

İç Ortam Hava Kalitesinin Solunum Sağlığına Olan Etkisi

Sibel MENTEŞE

Doç. Dr., Çevre Mühendisi
ÇOMÜ, Çanakkale
sibementese@gmail.com

N. Arzu MİRİCİ

Prof. Dr., Doktor
ÇOMÜ, Çanakkale
arzumirici@gmail.com

Coşkun BAKAR

Prof. Dr., Doktor
ÇOMÜ, Çanakkale
drcbakar@hotmail.com

Müşerref TATMAN OTKUN

Prof. Dr., Doktor
ÇOMÜ, Çanakkale
otkunm@comu.edu.tr

Elif PALAZ

Çevre Mühendisi
ÇOMÜ, Çanakkale

ÖZ

İnsanlar hayatlarının büyük bir kısmını kapalı ortamlarda geçirmektedir. Herhangi bir kirlenici maddeye maruz kalınan miktar; maruz kalma süresi ve maruz kalınan kirlenici dozunun bileşkesi olarak ifade edilir. Bu nedenle iç ortamlarda uzun maruz kalma sürelerince mevcut olan hava kirlenici miktarı sağlık etkileri ve risk belirlenmesinde önem arz etmektedir. İç ortamlarda maruz kalınan hava kirlenicilerin bir kısmı dış ortamdan havalandırma veya infiltrasyon yolu ile iç ortamlara girerken; geriye kalan kirlenicilerin büyük bir kısmı ise çok sayıda farklı kaynaktan (ör: sigara, bina ve dekorasyon malzemeleri, kozmetik ve temizlik ürünleri gibi) iç ortama salınmaktadır. Yapılan araştırmalar iç ortam hava kirliliği ile olumsuz sağlık etkileri arasında bir ilişkinin olduğunu göstermektedir. Ayrıca, Dünya Sağlık Örgütü'nün 2013 yılında yayınladığı raporda iç ortam hava kirliliği kanser nedeni olarak gösterilerek, iç ortam hava kalitesi araştırmalarına öncelik verilmesi salık verilmiştir. Çanakkale ilinin farklı özellikteki ilçelerinde gerçekleştirilen çalışmada organik, inorganik ve biyolojik hava kirleniciler uzun süreli olarak evlerde ölçülmüştür. Ayrıca, ev sakinlerinin solunum fonksiyonları da ölçülmüştür. Son olarak ise, yapılan sağlık anketleri ile ev sakinlerinin hem genel sağlık durumları, hem de solunum sağlığı izlenmiştir. Çalışma merkezlerinde solunum semptomları ile hava kalitesi parametreleri ve solunum fonksiyonları arasında anlamlı ilişki saptanmıştır ($p < 0,05$). Son olarak, ev sakinlerinin genel sağlık koşulları ile solunum fonksiyonları arasında anlamlı ilişki bulunmuştur ($p < 0,05$).

Anahtar Kelimeler

İç Ortam Hava Kalitesi, Solunum Yolu Hastalıkları, Solunum Fonksiyonu, Çanakkale.

Influence of Indoor Air Quality on Respiratory Health

Deniz TAŞDİBİ

Çevre Mühendisi
ÇOMÜ, Çanakkale

Osman ÇOTUKER

Çevre Mühendisi
ÇOMÜ, Çanakkale

Sibel OYMAK

Doç. Dr., Doktor
ÇOMÜ, Çanakkale
cevizci.sibel@gmail.com

ABSTRACT

People spend most of their times in indoor environments. Exposure to any pollutant source is expressed as a resultant of exposed dose and exposure duration. Therefore, indoor air pollutant amount is crucial while estimating the health effects and risk assessment. Some of the indoor air pollutants come from outdoors by ventilation and infiltration, while some of them are emitted from many sources (e.g., cigarette, building and decoration products, cosmetics, cleaning agents, etc.). Researches have shown the association between indoor air pollution and adverse health effects. Also, it was mentioned in World Health Organization's report, published in 2013, that indoor air pollution is cause of cancer and was recommended that indoor air quality investigations must have a first priority in the research fields. Long term measurements of organic, inorganic, and biological pollutants were done in homes located in different towns of Çanakkale city. Moreover, respiratory functions of the occupants were measured. Furthermore, both general health conditions and respiratory health of the occupants were assessed with the applied occupants' surveys. Statistically significant correlations were found among the respiratory symptoms, air quality of the study sites, and the respiratory functions. Finally, a statistically significant correlation was found between general health conditions and respiratory functions of the occupants ($p < 0.05$).

