



Araştırma Makalesi

Balıkesir’de Hava Kirliliğinin Çocuk ve Yetişkinlerde Solunum Hastalıklarına Etkilerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Alan Çalışması

Lokman Hakan TECER ✉

NKÜ Çorlu Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü, Çorlu, Tekirdağ

Sunuluş tarihi: 31 Ekim 2012, Kabul edilme tarihi: 18 Ocak 2013

ÖZET

Kentlerde hava kalitesinin hızla bozulmasını ve halk sağlığı üzerindeki potansiyel etkilerini gösteren bulguların artması “Temiz Hava Girişimleri” arttırmıştır. Kentsel ve endüstriyel bölgelerde hava kirliliğinin kontrolü yöneticilerin önemli bir konusu olmuştur. Özellikle hava kirliliğine maruz kalan düşük sosyo-ekonomik statüdeki geniş kesimlerin yaşadığı yerlerde hava kirliliği ve sağlık ilişkisi önemli olmaktadır. Bu çalışmada, çocuk ve yetişkinler arasında hava kirliliğinin solunum yolu rahatsızlıklarıyla ilgili hastane başvuruları üzerine kısa dönemli maruziyet etkisi belirlenmiştir. Çalışmada, Balıkesir’deki hastanelerden mevcut klinik ve demografik yapı kayıtlarından oluşan veriler kullanılmıştır. Günlük olarak elde edilen hava kirliliği ve meteorolojik veriler, çocuk ve yetişkinler için maruziyet hesaplamalarında kullanılmıştır. Çocuk ve yetişkinlerde solunum yolu rahatsızlıkları üzerine hava kirliliğinin etkisi vaka çapraz karşılaştırma (case-crossover) metodu kullanılarak değerlendirilmiştir. Çalışma periyodu boyunca (Haziran 2007–Mayıs 2008) Partikül Madde (PM₁₀) ortalaması 93,77 µg m⁻³, standart sapması 78,93 µg m⁻³tür. Tüm hastalık sınıflarında ve yaş gruplarında PM₁₀ seviyesi ile hastane başvuruları arasında kuvvetli bir ilişki bulunmuştur. PM₁₀ konsantrasyonundaki her 10 µg m⁻³’lük artış için astım, akut bronşit, kronik bronşit, KOAH gibi solunum yolu hastalıkları başvurularında %0,9'lara varan değişen oranlarda artış tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Hava kirliliği, PM₁₀, solunum hastalıkları, risk analizi, Balıkesir

© Tüm yayın hakları Hava Kirlenmesi Araştırmaları ve Denetimi Türk Milli Komitesi’ne aittir.

1. Giriş

Çeşitli hava kirleticilerinin çevreye ve insan sağlığına olumsuz etkileri bilinmektedir. Her bir hava kirleticinin etki süresi, konsantrasyonu ve diğer karakteristiklerine bağlı olarak insan sağlığı üzerinde etkileri olmaktadır. İnsanlar üzerindeki klinik çalışmalarda ozon, SO₂, partikül madde (PM₁₀), NO_x gibi kirleticilerin ve polen gibi biyogenik antijenlerin solunum yolu hastalıklarını arttırdığı rapor edilmiştir (Helander vd., 1997; Martonen ve Schroeter, 2003; Moshammer ve Neuberger, 2003). Pek çok epidemolojik çalışmada özellikle astım gibi kronik solunum yolu hastalığına çevresel hava kirliliğinin olumsuz etkisi olduğu kabul edilmektedir (Alberini ve Krupnick, 1998; Williams vd., 2000). Benzer çalışmalar, hava kirliliği seviyesi ile akciğer fonksiyonlarında düşüş, solunum yolu semptomlarında artış ve ölüm vakalarında artış arasında bir ilişkinin olduğunu göstermektedir (Wordley vd., 1997; Timonen vd., 2002). Yetişkin ve çocuklarda, solunum yolu şikayetleri veya astımda şiddetlenme sebebiyle hastaneye yatışlarda ve acil servislere başvurulardaki artışla hava kirliliği arasında ilişki olduğu bulunmuştur (Gomzi, 1999; Wong vd., 2000; Brunekreef ve Holgate, 2002).

Marmara Bölgesinde yer alan, Akdeniz iklimi ile Karadeniz iklimi arasındaki geçiş bölgesinde bulunan Balıkesir’de kış aylarında özellikle ısıtma ve trafik kaynaklı hava kirliliği yaşanmaktadır. Kent merkezinde yaşanan kirlilik seviyesine ısınma ve trafik kaynaklarının yanında, topografik yapı, kent yerleşim planı ve olumsuz meteorolojik şartlar da katkı yapmaktadır.

Gerçekleştirilen çalışmanın konusu öncelikle hava kirliliği ile kentteki solunum yolu hastalıkları vakaları arasındaki ilişkiyi hastane kayıtları (Haziran 2007–Mayıs 2008), hava kalitesi ve meteorolojik verilerle risk analizleri yöntemleriyle belirlemektir.

2. Yöntem

2.1. Çalışma bölgesinin tanıtımı

Marmara Bölgesinde yer alan ancak Ege Bölgesi sınırları içerisinde de toprakları bulunan Balıkesir ili, doğuda Bursa ve Kütahya, güneyde İzmir ve Manisa, batıda Ege denizi ve Çanakkale, kuzeyde Marmara denizi ile çevrilmiştir. 2007 yılı nüfus sayımına göre merkez nüfusu yaklaşık 245 000 kişidir. Balıkesir, Akdeniz iklimi ile Karadeniz iklimi arasındaki geçiş bölgesinde bulunmaktadır. Ege kıyıları yazları sıcak ve kurak,

kışları ılık ve genellikle yağışlıdır. Marmara kıyılarında ise Karadeniz ikliminin etkisiyle yazları nispeten serin geçmektedir. Kıyıda iç kesimlere doğru iklim karasallık eğilimi göstermekte ve kışlar soğuk geçmektedir. İç kesimlerde kışın soğuk dönemlerde etkili sis olayları zaman zaman %95–100 oranlarında nemliliğe sebep olmaktadır. Soğuk dönemlerde yüksek basınç, düşük sıcaklıklar nedeniyle fazla yakıt tüketimi ve beraberinde görülen sis olayları ağır hava kirliliği epizotlarının yaşanmasına sebep olmaktadır.

