

KÜTAHYA'DA YAŞAYAN İLKOKUL ÇAĞINDAKİ ÇOCUKLARIN HAVA KİRLİTİCİLERİNE KİŞİSEL MARUZ KALIMLARININ ÖN DEĞERLENDİRME ÇALIŞMASI

Hicran ALTUĞ^(*), Ayşe Özlem YILMAZ, Ozan Devrim YAY, Özlem ÖZDEN ÜZMEZ,
Sevim Burçin CAN, Tuncay DÖĞEROĞLU, Eftade O. GAGA

Anadolu Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Eskişehir

ÖZET

Bu çalışmada Kütahya kent merkezi ve Tunçbilek termik santraline 15 km mesafedeki Tavşanlı ilçesinde yaşayan ilkökul çağındaki çocukların hava kirliliğine maruz kalımlarının ölçülmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla Kütahya kent merkezinden 2, Tavşanlı merkezinden 2 ve Tunçbilek beldesinden 2 adet olmak üzere toplam 6 ilkokuldan seçilen ve 3-4. Sınıfta okuyan 92 öğrenci çalışmaya dâhil edilmiştir. Çocukların kükürt dioksit (SO₂), azot dioksit (NO₂) ve ozon (O₃) kirlleticilerine maruz kalımları, kollarına takılan Anadolu Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü hava kirliliği laboratuvarında geliştirilen Analyst tip pasif örnekleyiciler kullanılarak belirlenmiştir. 4-5 Haziran 2015 tarihlerinde gerçekleştirilen 24 saatlik örnekleme sonunda toplanan pasif örnekleyiciler laboratuvara getirilerek İyon Kromatografi (IC) cihazında analiz edilmiştir. Kişisel maruz kalım çalışmasına ek olarak dış ortamlarda (okulların bahçesinde ve çevresinde) da 18 noktada örnekleme yapılmıştır. Elde edilen değerler çocuklara uygulanan anket ve zaman-aktivite günlüğü verileri ile birlikte değerlendirilmiştir.

Çalışmaya dâhil edilen çocukların hava kirliticilerine 24 saatlik ortalama kişisel maruz kalım değerleri NO₂, SO₂ ve O₃ kirliticileri için sırası ile $33 \pm 13 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $55 \pm 28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ve $34 \pm 18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak bulunmuştur. Genel bir değerlendirme yapılacak olursa, Tunçbilek ve Tavşanlı bölgelerinde yaşayan çocukların kişisel maruz kalım değerlerinin Kütahya kent merkezinde yaşayan çocuklara kıyasla O₃ kirliticisi açısından daha yüksek ve NO₂ ve SO₂ kirliticileri açısından daha düşük olduğu dikkati çekmektedir. Bu durum örnekleme çalışmasının yapıldığı günlerdeki meteorolojik koşullar ve Tunçbilek termik santralinin bir ünitesinin bakım nedeniyle kapalı olması ile ilişkilendirilmiştir. Ayrıca, ozon kirliticisi için tüm okullarda çocuklarda ölçülen kişisel maruz kalım değerlerinin dış ortam ölçümlerine göre daha düşük olduğu dikkat çekmektedir.

ABSTRACT

This study aimed to measure the air pollution exposure of primary school children living in the Kütahya city center and in the city of Tavşanlı located at a distance of 15 km to the Tunçbilek Thermal Power Plant. For this purpose, 93 children from the 3rd and 4th classes of 6 schools have been included in the study. Two schools were in Kütahya city center, 2 were in Tavşanlı city center and 2 were in the town of Tunçbilek. The personal exposure of the children to sulfur dioxide (SO₂), nitrogen dioxide (NO₂) and O₃ have been determined by

* hcinar@anadolu.edu.tr

Analyst type passive samplers developed at the Department of Environmental Engineering of Anadolu University. The samplers were attached on children's arms. After 24-hour sampling within 4-5 June 2015, the samplers were analyzed by Ion Chromatography (IC). In addition to personal sampling, ambient sampling (at school yards and their surrounding) was carried out at 18 points. The exposure data has been assessed together with data from surveys and time-activity diaries collected from the children and their families.

The personal 24-hour exposure values of the children to NO₂, SO₂ and O₃ have been found to be $33 \pm 13 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $55 \pm 28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ and $34 \pm 18 \mu\text{g}/\text{m}^3$, respectively. A general assessment shows that the exposure of the children living in Tavşanlı and Kütahya are higher for O₃ and lower for NO₂ and SO₂ when compared to that of the children living in Kütahya. This situation can be associated with the meteorological conditions, and also with the fact that one production unit of the Tunçbilek Power Plant had been shut down during the sampling days. Another observation was that the indoor personal exposure values were lower compared to ambient values for all children from all schools.