Keywords

Indoor Air Quality; Respiratory Diseases, Respiratory Function, Çanakkale.

Geliş Tarihi : 09.10.2016
Kabul Tarihi : 10.03.2017

Menteşe, S., Mirici, N. A., Bakar, C., Otkun, M. T., Palaz, E., Taşdibi, D., Çotuker, O., Oymak, S., İç Ortam Hava Kalitesinin Solunum Sağlığına Olan Etkisi, 13. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi Bildiriler Kitabı, sf. 1603-1611, Nisan 2017.

1. GİRİŞ

Hava kirliliği ile sağlık arasındaki ilişki, sanayileşme ve kentleşme ile birlikte bilim insanlarının dikkatini çeken önemli çevre sorunlarından birisi olarak gündemimizde yer almaktadır. Hava kirliliği özellikle akut ve kronik solunum yolu hastalıklarının hem nedeni olmakta, hem de var olan hastalıkların prognozunu olumsuz etkilemektedir. Sağlık Bakanlığı'nın 2013 yılı verilerine göre ölüm nedenleri arasında solunum sistemi hastalıkları %14,3 ile üçüncü sırada yer almaktadır. Ulusal ölüm nedenleri arasında kardiyovasküler hastalıklar birinci sırada, kanserler de ikinci sırada yer almaktadır. Kanserler içinde ise akciğer kanseri, ölüm nedenleri arasında ilk sıradadır [1].

Günümüzde küresel olarak ölümlerin üçte ikisi kronik hastalıklara bağlı olarak görülmektedir. Kronik hastalıklar içinde kalp ve damar hastalıkları, kanserler ve solunum sistemi hastalıkları başta gelmektedir. Kentleşmeyle birlikte seyreden hava kirliliği sorunu bu hastalıkların nedeni olduğu gibi hastalığın seyrini de olumsuz etkilemektedir. Bu nedenle Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) kronik hastalıkların önlenmesi ve kontrolü için acil eylem çağrısı yapmıştır. Kronik solunum yolu hastalıkları için GARD (Kronik Solunum Hastalıklarına Karşı Küresel İşbirliği-Global Alliance Against Chronic Respiratory Diseases) başlıklı bir işbirliği programı kurmuştur. GARD, Bulaşıcı Olmayan Hastalıklar Eylem Planı'nın bir parçası niteliğindedir ve ulusal kontrol programının kronik havayolu hastalıkları parçasının gelişimine destek sağlamak amacıyla kaynakları bir araya getirmektedir. DSÖ'nün bu hastalıkların üzerinde durmasının en önemli nedeni, kronik solunum yolu hastalıklarının önlenebilir olmalarıdır [2].

Hava kirliliğinin insan sağlığına etkisi sanayi devriminden sonra dikkati çekmesine rağmen bilimsel araştırmalara 1980'li yılların ikinci yarısından sonra konu olmaya başlamıştır. Hava kalitesi ile insan sağlığı arasındaki ilişkinin araştırılması amacıyla farklı yöntemler kullanılmaktadır. Kirleticinin türüne göre; hücre düzeyinden; organ ya da dokunun yapısal ve fonksiyonel değişimlerine kadar farklı analizler yapılabilir. Hücre düzeyinde partiküler kirlilik ile gaz ya da biyolojik kirleticilerin neden olduğu inflamasyon ve doku hasarı ve hücre ölümlü benzeri olayların saptanması mümkün olabilir. In vivo çalışmalarda ise doğrudan kirliliğe maruz

kalan bireylerin organ ya da dokularında meydana gelen yapısal ve fonksiyonel bozukluklar ölçülerek kirlilik miktarı ile ilişkisi aranabilir. Akut ve kronik değişiklikler yanında; zaman içindeki değişiklikleri gösteren izlem çalışmaları da önemli veriler sağlayabilmektedir [3, 5].