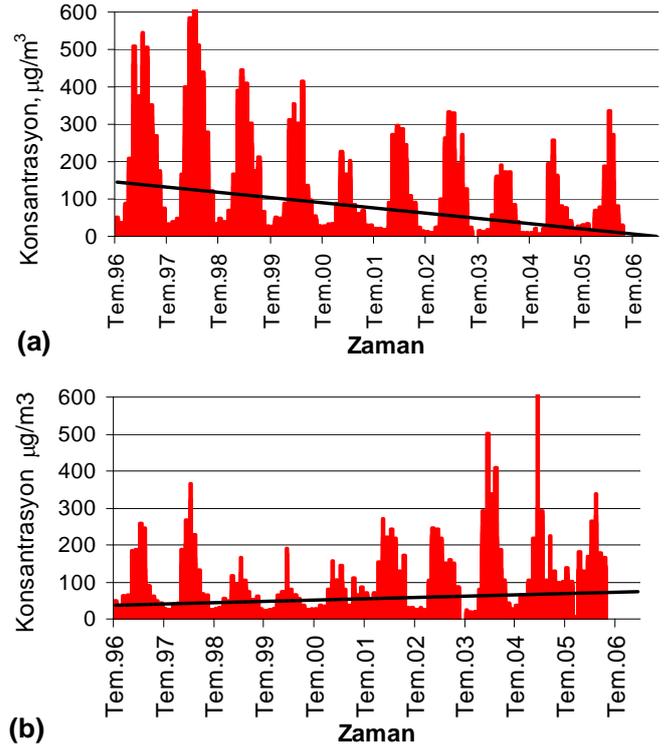
Balıkesir ili kış aylarında özellikle ısınmadan kaynaklı hava kirliliğinin etkisi altındadır. 2002–2003 ve 2005–2006 kış dönemi SO_2 ve PM değerleriyle il merkezi kirliliği I. Grup Kirli İller arasında yer almıştır. Konvansiyonel SO_2 ve PM ölçümlerinin yapıldığı uzun yıllar boyunca Balıkesir il merkezi kış sezonu kirlilik seviyeleriyle genellikle sınır değerlerin üzerinde ve Türkiye genelinde en kirli iller arasında yer almıştır. Kent merkezinde yaşanan bu kirlilik tablosuna, ısınma, sanayi ve trafik kaynaklarının yanı sıra, topografik yapı, kent yerleşim planı ve olumsuz meteorolojik şartların da katkıda bulunduğu düşünülmektedir. Kent merkezinin çanak şeklinde yapısı, kış aylarında hakim rüzgarların azalması, yüksek basınç ve hava sıcaklıklarının düşmesi, yüksek nemlilik ve sık görülen sisli günler kirlilik etkisini arttırmaktadır.

Hava kirliliğinin insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri bilinen bir gerçektir. Balıkesir’de özellikle kış mevsiminde yaşanan hava kirliliğinin bölge halk sağlığına etkilerini ortaya koyan herhangi bir çalışma bulunmamasına rağmen, özellikle solunum yolu hastalıklarının prevalansının yüksek olduğu bilinmektedir. T.C. Sağlık Bakanlığı’nın 2003, 2004 ve 2005 yıllarında yayınladığı Sağlık İstatistikleri raporunda, Türkiye genelinde solunum yolu semptomlarının illere göre ortalama değerlerinden; Balıkesir ilinin ilk sıralarda yer aldığı görülmektedir. Kentte özellikle çocukların astım, alerji, alerjik rinit gibi solunum yolu hastalıklarından yaygın bir şekilde muzdarip oldukları rapor edilmektedir (Tecer, 2008).

Balıkesir’de hava kirliliği ve meteoroloji. 1996–2006 dönemine ait 10 yıllık hava kirleticileri verilerinden SO_2 eğiliminin azalma yönünde TPM eğiliminin de artma yönünde olduğu görülmektedir (Şekil 1). SO_2 konsantrasyonlarının ortalaması $78 \mu\text{g m}^{-3}$, standart sapması ise $96 \mu\text{g m}^{-3}$ tür. Bu standart sapma değeri ile SO_2 , 10 yıllık dönem içerisinde oldukça değişkenlik göstermiştir. Maksimum ve minimum değerler arasındaki fark $666 \mu\text{g m}^{-3}$ olmuştur ki, bu değişim dönemsel epizotların yaşandığı anlamına gelmektedir. Nitekim ölçülen SO_2 konsantrasyonlarının frekans dağılımından günlük ortalamaların %25’inin $101 \mu\text{g m}^{-3}$ ’ten büyük olduğu anlaşılmaktadır. Ölçümün yapıldığı toplam 3 549 günün %10’luk kısmında (yaklaşık 355 gün) SO_2 konsantrasyonları $213 \mu\text{g m}^{-3}$ ’e eşit veya yüksek seyretmiştir. %1’lik dilimde (yaklaşık 35 gün) $455 \mu\text{g m}^{-3}$ ’ün üzerine çıkmıştır (Tecer, 2008).

1996–2006 döneminde TPM konsantrasyonları SO_2 ’nin aksine bir artış göstermiştir. 10 yıllık dönem ortalaması

$53 \mu\text{g m}^{-3}$ ve standart sapması $51,85 \mu\text{g m}^{-3}$ ’tür. TPM konsantrasyonları da yıllar arasında değişkenlik göstermiştir. Ölçüm yapılan 3 529 gün içerisinde yaklaşık 353 gün $113 \mu\text{g m}^{-3}$ ’ün üzerinde bir TPM kirliliği yaşanmıştır. Tüm ölçüm günlerinin %1’lik kısmında TPM konsantrasyonları $241 \mu\text{g m}^{-3}$ ’ün üzerinde gözlenmiştir. Zaman zaman pik değerlerin ölçüldüğü günler olmakla birlikte ölçümlerin %75’i, $66 \mu\text{g m}^{-3}$ ’ün altındadır. Ancak TPM için genel artış trendi önemlidir. Bu artışın önemli kaynakları arasında kentteki araç sayısının artması gösterilebilir (Tecer, 2008).



Şekil 1. 1996–2006 dönemi (a) SO_2 , (b) TPM günlük ortalamaları ve trendleri (Tecer, 2008).

Meteorolojik veriler. Tecer (2008) tarafından yapılan çalışmalarda 26 yıllık (1980–2006) günlük ortalama gözlem değerlerinden oluşan meteorolojik parametrelerin uzun dönemli dağılımını gösteren istatistiklerden yerel meteorolojik koşulların seyrine ilişkin değerlendirmeler her bir parametre için aşağıda özetlenmiştir;

Kentte ortalama rüzgarların $1,64 \text{ m sn}^{-1}$ hızla estiği, tüm 24 saatlik ortalama rüzgarların %57’sinin $2,30 \text{ m sn}^{-1}$ ’den düşük olduğu, sadece %10’luk dilimde (yaklaşık 983 gün) ortalama rüzgar hızının $3,9 \text{ m sn}^{-1}$ ’den yüksek olduğu görülmektedir.