ANAHTAR SÖZCÜKLER

Azot dioksit, Kişisel maruz kalım, Kükürt dioksit, Ozon, Pasif örnekleme

1. GİRİŞ

Son 30 yılda gerçekleştirilen çok sayıda epidemiyolojik çalışma, hava kirliliğinin çeşitli hastalıkların şiddet ve sıklık (prevalans) düzeylerini arttırarak halk sağlığı açısından tehdit oluşturduğunu belgelemiştir (Pope vd., 1991; Dockery vd., 1994; Brunekreef ve Holtage 2002; Maynard 2004;). Hava kirleticilerinin sağlık etkileri ile ilgili mevcut çalışmaların önemli kısmı hassas grup olmaları nedeniyle çocuklar üzerine odaklanmıştır (Raizenne vd., 1996; Kunzli vd., 2000; Englert 2004; Schwartz 2004; Curtis vd., 2006; Bateson ve Schwartz, 2008). Çocuklar ve yetişkinler arasındaki en önemli farklılık çocukların sürekli bir gelişim ve büyüme sürecinde olmasıdır. Solunum sistemi ve bağışıklık sistemi çocuklarda gelişimini henüz tamamlamamıştır. Ayrıca, çocuklar birim vücut ağırlığı dikkate alındığında yetişkinlere oranla daha fazla hacimde havayı soluma sırasında bünyelerine almaları, yetişkinlere göre daha fazla solunum yolu enfeksiyonlarına yakalanmaları, açık ortamlarda yetişkinlerden daha çok zaman geçirmeleri ve genellikle fiziksel olarak daha aktif olmaları gibi nedenlerle hava kirleticilerinin olumsuz etkilerinden daha kolay etkilenirler.

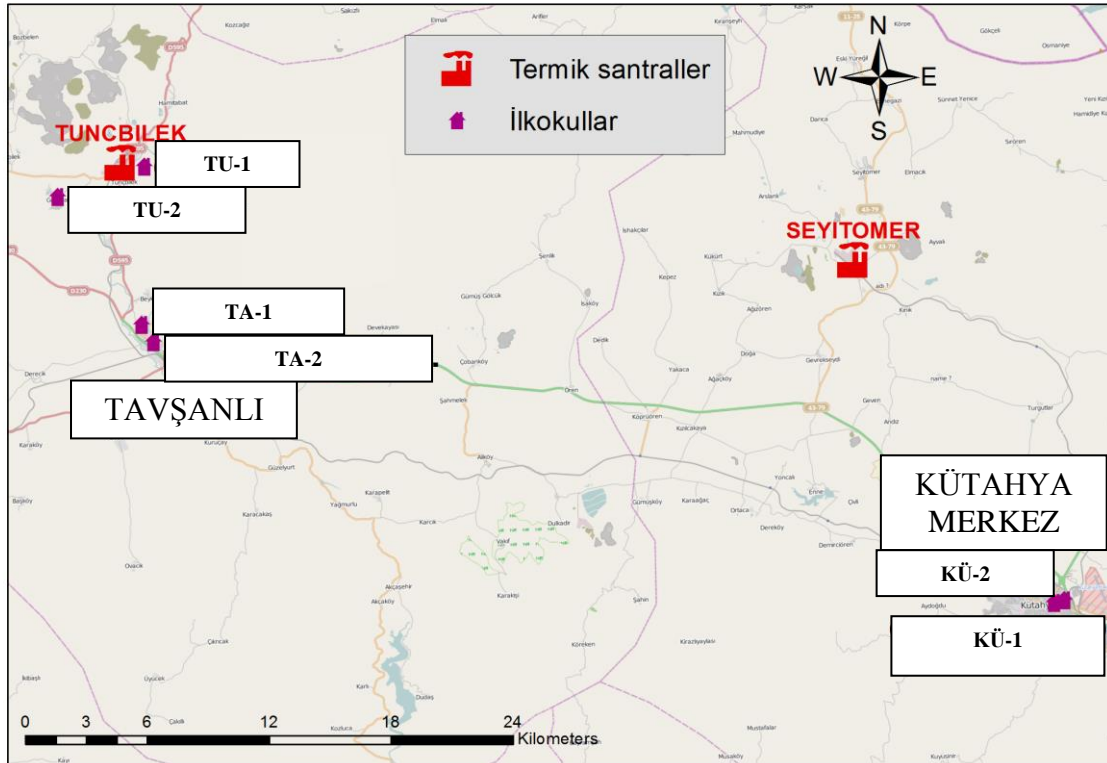
Bu projede çalışma alanı olarak seçilen Kütahya ili de, ülkemizde hava kirliliğinin en yoğun yaşandığı iller arasında yer almaktadır. Evsel ısınma ve sanayi faaliyetlerinde kısmi olarak doğalgaza geçilmiş olmasına rağmen, bölgede halen yüksek kirletici seviyelerinin ölçüldüğü bilinmektedir. İl sınırları içinde aktif durumda iki adet kömür yakıtlı termik santralin bulunması, üçüncü termik santralin kurulma aşamasında olması ve bölgede kış aylarında ısınma amaçlı olarak halen kömür kullanılmaya devam etmesi, bu şehrin seçilmesinde etkili olmuştur. Bu çalışmada Kütahya kent merkezi ve Tunçbilek termik santraline 15 km mesafedeki Tavşanlı ilçesinde yaşayan ilkökul çağındaki çocukların hava kirliliğine maruz kalımlarının ölçülmesi amaçlanmıştır.