İnsanlar zamanlarının büyük bir bölümünü (%80'den fazla) kapalı ortamlarda geçirmektedir. Bu nedenle iç ortam havasının en az dış ortam hava kalitesi kadar halk sağlığı üzerinde çok büyük bir etkisi vardır. Bu konu ile ilgili olarak yapılan çalışmalarda iç ortam hava kalitesinin bozulmasının çeşitli solunum yolu hastalıkları (astım gibi), alerjik hastalıklar (hypersensitifpnömoni gibi) ve kansere neden olabileceği belirtilmektedir. İç ortam hava kalitesinin iyileştirilmesi; insan sağlığının korunması ile rahatsızlıklardan kaynaklanan iş kaybının azalmasını ve tıbbi tedaviler nedeniyle ortaya çıkan ekonomik kayıpların da önüne geçilmesini sağlayacaktır. İç ortam hava kalitesinin sağlanması konusunda tasarımcıların, kullanıcıların, yapı malzemesi üreticilerinin vb. bilinçlenmesi gerekmektedir [6].

İç ortam hava kirliliği ile solunum sağlığı arasındaki ilişki çok sayıda araştırmanın konusu olmaktadır. İç ortam hava kirliliğine neden olan yakıt ürünleri başta olmak üzere, kimyasal maddeler ve biyolojik ürünler de solunum hastalıklarının sıklığını ve niteliklerini etkilemektedir. İç ortam hava kalitesinin olumsuz etkilendiği durumlarda, astım ve kronik obstruktif akciğer hastalığı (KOA) gibi hava yolu hastalıkları başta olmak üzere, akut solunum yolu enfeksiyonları, akciğer kanseri ve interstisyel akciğer hastalıkları artmaktadır. DSÖ'nün 2014 yılında yayınladığı bir raporda iç ortam hava kirliliğinin genel hastalık yükünün %2,7'sinden ve erken ölümlerin %3,3'ünden sorumlu olduğu bildirilmektedir. Solunum yolu enfeksiyonları nedeniyle kaybedilenlerin %21'inden, KOA nedeniyle ölümlerin %35'inden ve akciğer kanserinden ölümlerinin %3'ünden iç ortam hava kirliliği özellikle sorumlu tutulmaktadır [7]. Astım ve KOA, akciğer içi hava yollarının kronik inflamatuvar hastalıkları olup hem ortaya çıkmasında, hem de semptom artışı dönemlerinin gelişmesinde genel olarak hava kirliliğinin önemi üzerinde durulmaktadır. İç ortam hava kirliliğinin bu hastalıklarda alevlenme dönemlerinden de sorumlu bir faktör olduğu bilinmektedir [2].

Solunum sağlığı ile iç ortam hava kalitesi arasındaki etkileşimi ortaya koymak amacıyla yapılan araştırmalar, bu etkinin kişiden kişiye ve bölgede bölgeye değiştiğini ortaya koymaktadır. Yaş, cinsiyet, ek hastalık varlığı ve kirliliğin niteliği bu etkilenmeyi belirleyen faktörler arasındadır. Pişirme ve ısınma amaçlı yakıt kullanımına bağlı kirlilik, bu işleri erkeklerden daha fazla yaptıkları için tüm dünyada kadınları daha fazla etkilemektedir. Özellikle gelişmekte olan ülkelerde iç ortamda geçirdikleri süre daha fazla olduğu için, kadınların ve küçük çocukların iç ortam kirliliğinden daha fazla etkilendiği bildirilmektedir. Benzer şekilde gelişmekte olan ülkelerde ısınma ve pişirme amaçlı kullanılan yakıtların niteliği, yakma sistemlerinin gelişmişliği ve yaşam alanlarının genel özellikleri nedeniyle; gelişmiş ülkelere göre daha fazla olumsuz etki görüldüğü ortaya konulmaktadır [8, 9].