Ortalama sıcaklıklar $14,6^\circ\text{C}$ olup, en düşük $-9,2^\circ\text{C}$, en yüksek $32,6^\circ\text{C}$ aralığında değişim göstermiştir. 26 yıl boyunca 9 857 günün en soğuk %25’lik diliminde sıcaklıklar $7,8^\circ\text{C}$ ’nin altında, en sıcak %25’lik dilimde ise $21,7^\circ\text{C}$ ’nin üstünde kaydedilmiştir. Sıcaklık medyanının $14,8^\circ\text{C}$ olan değerinden tüm dönemin yaklaşık yarısında kentte ısınma gereksinimi olduğu söylenebilir.

%70,5 olan ortalama bağıl nem %21,6'lık bir standart sapmaya sahiptir. Minimumda %27,3, maksimumda %99,7 ölçülen bağıl nemin %25'lik kısmı %80,3'ten yüksek olmuştur. Bu değerler kentte bağıl nemin yüksek olduğunu göstermektedir. Yağış, bulut, nem ve basınç parametrelerinin istatistikleri kent atmosferinde kirleticilerin dağılımına engel olan, iyi karışımın sağlanamadığı stabil hava şartlarının olduğu dönemlerin varlığını işaret etmektedir.

2.2. Hava kirliliği ve epidemiyolojik verilerin toplanması

Bu kapsamda kentteki üç hastaneden (Atatürk Devlet Hastanesi (ADH), Balıkesir Devlet Hastanesi (BDH), Göğüs Hastanesi (GH)) geneli temsil edecek şekilde çocuk ve yetişkin kliniklerine solunum sistemi rahatsızlıklarıyla (ICD10; J00–J99) gelen hastalara ilişkin;

- Yaş,
- Cinsiyet,
- Hastane kayıt numarası,
- Hastaneye müracaat tarihi,
- Uluslararası Hastalık Sınıflaması tanı kodu (International Classification of Diseases, ICD10 code) (WHO, 2008)
- Ödeme türü (sosyo–ekonomik durumu belirlemek için)
- Oturduğu bölge

bilgileri Haziran 2007–Mayıs 2008 dönemi (12 ay) için toplanmıştır. Verilerin toplanacağı tüm hastanelerde kayıtlar 2005 ortasından itibaren ICD10 temelinde bilgisayar ortamında tutulmaktadır. Bu veriler belirli periyotlarda Sağlık Bakanlığı'na gönderilmektedir. Bu kayıt sistemi proje kapsamında öngörülen çalışmanın gerçekleştirilmesi için gerekli verilerin sağlıklı bir şekilde temin edilmesini sağlamıştır.

Hava kirlitici (PM₁₀) ve meteorolojik veriler Çevre ve Orman Bakanlığı'nın 2007 başlarında kurduğu ölçüm istasyonundan temin edilmiştir. Haziran 2007–Mayıs 2008 döneminde 12 aylık veri seti kullanılarak çalışma gerçekleştirilmiştir.

2.3. Sağlık riski analizi

Elde edilen epidemiyolojik veriler, hava kirliticileri (PM₁₀), meteorolojik koşullar, yaş, cinsiyet, sosyo–ekonomik statü ve yaşadıkları yer bağımsız değişkenleriyle vaka çapraz karşılaştırma (case–crossover) yöntemi ve şartlı lojistik regresyon tekniği kullanılarak risk analizleri yapılmıştır. Hastalık prevalansının zamansal değişimleri incelenerek risk dönemleri tespit edilmiştir.

Çalışma periyodunca, çocuklarda ve yetişkinlerde solunum yolu rahatsızlıklarıyla ilgili hastane kayıtları ve hastalara ilişkin elde edilen verilerden kirlitici seviyeleri kullanılarak rölatif risk analizi yapılmıştır. Bu amaçla, her bir kirlitici seviyesinin, hastalara ait demografik ve sosyo–ekonomik verilerden ve meteorolojik parametrelerden oluşan bağımsız değişkenlerinin, günlük hastane müracaatları olarak tanım-

lanan bağımlı değişkeni üzerindeki etkiyi belirlemede kullanılan şartlı lojistik regresyon (conditional logistic regression) tekniği kullanılmıştır. Böylelikle, her bir kirlitici konsantrasyonundaki artışın ne oranda bir sağlık riski oluşturduğu ortaya konulmuştur.

3. Bulgular ve Sonuçlar

3.1. Hava kalitesi ve sağlık

Hava kirliliği ve meteoroloji. Çevre ve Orman Bakanlığı'nın 2007 başlarında kurduğu hava kalitesi izleme ölçüm istasyonundan temin edilen hava kirlitici verileri (PM₁₀) ve meteorolojik verilerin (rüzgar hızı, rüzgar yönü, sıcaklık, bağıl nem, basınç) tanımlayıcı istatistikleri Tablo 1'de sunulmuştur. Haziran 2007–Mayıs 2008 döneminde PM₁₀ ortalaması 93,77 µg m⁻³ seviyesinde olmuştur. Partikül madde konsantrasyonlarının zamansal değişimi ise beklenildiği gibi kış aylarında yüksek yaz aylarında düşük ölçülmüştür. Kentte yanma mevsiminin başladığı Ekim ayından itibaren PM₁₀ konsantrasyonlarında artışlar meydana gelmiştir. PM₁₀ konsantrasyonlarının Mart–Nisan aylarında yeniden bir artış göstermesi trafik emisyonları, uzak taşınım ve yol tozlarının etkisini akla getirmektedir.

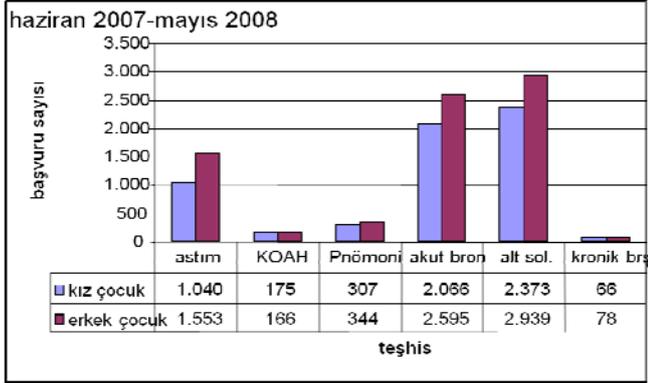
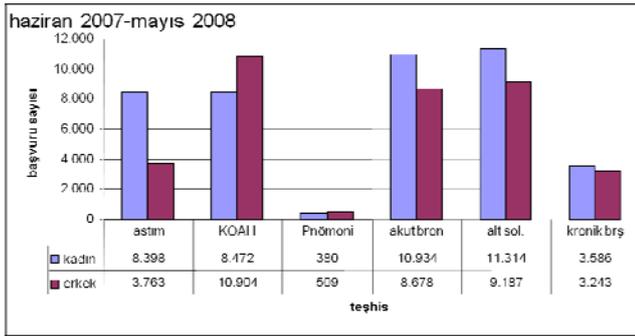
Epidemiyoloji. Kentteki üç hastaneden geneli temsil edecek şekilde çocuk ve yetişkin kliniklerine solunum sistemi rahatsızlıklarıyla gelen hastalara ilişkin veriler Tablo 2'de özetlenmiştir. Bu verilere göre, Haziran 2007–Mayıs 2008 döneminde solunum sistemi hastalıklarıyla ilgili (ICD10; J00–J99) kent merkezinde toplam 157 223 hasta başvurusu olmuştur. ICD10; J00–J99 kodu teşhisiyle hastaneye başvuran hastaların 54 649'u çocuk hasta (0–14), 102 575'i yetişkin (15+) yaş grubundadır (Tablo 2). Toplam başvuruların cinsiyete göre dağılımlarında; kadın hastaların (84 714) erkeklere oranla daha fazla oldukları sonucuna ulaşılmıştır.