2. MATERYAL VE METOD

2.1. Okulların belirlenmesi

Çalışmaya dâhil edilecek okulları belirlemek üzere Tunçbilek Termik Santrali yakını ve Kütahya kent merkezindeki ilkokullar konumları, öğrenci sayıları ve öğretim şekillerine göre incelenmiştir. Çalışmamız termik santrallerden kaynaklanabilecek hava kirliliğinin olası sağlık etkilerini belirlemeyi hedeflediğinden, öncelikle Tunçbilek Termik Santralinin bulunduğu Tunçbilek beldesinde yer alan ilkokulların ikisinin de (TU-1 ve TU-2) çalışmaya dâhil edilmesi kararlaştırılmıştır. Tavşanlı İlçesinin Tunçbilek Termik Santraline yakın olan kuzeybatı kesiminden iki ilkokul (TA-1 ve TA-2) ve kentsel bölgeyi temsilen Kütahya Merkez İlçede trafik yoğunluğunun fazla olduğu çarşı bölgesinden de birbirine uzaklıkları yalnızca 600 metre olan iki adet ilkokul (KÜ-1 ve KÜ-2) seçilmiştir. Çelikler Seyitömer termik santralinin yer aldığı Seyitömer beldesinde yalnızca 2000 civarında kişi yaşaması ve bölgede yeterli sayıda ilkokul öğrencisi bulunmaması nedeniyle bu bölge çalışmaya dâhil edilememiştir.

Seçilen okulların konumları Şekil 1'deki haritada gösterilmektedir. Tunçbilek bölgesindeki TU-1 ve TU-2 nolu ilkokulların Tunçbilek Termik Santraline uzaklıkları sırası ile 1 km ve 3.5 km iken Seyitömer Termik Santraline uzaklıkları sırası ile 35 km ve 39 km'dir. Tavşanlı bölgesindeki TA-1 ve TA-2 nolu ilkokulların Tunçbilek Termik Santraline uzaklıkları sırası ile 11.5 km ve 12 km iken Seyitömer Termik Santraline uzaklıkları 35 km'dir. Kütahya kent merkezindeki KÜ-1 ve KÜ-2 nolu ilkokulların Tunçbilek Termik Santraline uzaklıkları 64 km iken Seyitömer Termik Santraline uzaklıkları sırası ile 20 km'dir.



Şekil 1. Çalışmaya dâhil edilen ilkokulların ve bölgede hava kirliliğine sebep olabilecek önemli kaynakların konumları

2.2. Pasif örnekleme yöntemi ile kişisel maruz kalım belirleme çalışması

Pasif örnekleyciler ölçülecek gaz formdaki hava kirleticisinin herhangi bir pompa sistemi olmadan absorban yüzeye difüzyonu esasına dayanır. Ucuz olmaları ve herhangi bir elektrik kaynağına ihtiyaç duymamaları sebebiyle oldukça yaygın olarak kullanılmaya başlayan bir örnekleyci tipidir. Örnekleme çalışmalarında Anadolu Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü Hava Kirliliği Araştırma Ekibi tarafından geliştirilen pasif örnekleyciler kullanılmıştır. Analyst isimli patent almış pasif örnekleycinin modifikasyonu ile geliştirilen “badge” tipi söz konusu pasif örnekleyciler daha önce pek çok projede başarıyla kullanılmıştır (Demirel vd., 2014; Gaga vd., 2012). Örnekleycilere, örnekleme çalışması sırasında örnekleycilerin hazırlanması ve laboratuvaradaki ikicil analizlerinin gerçekleştirilmesine ait detaylı bilgilere ilgili yayınlardan ulaşmak mümkündür (Özden vd., 2008; Özden ve Döğeroğlu, 2008; Özden ve Döğeroğlu, 2012;). Laboratuvarında hazırlanan ve numaralandırılan örnekleyciler 5.6.2015 tarihinde örnekleme için araziye götürülmüştür. Örnekleme çalışmaları sırasında çocukların velilerinin de bilgilendirme için okullarda bulunması sağlanmış ve öğrencilere yapılacak uygulamalar detaylı olarak anlatılmıştır. Örnekleyciler öğrencilerin kollarına daha önceki çalışmalarda da kullandığımız kolluklar kullanılarak takılmıştır (Bkz. Şekil 2) yerleştirilmiştir. Kolluklar 24 saat boyunca çocukların kollarında durduktan sonra, ertesi gün okullar tekrar ziyaret edilerek toplanmıştır. Kişisel maruz kalım çalışmasına ek olarak dış ortamlarda (okulların bahçesinde ve çevresinde) 17 noktada da örnekleme yapılmıştır. Saha çalışması sonrasında laboratuvara getirilen örnekler ekstrakte edilerek Dionex® 2500 iyon kromatografi cihazında analiz edilerek 1. Fick Yasası gereği hesaplamalar gerçekleştirilerek bileşenlerin atmosferik derişimleri elde edilmiştir.