Türkiye’de yapılan çalışmalarda, endüstriyel kirliliğin yoğun olduğu kentlerde kardiyovasküler ve respiratuar ölümlerin, kirliliğin az olduğu şehirlere göre daha fazla olduğu saptanmıştır [10]. Çin ve Amerika Birleşik Devletleri’nde yapılan çalışmalarda akciğer kanseri ile iç ortam hava kirliliği arasındaki ilişkiyi ortaya koyan çalışmalar dikkat çekici niteliktedir. Pasif sigara dumanı ve çeşitli yakıtların neden olduğu hava kalitesi değişiklikleri akciğer kanseri ile ilişkili bulunmuştur. Bunlardan özellikle odun, kömür ve hayvansal atıkların insan DNA’sında oluşturduğu zarar deneylerle ortaya konulmuştur [11, 12].

2. YÖNTEM

Çanakkale ilinin Merkez, Lapseki ve Çan ilçelerinde 1 yıl süre ile iç ortam hava kalitesi izlenmiştir. Örneklem noktası olarak, evlerin en çok kullanılan odası olan oturma odası tercih edilmiştir. Örneklem ve ölçüm teknikleri için daha önce yapılan çalışmalar takip edilebilir [13, 15]. Özetle; partikül madde, anlık ölçüme imkân sağlayan otomatik bir cihaz ile uçucu organik bileşikler (UOB), seçici sorbent ile doldurulmuş örneklem tüpleri içerisine toplanarak Thermal desorber-gaz kromatografi (TD-GC) sisteminde analiz edilip tür ve miktar tayini yapılmıştır. Biyoaerosoller ise biyoimpaktör içerisine yerleştirilen uygun besiyerleri üzerine toplandıktan sonra inkübasyona tabi tutulup sayımları yapılmıştır. CO₂, sıcaklık ve bağıl nem ise anlık ölçüm yapan otomatik cihazlar ile ölçülmüştür.

İkinci olarak ise hava kirliliğine neden olan faktörlerin sağlıkla olan ilişkisini inceleyebilmek amacıyla yapılan hava kalitesi ölçümlerine ilaveten, örneklem noktalarında ikâmet eden ev sahiplerine mevsimsel olarak kişisel sağlık anketi ile spirometre cihazı ile solunum fonksiyon testi (SFT) uygulanmıştır [13, 14].

3. BULGULAR

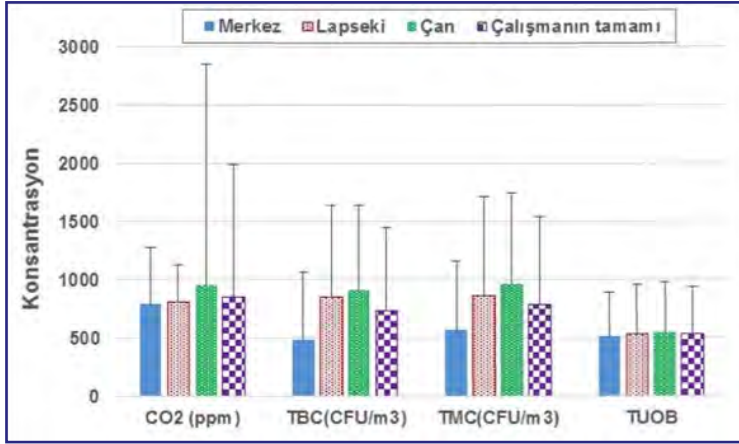
3.1. İç Ortam Hava Kalitesinin Belirlenmesi