Hastane başvurularının “çocuk–yetişkin” ve “kadın–erkek” gruplarına göre dağılımlarından hastalık türlerine göre daha hassas grupların varlığı tespit edilmiştir. Şekil 2'den 0–14 yaş erkek çocuklar, astım, akut bronşit, alt solunum yolu hastalıklarıyla ilgili hastane müracaatlarının kız çocuklarına göre daha fazla olduğu anlaşılmaktadır. KOAH, pnömoni ve kronik bronşit rahatsızlıkları bu yaş grubundaki çocuklarda diğer hastalık türlerine göre daha az seyretmiştir. Bu hastalık türleri, nisbeten uzun dönemli etkilere maruziyetten kaynaklı kronik hastalıklar sınıfında değerlendirilmektedir. Bu yaşlardaki çocuklarda prevalansının düşük olması beklenen bir sonuçtur.

Yetişkinlerde ise, KOAH dışındaki tüm hastalık sınıflarında kadınlar erkeklere nazaran daha fazla tedavi almışlardır. Sigaranın önemli KOAH tetikleyicisi olduğu düşünüldüğünde, erkeklerdeki KOAH müracaatının kadınlara göre fazla olmasının nedenlerinden birisinin sigara kullanımı olduğu düşünülebilir (Şekil 3).

Tablo 1. Haziran 2007–Mayıs 2008 dönemi Balıkesir’de PM₁₀ ve meteorolojik verilerin tanımlayıcı istatistiği

Parametre	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Std.Sapma
PM ₁₀	335	6	766	93,77	78,93
Rüzgar hızı	344	0	5	1,68	1,19
Rüzgar yönü	346	104	274	192,66	24,35
Hava Sıcaklığı	344	-3	33	15,63	9,39
Bağıl nem	346	22	85	60,10	13,98
Basınç	346	981	1018	998,78	6,73

**Şekil 2.** Hastane başvurularının çocuklarda cinsiyet ayrımına göre dağılımı.**Şekil 3.** Hastane başvurularının yetişkinlerde cinsiyet ayrımına göre dağılımı.

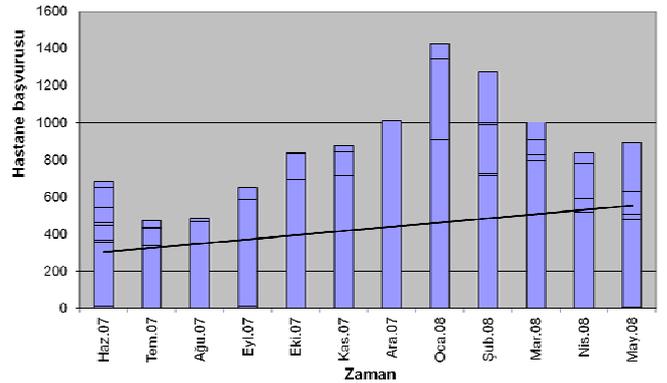
Solunum sistemi hastalıklarıyla ilgili hastane başvurularının zaman içerisindeki dağılımından, özellikle kış aylarında bir artış olduğu açıkça görülmektedir (Şekil 4). Eylül gibi başlayan başvuru sayılarındaki artış, Ocak ayında en yüksek seviyeye çıkmaktadır. Ocak ayından sonra düşme eğilimi Mayıs ayına kadar devam etmektedir. Meteorolojik koşullara bağlı olarak prevalansı artan hastalık sınıflarının kış aylarında atmosferdeki kirlenici konsantrasyonlarının artışıyla da bir ilgisinin olabileceği düşünülmektedir. Tüm başvuru sayılarının seyirinden Haziran 2007 den itibaren bir artma trendinin olduğu dikkat çekmektedir. Solunum yolu hastalıklarıyla ilgili hastane başvurularının zaman içerisindeki seyri tüm alt gruptaki hastalık sınıflarında benzer bir eğilim göstermiştir. Şekil 5 bu eğilimi açıkça ortaya koymaktadır.

3.2. Risk analizleri sonuçları

Hava kirliliği atmosferde farklı kirlenicilerin bir karışımından oluşur. Epidemiyolojik çalışmalar bir veya daha fazla kirlenici ile sağlık arasındaki ilişkiyi belirlemeye çalışır. Ancak PM,

NO₂, CO gibi kirleniciler arasında güçlü bir korelasyon vardır ve kentsel kirliliği oluştururlar. Bu korelasyon her bir kirlenicinin bağımsız sağlık etkisini doğru olarak belirlemeyi güçleştirir. Çoğu zaman belirli bir sağlık etkisine belirli bir kirlenicinin sebep olduğunu söylemek mümkün değildir. Yaygın hava kirlenicileri insan sağlığı üzerinde benzer etki mekanizmasına sahiptirler ve bu da kirlenicilerin ayrı ayrı etkisini belirlemeyi daha da karmaşık hale getirir. Ayrıca aralarında güçlü korelasyon bulunan her bir kirlenicinin etkisini ayrı ayrı toplamak, toplam sağlık etkisinin olduğundan fazla hesaplanmasına sebep olabilecektir. Bu yüzden epidemiyoloji çalışmaları genellikle hava kirliliği-sağlık etkisi ilişkisini temsil edebilen “indikatör kirlenici” ölçümlerini temel olarak gerçekleştirirler. Pek çok epidemiyolojik çalışmada PM₁₀, hava kirliliğinin oluşturduğu sağlık riski için önemli ve sık kullanılan bir kirlenici olarak kabul edilir (Kuenzli vd., 1999). Ayrıca partikül maddenin metal içerikleri, partikül boyutu ve diğer toksik bileşenlerin bir taşıyıcısı olma özellikleri de partikül maddelerin sağlık etkisindeki rollerinin belirlenmesinde sıklıkla kullanılmasında bir etkidir (Health Effects Institute, 1999). Bütün bu değerlendirmeler göz önüne alınarak bu çalışmada “indikatör kirlenici” olarak PM₁₀ seçilmiştir.