Şekil 2. Kişisel örnekleme için kollukları takılmış çocukların sırayla bilgileri alınırken

2.3. Çocuklara dağıtılan bilgi formları: Zaman aktivite günlüğü, anket ve kontrol listeleri

Çocukların hava kirleticilerine kişisel maruz kalımlarını belirlemeye yönelik çalışmalarda çeşitli mikro ortamlarda ölçülen kirleticiler derişimleri anketler ve zaman aktivite çizelgeleri ile ilişkilendirilir. Sosyal ve demografik faktörlerin popülasyonların alt gruplarında değişik

zaman-aktivite faaliyetlerinin de önemli rol oynadığı bilinmektedir (Edwards vd., 2006). Bu nedenle 24-saatlik kişisel maruz kalım örnekleme boyunca çocukların ev, okul ve araç içerisinde gibi iç ortamlarda ve dış ortamlarda geçirdiği zamanları görebilmek amacıyla bir zaman-aktivite günlüğü doldurmaları istenilmiştir. Zaman aktivite günlükleri mikro ortam bazlı değerlendirmeler yapmak için kullanılmıştır.

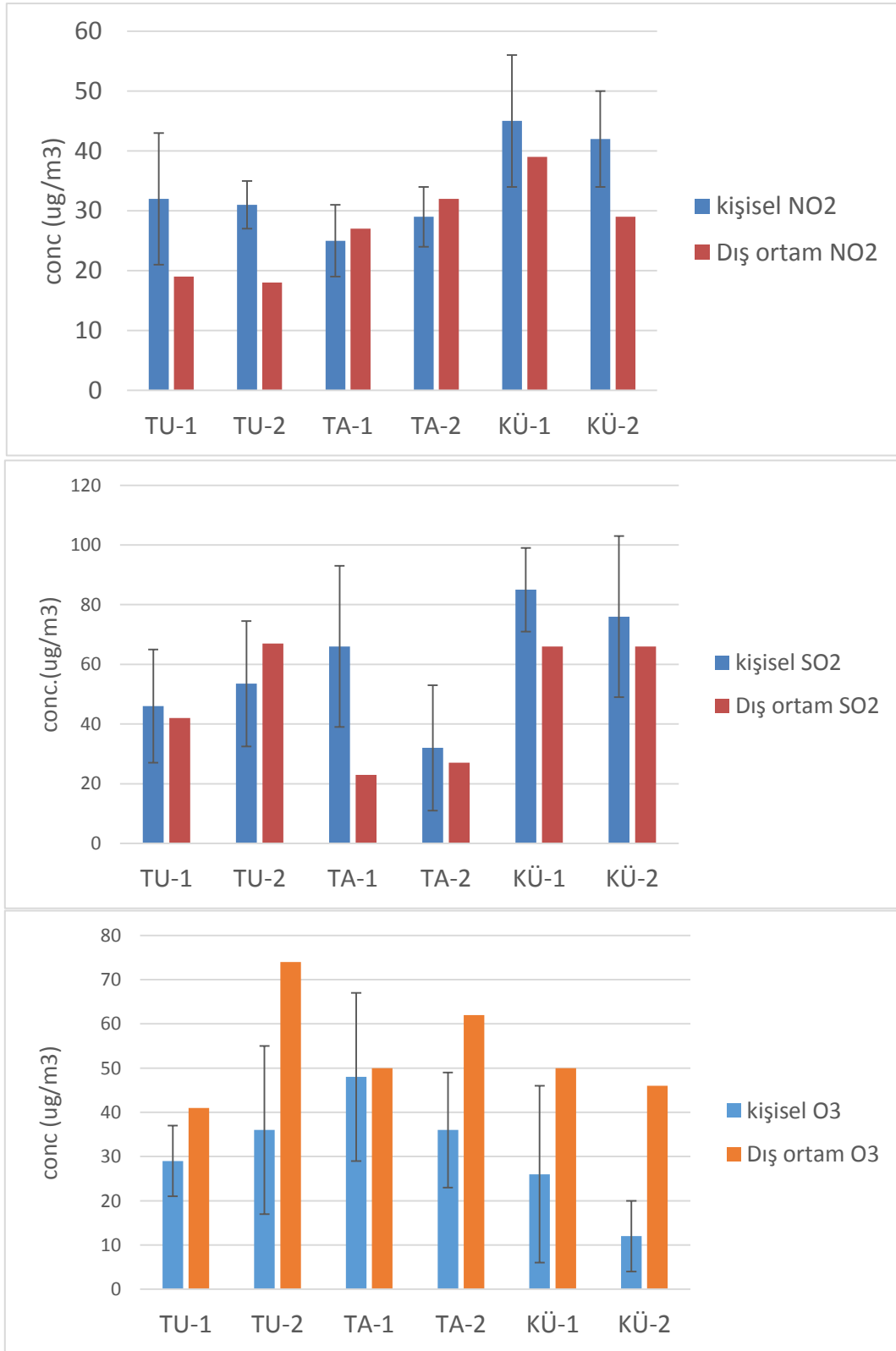
Kişilerin yaşam alışkanlıkları ve kişisel özellikleri ile birtakım kirleticilere maruz kalımları arasında önemli ilişkiler olabileceğinden, örnekleme katılan çocukların muhtemel maruz kalım kaynaklarını araştırmak amacıyla evde sigara içme durumunu, evin okula uzaklığını ve öğrencinin okula ulaşımını nasıl sağladığını, evde ısınma ve yemek için hangi yakıtın kullanıldığı, evlerinin konumu ve trafik yoğunluğu durumunu sorgulayan bir anket uygulanmıştır. Bu anketi çocukların anne ya da babalarının doldurması istenmiştir. Anket uygulanmasının amacı ölçüm verileri ve anket verilerini istatistiksel yöntemlerle inceleyerek bu ilişkileri belirleyebilmektir (Horton 2006; Edwards vd., 2006; Environment Australia 2003).