Çalışma süresince ortalama değer olarak iç ortam havasında sıcaklık ve bağıl nem değerleri, sırasıyla 23 °C ve %50 seviyelerinde gözlenmiştir. İç ortam havasında ölçülen karbondioksit (CO₂, ppm), toplam bakteri konsantrasyonu (TBC, CFU/m³), toplam mantar konsantrasyonu (TMC, CFU/m³) ve toplam uçucu organik bileşik (TUOB) seviyelerinin (µg/m³) yıllık ortalama konsantrasyonlarının ölçüm yapılan üç ilçedeki seviyeleri Şekil 1’de verilmiştir. Buna göre, ölçülen tüm hava kirlleticilerin seviyeleri Çan ilçesinde, diğer ilçelere göre daha yüksek olarak gözlenmiştir. En düşük kirleticiler konsantrasyonları ise Merkez ilçede ölçülmüştür.

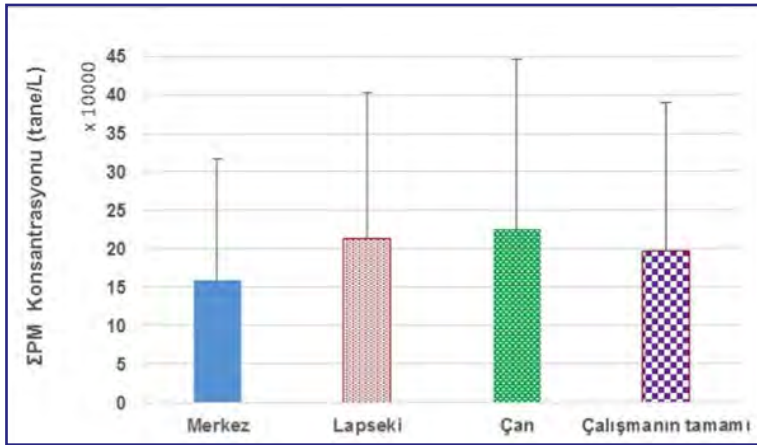
İç ortam havasında ölçülen toplam partikül madde (IPM) konsantrasyonunun (tane/L) yıllık ortalama değerlerinin mekânsal değişimi Şekil 2’de verilmiştir. Buna göre, en düşük partikül seviyelerine Merkez ilçede ve en yüksek partikül seviyeleri ise yine Çan ilçesinde gözlenmiştir.

3.2. Katılımcıların Sağlık Durumunun ve İç Ortam Hava Kalitesi İle İlişkisinin Belirlenmesi

Katılımcıların genel sağlık durumu Tablo 1’de verilmiştir. Genel olarak katılımcıların genel sağlık koşullarının mevsimsel ve mekânsal olarak değişim gösterdiği görülmüştür. Mekânsal açıdan bakıldığında; astım gözlenme sıklığının en yüksek Çan’da yaşayan katılımcılar arasında olduğu (yaklaşık 1/3 oranında); Lapseki ve Merkez’de astım sıklığının daha düşük olduğu görülmüştür. Merkez’de, Lapseki’de ve Çan’da yaşayan katılımcıların genel sağlık durumlarının “çok iyi/iyi” olarak sırasıyla, yaz mevsiminde (%78); kış mevsiminde (%72,2) ve ilkbahar mevsiminde (%58,9) olduğu belirtilmiştir. Sağlık Bakanlığı’nın yayınladığı son sağlık istatistiklerine göre (T.C. Sağlık Bakanlığı, 2012), Türkiye’nin toplam popülasyonu dikkate alınarak



Şekil 1. İç ortam havasında ölçülen CO₂ (ppm), TBC (CFU/m³), TMC (CFU/m³) ve TUOB (µg/m³) yıllık ortalama değerlerinin mekânsal değişimi