2007-2008 Solunum yolu hastalıkları

**Şekil 4.** Hastane başvurularının yıl içerisindeki aylara göre dağılımı.

Elde edilen epidemiyolojik veriler, hava kirlenici (PM₁₀), meteorolojik koşullar, yaş, cinsiyet, sosyo-ekonomik statü ve yaşadıkları yer bağımsız değişkenleriyle risk analizleri yapılmıştır. Çalışmada kullanılan vaka çapraz karşılaştırma yöntemi, hastane başvurusunun (vaka) olduğu gündeki kirlenici konsantrasyonlarıyla hastane başvurusunun olmadığı (kontrol) bir gündeki hava kirlenici konsantrasyonlarının karşılaştırılması esasına dayanmaktadır. Bu yöntem ayrıca, bireylerin yaş, cinsiyet, sağlık durumları gibi faktörlerini de

değerlendirme imkanı verir (Jaakkola, 2003; Bateson ve Schwartz, 2004). Bu çalışmada simetrik çift yönlü (symmetric bidirectional) vaka çapraz karşılaştırma yaklaşımı kullanılmıştır. Her bir vaka için hastane başvurusu zamanındaki PM₁₀ seviyesi (case period) başvurunun olmadığı özel bir periyottaki (control period) PM₁₀ seviyesiyle karşılaştırılmıştır. Vakalar çalışma periyodunca solunum yolu hastalıklarıyla ilgili başvurulardan, kontrol günleri ise her bir vaka gününden 1 hafta öncesi ve 1 hafta sonrası günleri olarak seçilmiştir. Rüzgar hızı, yönü, hava sıcaklığı, basınç, nisbi nem gibi meteorolojik değişkenler ise her bir analizde sabit tutulmuştur. Hava kirliliğinin akut etkisi hemen olabileceği gibi bir kaç gün sonrasında da görülebilmektedir. Pek çok çalışmada, artan hastane başvurularının başvuru günündeki hava kirliliği ve önceki günlerdeki (lag) hava kirliliğiyle ilişkili oldukları rapor edilmiştir (Burnett vd., 1999; Norris vd., 1999). Bu çalışmada bir önceki günden itibaren 4 gün öncesinin PM₁₀ (lag1, lag2, lag3, lag4) seviyelerinin hastane başvurularına etkisinin belirlenebilmesi için önceki 4 günlük PM₁₀ konsantrasyonları da analize dahil edilmiştir. Böylece, PM₁₀'un solunum sistemi hastalıkları risk seviyesi ihtimallerini veren "ihtimaller oranı" (odds ratio, OR) değerleri Stata 9.0 software kullanılarak hesaplanmıştır. Hava kirliliği seviyesi ile hastane başvuruları arasındaki ilişkinin seviyesinin belirlenmesi %95 güven aralığında OR kullanılarak hesaplanmıştır. OR hava kirlenici (PM₁₀) konsantrasyonlarındaki 10 µg m⁻³ 'lük artışa karşılık hastane başvurularındaki artış miktarının tahmin edilmesi esasına göre

hesaplanmıştır. Çalışma dönemi içerisinde kategorilere ayrılmış hastane başvuruları istatistiği Tablo 3'de, hesaplanan OR değerleri ise Tablo 4'de verilmiştir.

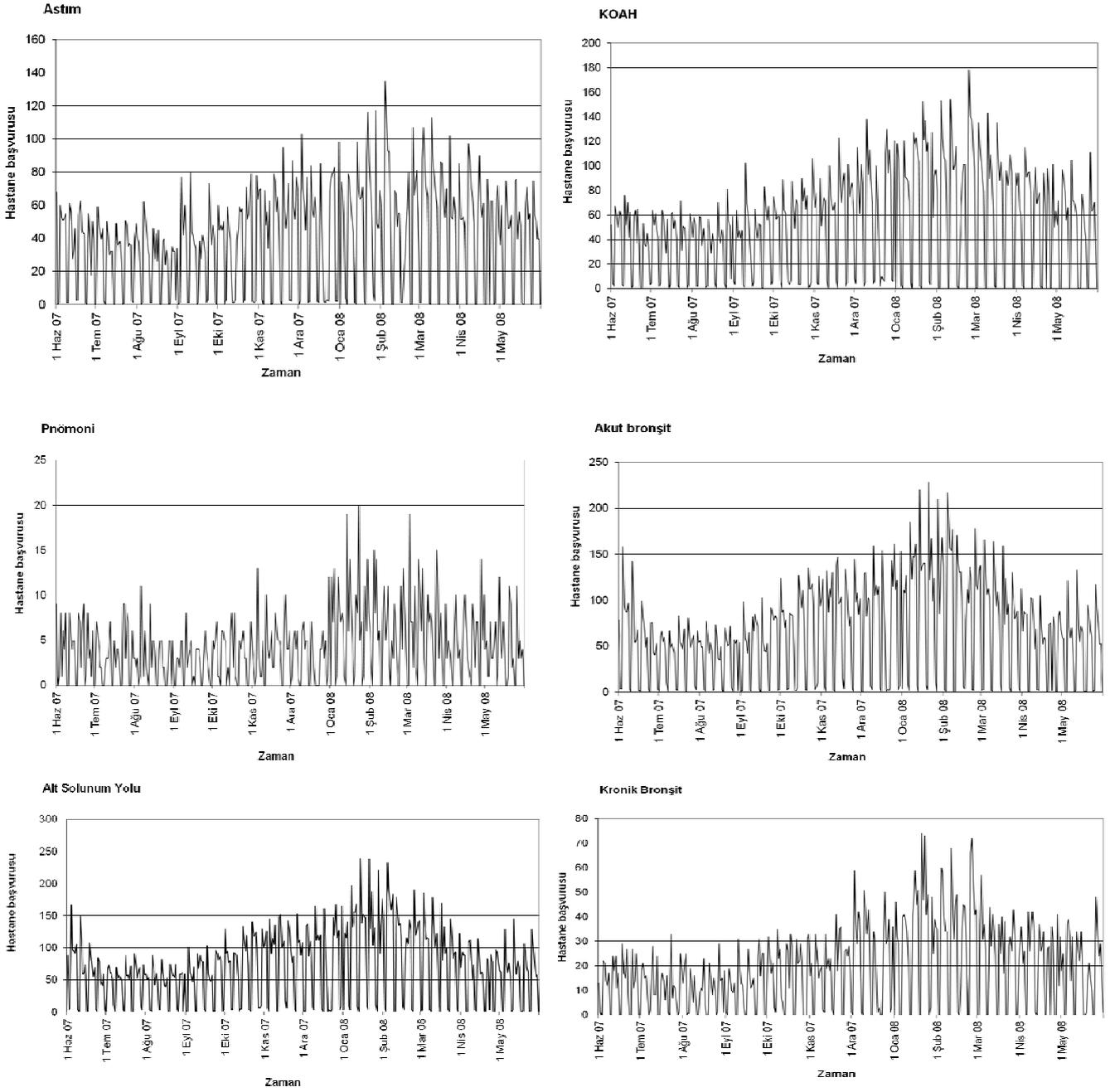
Tüm hastalık sınıflarında PM₁₀ seviyesi ile hastane başvurularındaki artış arasında pozitif bir ilişki bulunmuştur. Kadınlarda lag1, lag2 ve lag4 PM₁₀ maruziyetindeki 10 µg m⁻³ artış için %0,2, %0,4 ve %0,7 oranlarında bir artış görülmüştür. Erkeklerde ise %0,5'lik bir artış söz konusudur.