Çocukların koluna takılan örnekleme cihazlarının toplandığı çalışmamızın ikinci gününde katılımcıların kolluklarıyla yaptıkları aktiviteler sırasında gerçekleştirilecek olası olayların sorulduğu kontrol listesi doldurmaları istenmiştir. Bu kontrol listesi ile kollukların düşüp düşmediği ya da zarar görüp görmediği, uyurken başuçlarında bulundurup bulundurmadıkları gibi örneklem sırasında yaşanabilecek önemli olayların kaydı tutulmuştur.

3. SONUÇLAR

Maruz kalım ön değerlendirme çalışmasına 6 okuldan toplam 93 öğrenci (47 kız, 45 erkek) katılmıştır. Çalışmaya katılan çocukların ortalama yaşı 9,3 yıldır. Çalışmaya dâhil edilen çocukların 90'ı anketlerini tam olarak doldurmuştur. Çocuklara dağıtılan anketlerin tamamına yakını çocuğun annesi (50 kişi, %54) ya da babası (31 kişi, %34) tarafından doldurulmuştur. Anket sonuçlarına göre, çocukların yaşadıkları evin okudukları okula uzaklığı ortalama 715 metredir ve çocuklar okullarına evlerinden ortalama 9,9 dakikada ulaştıklarını belirtmişlerdir. Çocukların büyük bir kısmı (66 kişi, %72) okullarına yürüyerek gittiklerini bildirmiştir. Diğerleri ise servis (20 kişi, %22) ve otomobil (4 kişi, %4) ile okullarına ulaşmaktadır. Çalışmaya dâhil edilen çocukların çoğunun (85 kişi, %93) evlerinde sigara kullanılmadığı belirtilmiştir. Yalnızca 5 çocuğun yaşadığı evin içinde sigara kullanıldığı anketlerden anlaşılmaktadır. Projede yalnızca evinde sigara kullanılmayan çocuklar çalışmaya dahil edileceğinden, evinde sigara kullanılan çocuklar ihmal bırakılarak, maruz kalım ölçümlerine ait sonuçlar 87 kişi üzerinden değerlendirilmiştir. Çalışmaya dâhil edilen çocukların hava kirleticilerine 24 saatlik ortalama kişisel maruz kalım değerleri NO₂, SO₂ ve O₃ kirleticileri için sırası ile $33 \pm 13 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $55 \pm 28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ve $34 \pm 18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ olarak bulunmuştur. Şekil 3'de sırası ile NO₂, SO₂ ve O₃ kirleticileri için okul bazında ölçülen ortalama kişisel maruz kalım değerleri ve o okulda yapılmış olan dış ortam örneklemesinde ölçülen derişim değerleri sunulmaktadır. Okul bazında incelendiğinde çocukların kişisel maruz kalım değerlerinin okullar arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir.

6. Ulusal Hava Kirliliği ve Kontrolü Sempozyumu-2015
7-9 Ekim 2015, İZMİR



Şekil 3. Maruz kalım ön değerlendirmesinin yapıldığı okullarda ölçülen kişisel ve dış ortam seviyelerin karşılaştırılması