Şekil 2. İç ortam havasında ölçülen toplam partikül madde (IPM) konsantrasyonunun (tane/L) yıllık ortalama değerlerinin mekânsal değişimi

hesaplanan kişilerin genel sağlık durumu istatistiklerinde, “çok iyi/iyi” sağlık durumu %70,7 iken; “kötü/çok kötü” sağlık durumu %7,2 olarak saptanmıştır. Merkez ve Lapseki’de gözlenen “çok iyi/iyi” genel sağlık durumu yüzdesi Türkiye’deki bu genel istatistik ile uyumluyken; Çan’da gözlenen “kötü” sağlık koşulu yüzdesinin Türkiye’de gözlenen orandan daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Merkez ve Lapseki’deki oranlardan belirgin olarak yüksek olarak, Çan’da yaşayan katılımcıların %40’ından fazlası genel sağlık durumlarını “orta/kötü” olarak nitelendirmektedir.

Katılımcıların genel sağlık koşulları ile solunum yolu semptom skorları arasındaki ilişki istatistiksel olarak bivariante (iki-değişkenli) regresyon analizi ile de araştırılmıştır (bkz. Tablo 2). Regresyon analizi yapılmadan önce, solunum yolu hastalıkları ve semptomlarının gözlenmesi aşamasında karıştırıcı faktör olarak kabul edilen hâlihazırda sigara içiminin etkisini ortadan kaldırmak için öncelikli olarak sigara içimine göre düzeltme yapılmıştır. Buna göre katılımcıların genel

sağlık durumlarının, solunum yolu semptomlarının gözlenmesi durumuyla ilişkili olduğu istatistiksel güven seviyesinde belirlenmiştir ($p < 0,05$).

4. SONUÇ

Ülkemizde iç hava kalitesinin solunum sağlığına olan etkisini araştıran çalışmalar yok denecek kadar az sayıdadır. Özellikle kamu alanlarında sigara içiminin yasaklanmasından sonra, en önemli iç ortam kirleticisi olan sigaranın etkisinin azalmasıyla beraber, iç ortam hava kalitesini etkileyen diğer faktörlerin solunum sağlığına olan etkisi daha belirgin şekilde önem arz etmektedir. Bu nedenle, iç ortam hava kalitesinin sağlık etkilerini araştıran çalışma sayısının artması ve solunum sağlığını koruyucu önlemlerin belirlenmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] T.C. Sağlık Bakanlığı, “Sağlık İstatistikleri Yıllığı-2013”, Ed. Başara, B. B., Güler, C., Yentür G. K., Sağlık Araştırmaları Genel Müdürlüğü, Ankara, 2014.
- [2] GINA (Global Initiative for Asthma), “Global Strategy For Asthma Management and Prevention”, www.ginasthma.org/local/uploads/files (erişim tarihi: 15.04.2014).
- [3] Atkinson, R. W., Kang, S., Anderson, H. R. vd., “Epidemiological Time Series Studies of PM 2.5 and Daily Mortality and Hospital Admissions: A Systemic Review and Meta Analysis”, Thorax, 69, 660-665, 2014.

Tablo 1. Katılımcıların Genel Sağlık Durumunun Mekânsal ve Mevsimsel Değişimi

Lokasyon	Mevsim	Çok iyi	İyi	Orta	Kötü
Merkez (n= 46)	Sonbahar	15,2	45,8	37,0	2,2
	Kış	13,0	56,5	28,3	2,2
	İlkbahar	8,7	60,9	30,4	0,0
	Yaz	23,9	54,3	21,8	0,0
Lapseki (n= 36)	Sonbahar	27,8	30,7	38,9	2,8
	Kış	11,1	61,1	25,0	2,8
	İlkbahar	16,7	52,8	25,0	5,5
	Yaz	5,5	63,9	30,6	0,0
Çan (n= 39)	Sonbahar	18,0	33,3	35,9	12,8
	Kış	5,1	46,2	38,5	10,2
	İlkbahar	12,8	46,1	30,8	10,3
	Yaz	5,1	46,2	43,6	5,1

Tablo 2. Katılımcıların Genel Sağlık Durumları İle Solunum Yolu Semptom Skorlarının Bivariate Regresyon Analizine Göre Değişimi^a