OR sonuçlarından, PM₁₀ seviyesindeki 10 µg m⁻³'lük bir artışın hasta sayılarına ve bunların yaş grupları ve cinsiyete göre dağılımları incelenmiştir. Buna göre hava kirliliğine maruziyetten en çok kız çocuklar solunum sistemiyle ilgili tedavi görürken, çocuklar arasındaki astım riski erkek çocuklarda daha fazla olmuştur. Yetişkinlerde KOAH, pnömoni, akut bronşit, alt solunum yolu hastalıkları ve kronik bronşit başvurularında erkekler daha hassas grubu oluşturmuştur.

Sonuçların Balıkesir nüfusunun demografik yapısıyla ilişkilendirilmesinde ise, partikül madde kirliliği açısından risk grupları açıkça ortaya çıkmaktadır. Her 1 000 kişi için PM₁₀ kirliliğinin (10 µg m⁻³ artış için) kentte oluşturduğu sağlık riski çocuk ve yetişkinler için Tablo 5'te verilmiştir. Buna göre tüm solunum sistemi hastalıkları, astım ve pnömoni için 0–14 yaş grubu çocuklar hassas grupları oluşturmaktadır. Yetişkinler ise, başta KOAH olmak üzere, akut bronşit ve kronik bronşit için risk grubunu oluşturmaktadır.

Tablo 2. Haziran 2007 – Mayıs 2008 döneminde Balıkesir il merkezinde ADH, BDH ve GH'ne solunum sistemi hastalıklarıyla ilgili başvuru sayılarının yaş gruplarına göre dağılımı

	Yaş grupları	Solunum (J00–J99)	Astım (J45–J46)	KOAH (J40–J44)	Pnömoni (J12–J18)	Akut bronşit (J20–J22)	Alt sol. (J12–J22)	Kronik bronşit (J40–J42)
Kadın	0–6 yaş	14 734	448	43	183	1 375	1 558	21
	7–14 yaş	10 832	592	132	124	691	815	45
	0–14 yaş	25 566	1 040	175	307	2 066	2 373	66
	15–64 yaş	50 160	7 128	5 789	280	8 795	9 075	2 807
	> 64 yaş	8 990	1 270	2 683	100	2 139	2 239	779
	15 + yaş	59 150	8 398	8 472	380	10 934	11 314	3 586
	Toplam	84 714	9 438	8 646	687	13 000	13 687	3 652
Erkek	0–6 yaş	17 323	775	52	236	1 824	2 060	28
	7–14 yaş	11 760	778	114	108	771	879	50
	0–14 yaş	29 083	1 553	166	344	2 595	2 939	78
	15–64 yaş	33 830	3 127	6 639	361	6 632	6 993	2 458
	> 64 yaş	9 595	636	4 265	148	2 046	2 194	785
	15 + yaş	43 425	3 763	10 904	509	8 678	9 187	3 243
	Toplam	72 509	5 316	11 071	853	11 273	12 126	3 322
Toplam	0–6 yaş	32 057	1 223	95	419	3 199	3 618	49
	7–14 yaş	22 592	1 370	246	232	1 462	1 694	95
	0–14 yaş	54 649	2 593	341	651	4 661	5 312	144
	15–64 yaş	83 990	10 255	12 428	641	15 427	16 068	5 265
	> 64 yaş	18 585	1 906	6 948	248	4 185	4 433	1 564
	15 + yaş	102 575	12 161	19 376	889	19 612	20 501	6 829
	Toplam	157 223	14 754	19 717	1 540	24 273	25 813	6 974



Şekil 5. Her bir hastalık sınıfıyla ilgili hastane başvurularının yıl içerisinde aylara göre dağılımı.

Tablo 3. Hastane başvuruları istatistikleri

İstatistik	Solunum (J00–J99)	Astım (J45–J46)	KOAH (J40–J44)	Pnömoni (J12–J18)	Akut bronşit (J20–J22)	Alt sol. (J12–J22)	Kronik bronşit (J40–J42)
N	366	366	366	366	366	366	366
Ortalama	430	40	54	4	66	71	19
Medyan	467	45	59	4	68	71	18
Std. Sapma	334	31	42	4	53	56	17
Maksimum	1 426	135	178	20	228	239	74
Toplam	15 7223	14 754	19 717	1 540	2 4273	25 813	6 974
Yüzdelikler							
25	17	2	5	1	4	5	1
50	467	45	59	4	68	71	18
75	661	62	88	6	104	111	31

Tablo 4. Solunum sistemiyle ilgili hastane başvuruları için OR (%95 güven aralığında)

Cinsiyet	Hastalık kategorisi		OR	p-değeri
Kadın	solunum (J00–J99)	PM _{10_lag1}	1,002	0,002
		PM _{10_lag2}	1,004	0,000
		PM _{10_lag4}	1,007	0,000
	astım	PM _{10_lag4}	1,012	0,000
		KOAH	PM _{10_lag4}	1,006
	pnömoni	PM _{10_lag2}	1,017	0,101
		akut bronşit	PM _{10_lag2}	1,004
			PM _{10_lag4}	1,007
		alt solunum	PM _{10_lag2}	1,005
	PM _{10_lag4}		1,006	0,001
kronik bronşit	PM _{10_lag4}	1,009	0,011	
	Erkek	solunum (J00–J99)	PM _{10_lag2}	1,005
PM _{10_lag4}			1,005	0,000
astım		PM _{10_lag4}	1,005	0,100
		KOAH	PM _{10_lag2}	1,006
		PM _{10_lag3}	1,005	0,059
		akut bronşit	PM _{10_lag4}	1,004
Alt solunum			PM _{10_lag4}	1,004
		kronik bronşit	PM _{10_lag2}	1,008
PM _{10_lag3}			1,009	0,085