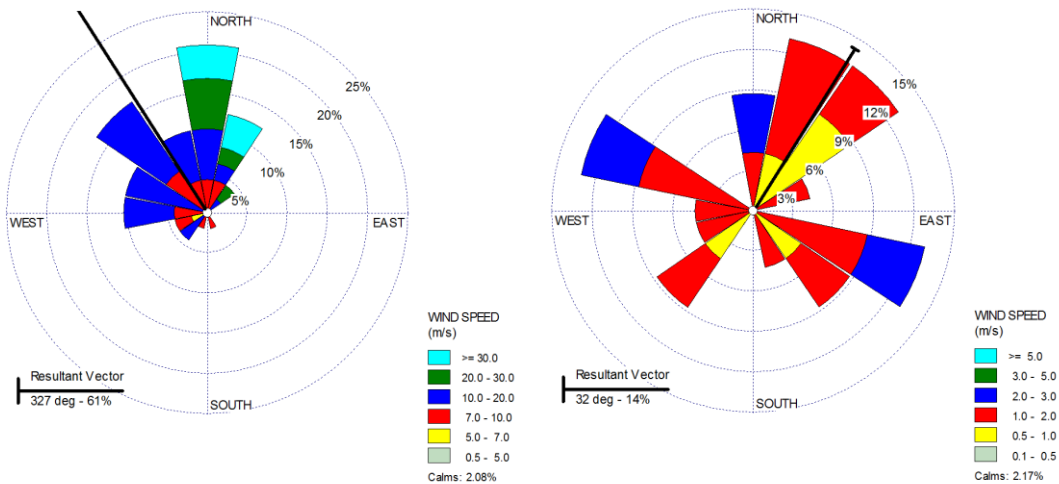
Kütahya ve Tavşanlı bölgelerinde ilkokullarda maruz kalım ön değerlendirme çalışmasının yapıldığı 04.06.2015 ve 05.06. 2015 günlerine ait meteorolojik veriler Tablo 1'de sunulmaktadır. Elde edilen verilerin daha iyi yorumlanabilmesi için pasif örnekleme çalışmasının gerçekleştirildiği 4-5 Haziran 2015 tarihleri için Kütahya merkez ve Tavşanlı meteoroloji istasyonlarından alınan verilere göre rüzgar gülleri hazırlanmıştır (Bkz. Şekil 4).

Tablo 1. Maruz kalım ön değerlendirmesinin yapıldığı günlere ait meteorolojik veriler *

Meteorolojik parametre	Tavşanlı ¹		Kütahya ²	
	04/06/15 tarihine ait veriler	05/06/15 tarihine ait veriler	04/06/15 tarihine ait veriler	05/06/15 tarihine ait veriler
Ortalama sıcaklık, °C (00-24)	15,3	14,8	13,7	14,8
Maksimum sıcaklık, °C (06-18)	19,4	21,5	16,7	15,9
Minimum sıcaklık, °C (18-06)	12,8	8,4	12,1	12
En çok esme yönü (°)	331	127	110	343
Esme sayısı	43	46	11	155
Ortalama rüzgar hızı (m/sn)	1,1	1,3	1,2	1,3
Maksimum rüzgar yönü (°)	50	296	347	336
Maksimum rüzgar hızı (m/sn)	6,2	6,8	4,8	4,5
Maksimum rüzgar saati	13:23	09:04	02:55	14:47
Toplam yağış, mm (06-06)	3	0	15,9	3,6
Ortalama bağıl nem, (%)	83,2	83	91,3	87,6
Aktüel basınç (HPA), mbar	920,5	920,7	906,3	906

¹ Meteorolojik veriler 17704 numaralı Tavşanlı İstasyonuna ait verilerdir.

² Meteorolojik veriler 17155 numaralı Kütahya Merkez İstasyonuna ait verilerdir.



Şekil 4. 4-5 Haziran 2015 tarihleri için a) Kütahya merkez b) Tavşanlı meteoroloji istasyonlarından alınan verilere göre hazırlanan rüzgar gülleri

4. SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Genel bir değerlendirme yapılacak olursa, Tunçbilek ve Tavşanlı bölgelerinde yaşayan çocukların kişisel maruz kalım değerlerinin Kütahya kent merkezinde yaşayan çocuklara kıyasla O₃ açısından daha yüksek ve NO₂ ve SO₂ açısından daha düşük olduğu dikkati çekmektedir. Kütahya kent merkezinde yaşayan çocukların NO₂ ve SO₂'ye kişisel maruz kalımlarının yüksek olmasının örneklemenin yapıldığı günlerdeki meteorolojik koşullar ile ilişkili olabileceği düşünülmüştür. Örneklemenin gerçekleştirildiği günlerdeki sıcaklık beklenin altında gerçekleştiği için çocukların iç ortamda daha çok zaman geçirdikleri görülmüştür. Bu durum zaman kullanımı anketlerinin sonuçlarında doğrulanmıştır. Anketlerden elde edilen başka bir bulgu da, Haziran ayı olmasına rağmen sıcaklık değerleri düşük olduğu için özellikle Kütahya kent merkezindeki evlerin önemli bir kısmında kömür yakıtlı ısınma sistemlerinin çalıştırılmış olmasıdır. Ayrıca, örnekleme çalışmasının yapıldığı günlerde Tunçbilek Termik Santralinin bir ünitesinin bakım nedeniyle kapalı olması ve Güragaç köyünde yer alan 51 MW gücündeki Polat Termik Santralinin de süresiz olarak kapatılmış olmasının çalışma sonuçlarını etkilediği tahmin edilmektedir.

NO₂, SO₂ ve O₃ ölçümleri okul bazında incelendiğinde çocukların kişisel maruz kalım değerlerinin ve okul dış ortam ölçümlerinin okullar arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Kirletici bazında değerlendirildiğinde ise, ozon için tüm okullarda çocuklarda ölçülen kişisel maruz kalım değerlerinin dış ortam ölçümlerine göre daha düşük olduğu dikkat çekmektedir. Bu durumun ozonun ev içi kaynaklarının az olması ve bu kirleticinin ev içinde hızlı tükenmesinden dolayı kapalı ortamlarda seviyelerinin açık ortama kıyasla daha düşük olması ile ilişkili olduğu düşünülmüştür. Çocuklar zamanlarının çoğunu kapalı ortamlarda geçirdiklerinden, ortalama kişisel maruz kalım değerleri dış ortam seviyelerine kıyasla daha düşük gerçekleşmiştir. Elde edilen verilere göre diğer kirleticiler için kişisel ve dış ortam ölçümleri arasındaki ilişki ile ilgili genelleme yapmak mümkün değildir.

Meteorolojik faktörler hava kirleticilerinin taşınımını ve atmosferde kalış süresini etkilediğinden yapılan ölçümlerin sonuçlarının meteorolojik faktörler ile birlikte değerlendirilmesi önem taşımaktadır. Ölçüm yapılan günlerde aşağıdaki meteorolojik durumlar dikkat çekmektedir;

- Örneklemelerin yapıldığı iki gün boyunca mevsim normallerinin altında bir sıcaklık görülmüştür. Çocuklara uygulanan anketlerde de düşük sıcaklık nedeniyle evlerde ısınma amaçlı olarak soba/kalorifer yakıldığı belirtilmiştir. Sıcaklık, yakıt tüketimini ve atmosferdeki kimyasal reaksiyonları; radyasyon hava kirleticileri arasındaki fotokimyasal reaksiyonları etkilemektedir.
- Örneklemeye çalışmasının yapıldığı iki günde yer yer yağmur gözlenmiştir. Yağış, kirleticilerin atmosferden giderilmesini ve atmosferik kirletici seviyelerinin beklenenden daha düşük ölçülmesine neden olmaktadır. Kütahya merkezdeki yağış miktarının Tavşanlı'dakinden daha fazla olduğu görülmüştür. Bu durum, çocukların dış ortamda geçirecekleri saat sayısını etkileyeceğinden, kişisel maruz kalım değerleri ile açık ortam derişimleri arasındaki farkın açıklamasında göz önünde bulundurulmuştur.

Rüzgâr gülleri değerlendirildiğinde, kirleticilerin santral yönünden taşınıp taşınmadığının, dış ortam seviyelerinde (özellikle SO₂) belirleyici olduğu söylenebilir. Rüzgar yönü yerel değişiklikleri de açıklayabilmektedir. Kütahya merkez istasyonu verilerine göre çalışmanın yapıldığı günlerdeki hâkim rüzgar yönleri kuzey ve kuzeybatıdır. Bu durumda Kütahya kent merkezinin Seyitömer Termik Santralinden salınan kirleticilerinden etkilenmesi beklenen bir durumdur. Tavşanlı meteoroloji istasyonundan alınan verilere göre ise çalışmanın yapıldığı günlerdeki hâkim rüzgar yönleri ise kuzeydoğu, batı ve güneydoğudur. Yapılan dış ortam ölçümlerinde rüzgâr yönünün etkisi görülmektedir (Örneğin TU-2 nolu okulun Tunçbilek Termik Santraline olan uzaklığı TU-1 nolu okuldan daha fazla olmasına rağmen, rüzgâr yönlerine bağlı olarak, TU-2 nolu ilkokuldaki SO₂ derişimleri daha yüksek bulunmuştur.

5. TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Haziran 2015 ayının ilk günlerinde Kütahya ilindeki ilkokullarda gerçekleştirdiğimiz bu maruz kalım ön değerlendirme çalışması devam etmekte olan bir araştırma projesi kapsamında gerçekleştirilecek kapsamlı çalışmaların bir ön denemesi niteliğinde olduğundan, az sayıda çocuğu kapsamı, yalnızca bir defa gerçekleştirilmesi nedeniyle mevsimsel değişkenliğin göz ardı edilmesi gibi sınırlılıkları bulunmaktadır. Bununla birlikte bu ön değerlendirme çalışması bize 2015-2016 öğretim yılında gerçekleştireceğimiz kapsamlı ve tekrarlı saha ve laboratuvar çalışmalarının bir ön provasını yapma fırsatı vermiştir. Maruz kalım ön değerlendirme çalışması, kişisel maruz kalım ölçümlerinin organizasyonu, çocuklara uygulanacak bilgi formlarının (zaman kullanım günlükleri, anketler ve kontrol listesi) hazırlanması ve validasyonunun yapılması, projede çalışan bursiyer öğrencilerin laboratuvarında örneklerin hazırlanması ve kimyasal analizi konularında deneyim kazanmaları açısından oldukça faydalı olmuştur. Bu nedenle yaptığımız ön çalışma ile elde ettiğimiz deneyim neticesinde, 2015-2016 öğretim yılında başlatılacak olan 6 aylık kişisel maruz kalım ölçümleri ve sağlık değerlendirmesi (solunum fonksiyon testleri ve kan basıncı ölçümleri) saha çalışmalarında sorunsuz bir şekilde gerçekleştirilmesi beklenmektedir.

6. AÇIKLAMA VE TEŞEKKÜR

Bu çalışma, 1407F398 nolu “Endüstriyel Bir Bölgede Yaşayan Okul Çağındaki Çocukların Hava Kirleticilerine Kişisel Maruz Kalımlarının Belirlenmesi ve İlişkili Sağlık Etkilerinin İncelenmesi” başlıklı Anadolu Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi kapsamında gerçekleştirilmiştir. Yazarlar çalışmanın gerçekleştirilmesini onaylayan Kütahya İl Milli Eğitim Müdürlüğü ve Tavşanlı İlçe Milli Eğitim Müdürlüğü’ne, örnekleme çalışmaları sırasındaki yardımları dolayısıyla okul yöneticilerine ve öğretmenlere, çalışmaya katıldıkları için sevgili çocuklara ve ailelerine teşekkür ederler.

KAYNAKLAR

Bateson, T.F. ve Schwartz, J. (2008), “Children's response to air pollutants”, *J. Toxicol. Env. Health, Part A*, 71, 238-243.

Brunekreef, B. ve Holtage, S.T., (2002), “Air pollution and health”, *Lancet*, 360, 1233-1242.

Curtis, L., Rea, W., Smith-Willis, P., Fenyves, E. ve Pan, Y. (2006), “Adverse health effects of outdoor air pollutants”, *Environ. Int.*, 32, 6, 815-830.

6. Ulusal Hava Kirliliği ve Kontrolü Sempozyumu-2015 7-9 Ekim 2015, İZMİR

Demirel, G., Özden, Ö., Döğeroğlu, T., Gaga E.O. (2014), “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*, 473–474, 537–548.

Dockery, D.W. ve Pope, (1994), “Acute respiratory effects of particulate air pollution”, *Annu. Rev. Public Health*, 15, 107-32.

Edwards, R.D., Schweizer, C., Llacqua, V., Lai, K.H., Jantunen, M., Oglesby, B., Kunzli, N. (2006), “Time Activity Relationships to UOB Personal Exposure Factors,” *Atmospheric Environment*, 40, 5685-5700.

Englert, N. (2004), “Fine particles and human health - a review of epidemiological studies”, *Toxicol. Lett.*, 149, 1-3, 1, 235-242.

Environment Australia Department of the Environment and Heritage, (2003), BTEX Personal Exposure Monitoring in Four Australian Cities, Australia.

Gaga E. O., Döğeroğlu T., Özden Ö., Arı A., Yay O. D., Altuğ H., Akyol N., Örnektekin S. ve Van Doorn W. (2012), “Evaluation of air quality by passive and active sampling in an urban city in Turkey: current status and spatial analysis of air pollution exposure”, *Environ Sci Pollut Res Int*, 19, 8, 3579-3596.

Horton, A., Murray, F., Bulsara, M., Hinwood, A., Farrar, D. (2006), “Personal Monitoring of Benzene in Perth, Western Australia: The Contribution of Sources to Non Industrial Personal Exposure,” *Atmospheric Environment*, 40, 2596-2606.

Kunzli, N., Kaiser, R, Medina, S., Studnicka, M., Chanel, O., Filliger, P., Herry, M., Horak, F., Puybonnieux-Textier, V., Quenel, P., Schneider, J., Seethaler, R., Vergnaud, J. C. ve Sommer, H. (2000), “Public-health impact of outdoor and traffic-related air pollution: a European assessment”, *Lancet*, 356, 795- 801.

Maynard, R. (2004), “Key airborne pollutants - the impact on health”, *Sci. Total Environ.*, 334, 9-13.

Özden Ö., Döğeroğlu T. ve Kara S. (2008), Assessment of ambient air quality in Eskişehir, Turkey, *Environment International*, 34, 5, 678-687.

Özden, Ö. ve Döğeroğlu, T. (2012), “Performance evaluation of a tailor-made passive sampler for monitoring of tropospheric ozone”, *Environmental Science and Pollution Research*, DOI: 10.1007/s11356-012-0825-0.

Özden, Ö. ve Döğeroğlu, T. (2008), “Field evaluation of a tailor-made new passive sampler for the determination of NO₂ levels in ambient air”, *Environ Monit Assess*, Volume 142, pp.243-253, Number 1-3/July, 2008.

Pope, C.A., Dockery, D.W., Spengler, J.D. ve Raizenne, M.E. (1991), “Respiratory health and PM₁₀ pollution. A daily time series analysis,” *Am. Rev. Respira. Dis.*, 144, 668-674.

6. Ulusal Hava Kirliliği ve Kontrolü Sempozyumu-2015
7-9 Ekim 2015, İZMİR

Raizenne, M., Neas, L.M., Damokosh, A.I., Dockery, D.W., Spengler, J.D., Koutrakis, P., Ware, J.H. ve Speizer, F.E. (1996), “Health effects of acid aerosols on North American children: Pulmonary function”, *Environ. Health Perspect.*, 104 (5), 506-514.

Schwartz, J. (2004), “Air pollution and children's health”, *Pediatrics*, 113 (4), 1037- 1043