Lokasyon	Mevsim	Grup	n	r ²	p-değeri
Merkez	Kış	Sigara içmeyenler	26	0,37	< 0,001
Merkez	Yaz	Sigara içmeyenler	26	0,18	0,030
Lapseki	Kış	Sigara içmeyenler	29	0,16	0,034
Çan	Yaz	Sigara içmeyenler	31	0,21	0,011
Merkez	İlkbahar	Sigara içenler	20	0,26	0,025
Çalışmanın tamamı	Kış	Sigara içmeyenler	86	0,18	< 0,001
Çalışmanın tamamı	Yaz	Sigara içmeyenler	86	0,14	< 0,001

^a karıştırıcı faktör olan sigara içimine göre düzeltme yapılmıştır; sadece istatistiksel olarak anlamlı faktörler gösterilmiştir (p < 0,05).

- [4] Laumbach, R. J., Kipen, H. M., “Respiratory Health Effects of Air Pollution: Update on Biomass Smoke and Traffic Pollution”, J. Allergy Clin Immunol, 129(1), 3-13, 2012.
- [5] Kim, K. H., Kabir, E., Kabir, S. A., “Review on the Human Health Impact of Airborne Particulate Matter”, Environmental International, 74,136-143, 2015.
- [6] Menteşe, S., “Bina İçi Hava Kalitesinin Belirlenmesi ve Kaynaklarının Tespiti”, (Doktora tezi), Hacettepe Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara, s.456, 2009.
- [7] WHO (World Health Organization), Media Centre, “Ambient (Outdoor) Air Quality and Health, Key Facts”, <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/en/> (erişim tarihi: 12.04.2015).
- [8] Dennis, R. J., Maldonado, D., Norman, S. vd., “Wood Smoke Exposure and Risk for Obstructive Airways Disease Among Women”, Chest, 109, 115-119, 1996.
- [9] Dutt, D., Srinivasa, D. K., Rotti, S. B. vd., “Effect of Indoor Air Pollution on the Respiratory System Of Women Using Different Fuels for Cooking in an Urban Slum of Pondicherry”, The National Medical Journal of India, 9, 113-117, 1996.
- [10] T.C. Sağlık Bakanlığı, “Türkiye’nin Hava Kirliliği ve İklim Değişikliği Sorunlarına

Sağlık Açısından Yaklaşım”, Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Ankara, 2010.

- [11] Danielsen, P. H., Möller, P., Jensen, K. A. vd., “Oxidativestress, DNA Damage, and Inflammation Induced by Ambient Air and Wood Smoke Particulate Matter in Human A549 and THP-1 celllines”, Chemical Research in Toxicology, 24, 168-184, 2011.
- [12] Salvi, S., Barnes, P. J., “Is Exposure To Biomass Smoke The Biggest Risk Factor For COPD Globally?” Chest, 138, 3-6, 2010.
- [13] Menteşe, S., N. A., Mirici, M. T., Otkun, Bakar, C., Palaz, E., Tasdibi, D., Cevizci, S., Çotuker, O., “Association Between Respiratory Health and Indoor Air Pollution Exposure in Çanakkale, Turkey”, Building and Environment, 93, 72-83, 2015.
- [14] Menteşe, S” Mirici, N. A., Otkun, M. T., Bakar, C” Cevizci, S., Elbir, T., Palaz, E” Tasdibi, D., Çotuker, O., Çanakkale İli Hava Kalitesinin Organik, İnorganik ve Mikrobiyolojik Kirlilik Düzeyinin Kronik Solunum Hastalıkları ile İlişkisi, 112Y59 Nolu Projenin Final Raporu, Tübitak, Çaydag.
- [15] Menteşe, S., Tasdibi, D., Orak, E., “Estimation of Sources and Factors Affecting Indoor VOC Levels Using Basic Numerical Methods”, AIMS Environmental Science, 3(4): 827-841.