Tablo 5. Balıkesir’de hava kirliliğinin (PM₁₀) her 1 000 kişi için oluşturduğu risk seviyeleri

Yaş grubu	Solunum (J00–J99)	Astım (J45–J46)	KOAH (J40–J44)	Pnömoni (J12–J18)	Akut bronşit (J20–J22)	Alt sol. (J12–J22)	Kronik bronşit (J40–J42)
0–14 yaş	14,07	0,83	0,00	0,50	0,21	0,21	0,08
15 + yaş	6,89	0,57	1,09	0,26	1,35	1,50	0,47
Toplam	20,96	1,40	1,09	0,76	1,56	1,71	0,55

Yapılan analizlerle, Balıkesir kent merkezindeki PM₁₀ kirliliğinin bölge halkı sağlığı üzerinde olumsuz etkilerinin bulunduğu ortaya konulmuştur. Özellikle çocuklar ve yaşlıların kirliliğe karşı hassas gruplar olduğu sonucuna varılmıştır. Hastalık risk dönemlerinin ise, olumsuz meteoroloji ve kirli atmosferik şartların geliştiği kış ayları olduğu ve bu aylarda hastane başvurularının arttığı ortaya çıkmıştır.

4. Tartışma ve Öneriler

Marmara bölgesinde yer alan Balıkesir kent merkezinde Haziran 2007–Mayıs 2008 tarihleri arasında gerçekleştirilen bu çalışma ile kentin PM₁₀ kirlilik seviyesi ve muhtemel sağlık etkilerine ilişkin anlamlı sonuçlara ulaşılmıştır.

Çalışma periyodundaki 24 saatlik PM₁₀ kütle konsantrasyonları ortalaması 93,77 µg m⁻³, standart sapması 78,93 µg m⁻³ olarak bulunmuştur. Konsantrasyonların pek çok Avrupa kentleriyle karşılaştırıldığında yüksek olduğu ortaya çıkmaktadır (Begum vd., 2004; Gomiscek vd., 2004; Querol vd., 2004). PM₁₀ konsantrasyonları yanma mevsimini temsil eden kış aylarında yaz aylarına göre yüksek bulunmuştur. Sonuçlar kentsel ısınmanın atmosferik PM₁₀ konsantrasyonlarına katkısını ortaya koymaktadır. Meteorolojik şartlara bağlı olarak bazı dönemlerde kent atmosferine kirletici

epizot değerlerinin yaşandığı anlaşılmaktadır. Standart sapmanın da büyük olması ortalama PM₁₀ konsantrasyonları etrafında önemli dalgalanmaların olduğunu göstermektedir.

Çalışmada kentteki PM₁₀ düzeyi ve solunum hastalıklarıyla ilgili sağlık etkilerinin araştırılması amacıyla, lojistik regresyon kullanılarak risk analizleri gerçekleştirilmiştir. Çalışma döneminde tüm yaş gruplarındaki hastalara ilişkin tanısı konulan solunum yolu semptom ve hastalıkları vakalarının (ICD10_J00–J99) günlük ortalamalarıyla, PM₁₀ demografik ve meteorolojik verilerin günlük ortalamaları arasında %95 güven aralığında güçlü bir ilişki bulunmuştur (Tablo 4). Sonuçlar yaş gruplarına ve cinsiyete göre çeşitli seviyelerde hastane başvurusunun arttığını göstermektedir. Hava kirliliğine maruziyetten en çok çocuklar etkilenmiştir. Erkek çocuklarda astım riski daha fazla bulunmuştur. Yetişkinlerde KOAH, pnömoni, alt solunum yolları ve kronik bronşit başvurularında artışlar daha belirgindir. Her 1 000 kişi için PM₁₀ (10 µg m⁻³ artış için) kirliliğin kentte oluşturduğu hastane başvurusu (J00–J99) artışı çocuklarda yaklaşık 14, yetişkinlerde 7 kişi olarak hesaplanmıştır. Analizler Balıkesir’de özellikle çocuklar ve yaşlıların kirliliğe karşı hassas gruplar oluşturduğunu ortaya koymuştur. Hastalık risk dönemlerinin olumsuz meteoroloji koşullarının ve ısınma amaçlı yakıt tüketiminin yaşandığı kış aylarının olduğu ortaya çıkmıştır.

Pek çok epidemiolojik çalışma hava kirliliği ile solunum yolu sağlığının bozulması ilişkisini ortaya koymuştur. Özellikle astım, hava kirleticilerinin olumsuz etkileriyle tetiklenmektedir. Çocuklar ve yetişkinler üzerinde yapılan deneysel çalışmalar O_3 , SO_2 , NO_2 ve PM_{10} gibi hava kirleticilerinin soluk yolu patalojilerini hızlandırdığını, iltihapları arttırdığını göstermektedir (Wordley vd., 1997; Williams vd., 2000; Tecer vd., 2008). Bu etkilere ilaveten hava kirleticileri ile akciğer fonksiyonlarında düşüşün, solunum yolu enfeksiyonlarında artışın ve hatta ölüm vakalarındaki artışın ilişkili olduğu da ortaya konulmuştur (Timonen vd., 2002; Martonen ve Schroeter, 2003; Moshammer ve Neuberger, 2003). Türkiye’de hava kirliliği pek çok kentte önemli bir sorun olmasına rağmen, sağlık etkilerinin ortaya konulduğu çalışmalar sınırlıdır. Ancak hava kirliliğinin mortalite ve morbidite üzerine etkilerini araştıran çalışmalarda güçlü korelasyonların bulunduğu rapor edilmiştir (Olgun, 1996; Şahin, 2000;). Evyapan (2008) Ankara’da SO_2 ile PM_{10} konsantrasyonu ile acil servise astım başvuruları arasında korelasyon olduğunu; solunum sistemiyle ilgili başvurular ile hava kirliliği arasında benzer ilişkiler İstanbul (Dağlı vd., 1996), İzmir (Çelikoğlu, 1999), Gaziantep (Fişekçi vd., 2000), Afyon (Cengiz, 2012) ve Trabzon’da (Türk ve Kavraz, 2011) tespit edilmiştir. Başka bir çalışmada ise primer baş ağrısı ile hastane acil servise başvuran hasta sayısı ile PM_{10} arasında istatistiksel anlamlılık seviyesinde yüksek bir ilişki bulunmuştur (Özsaraç, 2009).

Çocukların hava kirliliğine maruziyetleri sonucu, solunum sistemi hastalıklarına karşı aşırı hassasiyetlerinin pek çok anlamlı nedenleri bulunmaktadır (WHO, 2000; Mathieu-Nolf, 2002), bunlar arasında;

- Çocuklar yetişkinlere göre daha fazla hava solumaktadırlar,
- Çocukların akciğerleri henüz gelişme aşamasındadır,
- Çocuklar günlerinin önemli bir bölümünü dışarıda koşarak ve oynayarak geçirirler,
- Çocuklar genellikle kirlilik etkisinin farkında olmazlar ve savunmasızdırlar.

KOAH ve kronik bronşit, yetişkinlerde daha çok görülmüştür. Bu iki hastalık uzun süreli maruziyetler sonucunda geliştikleri için insanlar bu hastalıklarla ilerleyen yaşlarda karşılaşmaktadırlar. Hava kirliliğinin insan sağlığına etkisi de hem kısa dönemli (akut) hem de uzun dönemli (kronik) olmaktadır. Yıllarca kirli havanın solunması, özellikle partikül maddenin solunum sisteminde birikmesi ileriki yaşlarda kalp ve solunum sistemiyle ilgili semptomları ortaya çıkarmaktadır (Burnett vd., 1999; Loomis, 2000).

Hava kirliliği yanında olumsuz meteorolojik koşullar da solunum sistemiyle ilgili semptomlarda artışlara, acil ve hastane başvurularında artışlara neden olmaktadır. İzmir’de yapılan bir çalışmada da, astım ve bronşit hastalarının acil başvuru sayısı ile günlük ortalama sıcaklıklar arasında negatif; basınç ve relatif nem arasında ise pozitif bir ilişkinin olduğu ortaya konulmuştur (Demir vd., 2011). Kış dönemi düşük sıcaklıklar ve soğuk hava şartları solunum yolu hastalıklarında artışlara

neden olurken (Pope III vd., 1992; Azevedo vd., 2007), yaz mevsiminde ekstrem sıcaklıklar da erken ölümlere neden olmaktadır (Chestnut vd., 1998). Kuvvetli rüzgarlar kirleticilerin dağılmasını sağlarken, zayıf rüzgarlar, bulutlu havalar ve yüksek basınç sistemleri kararlı havalara yol açar. Böylesi koşullarda kirleticiler yayınladıkları bölge atmosferinde birikerek sağlık açısından riskler oluşturur.

Solunum sistemi hastalıkları, kişisel faktörler (genetik, cinsiyet, etnik köken vb), tetikleyiciler (alerjenler, egzersiz vb.), ve çevresel faktörler olmak üzere pek çok faktörden etkilenmektedir. Hava kirliliği ve meteoroloji de bu hastalıkları etkileyen çevresel faktörlerdir. Yapılan analizle ortaya konulan ilişki, çevresel faktörler içerisinde etki miktarlarının belirlenmesi olarak değerlendirilmelidir. Bunun yanında, hava kirliliği ve meteorolojik koşulların kent insanı sağlığı üzerindeki olumsuz etkiyi de ortaya koymuştur.

Teşekkür

Bu çalışma 107Y244 nolu Tübitak projesi tarafından desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Alberini, A., Krupnick, A., 1998. Air quality and episodes of acute respiratory illness in Taiwan Cities: evidence from survey data. *Journal of Urban Economics* 44, 68–92.
- Azevedo, J.M., Gonçalves, F. L. T., Leal, A.R., 2007. Cardiovascular and respiratory variability related to air pollution and meteorological variables in Oporto, Portugal. *Proceedings of the 8th Highway and Urban Environment*, Jun 12–14, 2006, Nicosia, Cyprus, 523–534.
- Bateson, T.F., Schwartz, J., 2004. Who is sensitive to the effects of particulate air pollution on mortality? A case-crossover analysis of effect modifiers. *Epidemiology* 15, 143–149.
- Begum, B.A., Kim, E., Biswas, S.K., Hopke, P.K., 2004. Investigation of sources of atmospheric aerosol at urban and semi-urban areas in Bangladesh. *Atmospheric Environment* 38, 3025–3038.
- Brunekreef, B., Holgate, S.T., 2002. Air pollution and health. *The Lancet* 360 (9341), 1233–1242.
- Burnett, R.T., Doiron, M.S., Stieb, D., Cakmak, S., Brook, J.R., 1999. Effects of particulate and gaseous air pollution on cardiorespiratory hospitalizations. *Archives of Environmental Health* 54, 130–139.
- Cengiz, M.A., 2012. Zero-Inflated regression models for modeling the effect of air pollutants on hospital admissions. *Polish Journal Environmental Studies* 21, 565–568.
- Chestnut, L.G., Breffle, W.S., Smith, J.B., Kalkstein, L.S., 1998. Analysis of differences in hot-weather-related mortality across 44 US metropolitan areas. *Environmental Science & Policy* 1, 59–70.
- Çelikoğlu, M., 1999. *Kocaeli İli’nde Hava Kirliliği ve Meteorolojik Faktörlerin Astım Bronşiale Üzerine Etkisi*. Uzmanlık Tezi, Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi.
- Dağlı, E., Erk, M., Tutluoğlu, B., Karakoç, F., Arseven, O., Çavdar, T., Sipahioğlu, B., Akçakaya, N., Kahveci, S., Erelel, M., Öneş, Ü., Sidal, M., yazıcıoğlu, M., Pamukçu, A., Bekiroğlu, N., Kiral, A., Kotan, E., 1996. The relationship between air pollution and

- acute respiratory illnesses in İstanbul, *The European Respiratory Journal* 9, 436.
- Demir, E., Midyat, L., Can, D., Kanik, A., Uzuner, N., 2011. Effects of air quality and climate change on airway hyperreactivity in children. *Journal of Pulmonary Respiratory Medicine* 1, 1–6.
- Evyapan, F., 2008. Hava kirliliğinin solunumsal morbidite ve mortalite üzerindeki etkileri: Türkiye ve Dünya verileri. *Journal of Pulmonary Medicine. Special Topics* 1(2), 48–60.
- Fişekçi, F., Özkurt, S., Başer, S., Daloğlu, G., Hacıoğlu, M., 2000. Air Pollution and Asthma Attacks, *Proc. 10th. ERS Annual Congress, Florence, Italy*, Vol. 16, 290S.
- Gomiscek, B., Hauck H., Stoper S., Preining O., 2004. Spatial and temporal variations of PM₁, PM_{2.5}, PM₁₀ and particle number concentration during the AUPHEP–Project, *Atmospheric Environment* 38, 3917–3934.
- Gomzi, M., 1999. Indoor air and respiratory health in preadolescent children. *Atmospheric Environment* 33, 4081–4086.
- Health Effects Institute, 1999. The Health Effects of Fine Particles: Key Questions and The 2003 Review, Health Effects Institute, Cambridge, 276pp.
- