 589.99 | 226.49 | 809.09 | 12.01 | 3836.90 |
| Phe | 47 | 477.98 | 331.43 | 645.15 | 13.70 | 3576.66 |
| Ant | 31 | 356.85 | 82.01 | 649.85 | 7.38 | 3443.79 |
| Flt | 40 | 354.44 | 83.64 | 882.01 | 6.53 | 4505.57 |
| Pyr | 47 | 270.69 | 75.27 | 667.49 | 3.86 | 3340.19 |
| Chr | 47 | 255.34 | 73.94 | 521.34 | 9.88 | 2551.27 |
| BaA | 40 | 199.53 | 47.69 | 432.24 | 11.47 | 2130.85 |
| Acy | 47 | 193.22 | 142.14 | 172.80 | 13.41 | 1022.38 |
| BkF | 42 | 188.27 | 58.21 | 388.65 | 18.06 | 1900.30 |
| Flu | 43 | 146.43 | 147.04 | 98.06 | 6.78 | 402.18 |
| BbF | 47 | 125.53 | 32.92 | 331.82 | 13.19 | 1613.98 |
| BaP | 32 | 123.87 | 25.04 | 303.52 | 5.08 | 1426.17 |
| BgP | 37 | 69.40 | 19.33 | 144.02 | 0.34 | 665.12 |
| Ace | 44 | 56.00 | 46.89 | 47.10 | 1.44 | 200.32 |
| Ind | 47 | 44.76 | 32.47 | 36.30 | 2.10 | 189.07 |
| DahA | 47 | 25.17 | 17.96 | 31.34 | 0.58 | 197.16 |
| ∑ PAH | 45 | 3477.45 | 1442.45 | 6160.77 | 125.82 | 31001.90 |
| ∑ HMW | 43 | 1656.98 | 466.45 | 3738.71 | 71.09 | 18519.67 |
| ∑ LMW | 47 | 1820.46 | 975.99 | 2422.05 | 54.72 | 12482.22 |

Sınır değerleri

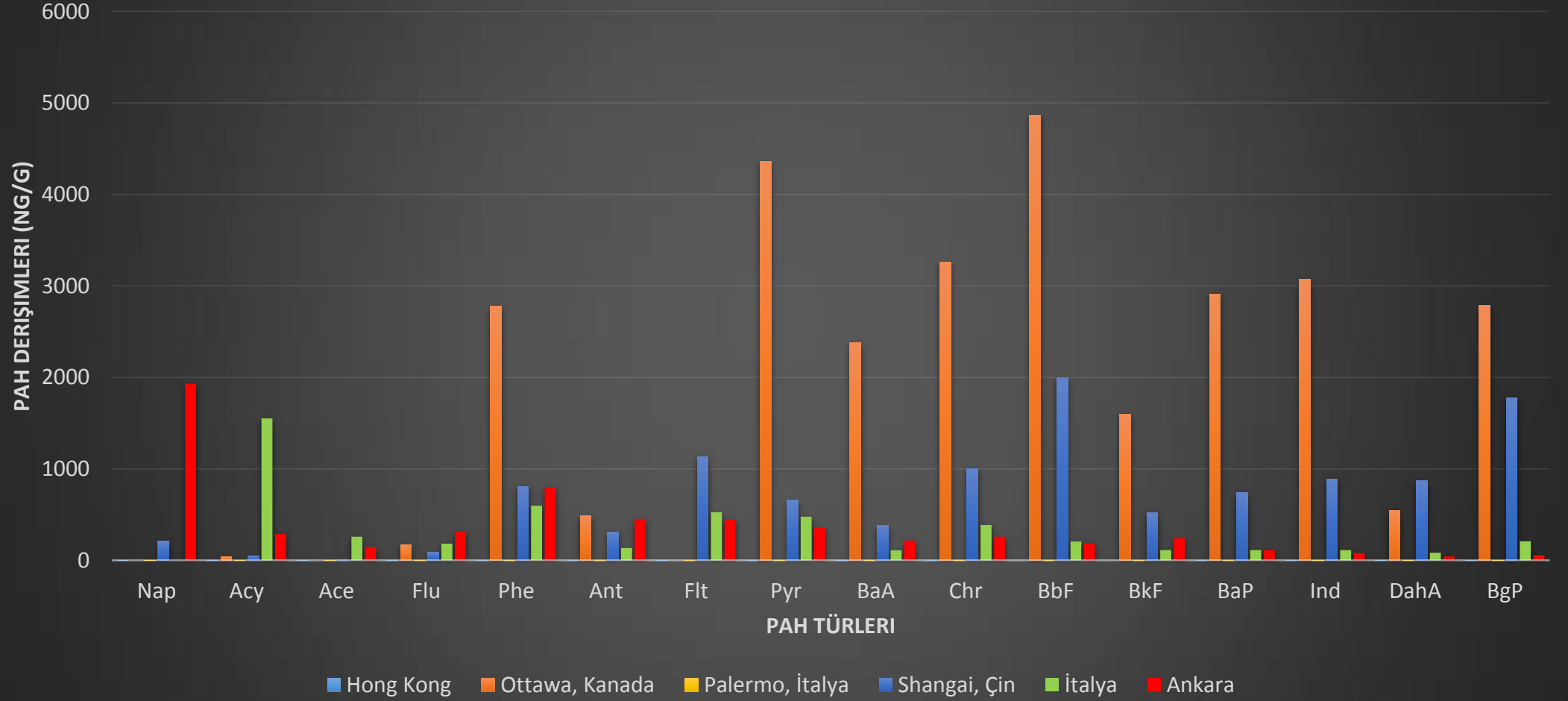
| PAH Çeşitleri | Dikkat Edilmesi Gereken Değer | Sınır Değeri Aşan Örnek Sayısı (%) |
|------------------|----------------------------------|------------------------------------|
| Nap | 200 | 71 |
| Acy | 200 | 41 |
| Ace | 200 | 17 |
| Flu | 200 | 40 |
| Phe | 1000 | 20 |
| Ant | 200 | 40 |
| Flt | 1000 | 8 |
| Pyr | 1000 | 7 |
| BaA | 500 | 8 |
| Chr | 500 | 9 |
| BbF | 200 | 11 |
| BkF | 200 | 16 |
| BaP | 200 | 8 |
| Ind | 200 | 6 |
| DahA | 200 | 2 |
| BgP | 200 | 5 |

Federal Çevre Ajansı ve Çevre Sağlık Komitesi

Literatürde bulunan çalışmalar



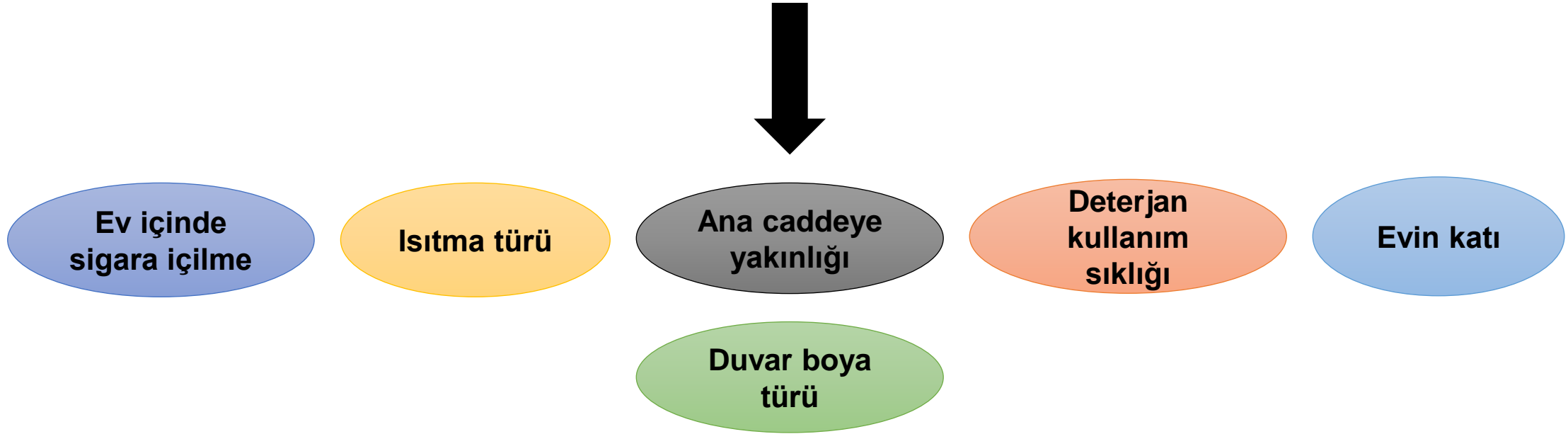
Literatür Karşılaştırma



İstatiksel Deęerlendirmeler

Ev tozlarında ağır metallerin kaynaklarının belirlenmesi

Bu çalışmada ağır metallerin konsantrasyonları ile iç ortamdaki faktörler arasındaki ilişki ANOVA analizi ile incelenmiştir. Bu test için çalışma için yapılan anket sorularının (evin yaşı, evin katı, yer kaplama türü, duvar boya türü, ısıtma türü, evin ana caddeye yakınlığı, ev içinde sigara içilme durumu ve temizlik sıklığı) sonuçları kullanılmıştır.





ANOVA testinin sonuçlarına genel bakış



| | Ana cadde | Evin katı | Duvar boyası | Ev içinde sigara içilme | Dezenfektan kullanımı | Isıtma türü |
|----|-----------|-----------|--------------|-------------------------|-----------------------|-------------|
| As | | * | * | | | * |
| Cu | | | | * | * | |
| Cd | * | * | * | * | | * |
| Mn | | | | * | | * |
| Mg | | | | * | | |
| Hg | * | | * | | * | * |
| Sn | | | | | * | |
| Sb | * | * | | | | |
| Pb | * | * | | | | |
| Zn | | | * | * | | |
| V | | | | | | |
| Ni | * | | | | | |

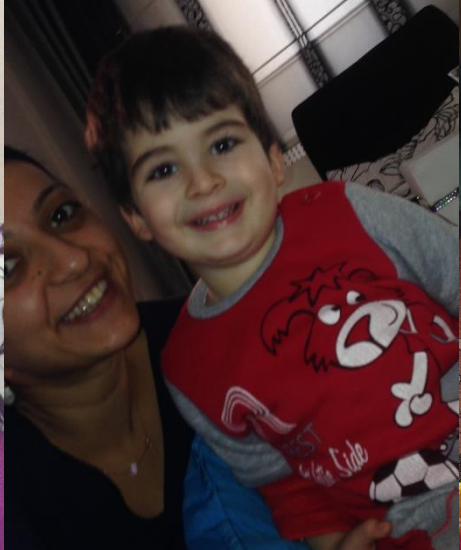
| | Ana cadde | Evin katı | Konut ısıtma türü | Ev içinde sigara içilme |
|-------------|-----------|-----------|-------------------|-------------------------|
| Acy | | | | * |
| Ace | | | | * |
| Flu | * | * | * | |
| Phe | * | | | |
| Ant | * | | | |
| Flt | | | * | |
| Pyr | * | | * | |
| BaA | * | | * | |
| Chr | | * | * | |
| BbF | * | | | |
| BkF | * | | | |
| Ind | * | * | * | |
| BaP | | | * | |
| BgP | * | | * | |
| Flt/flt+pyr | | | * | |
| BaP/BgP | * | | * | |
| BaA/baA+chr | | | * | |
| Ind/Ind+BgP | * | | * | |
| BbF/BkF | * | | | |
| Ind/BgP | * | | | |
| Pyr/BaP | * | | | |
| Flu/Pyr | * | | * | |
| Flu/flu+Pyr | * | | | |

Korelasyon testinin sonuçları

| | BbF | Chr | BbF/BkF | Flu/Pyr | BaA/BaA+Chr |
|-----------|------------|------------|----------------|----------------|--------------------|
| Zn | 0,3434 | -- | 0,3485 | -- | -- |
| Ni | 0,6973 | -- | 0,9369 | 0,4953 | 0,4331 |
| Pb | 0,6484 | -- | 0,7642 | -- | -- |
| Cu | 0,7044 | -- | 0,9203 | 0,3068 | 0,4207 |
| Hg | 0,8248 | 0,3916 | 0,9048 | 0,4817 | 0,3636 |
| As | -- | -- | -- | 0,3127 | -- |

Genel sonuçlar

1. İç ortamdaki kirleticilerin tür ve konsantrasyonları, iç ortamlarda kullanılan materyallere bağlı olarak teknolojik gelişim ile birlikte gün geçtikçe değişmektedir.
2. Analiz sonuçları iç ortam hava kirliliğine neden olan etmenlerin tesbitinde ev tozlarının kullanılabilirliğini ortaya koymaktadır.
3. Ev tozlarında kirleticilerin miktarlarının sınır değerlerinin belirlenmesi için daha fazla çalışma yapılmalıdır.
4. Bu çalışma evlerin koşulları (ana caddeye yakınlık, ısıtma türü) ve evlerde yaşayan kişilerin yaşam alışkanlıklarına (ev içinde sigara içilmesi, temizlik sıklığı) bağlı olarak klasik kirleticilerin yanısıra, iç ortam havasında tespit edilen temizlik maddelerinden, trafik emisyonlarından, yakıt türünden ve sigara dumanından kaynaklanan bazı ağır metaller toz taneciklerinde birikerek yeni tür kirleticiler ortaya çıkarmaktadır.



Mutlu, Huzurlu ve Sağlıklı
Hayat Dilekleri ile





Bu çalışma Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumuna (TÜBİTAK) 110Y082 No'lu proje kapsamında desteklenmiştir.

Teşekkürler

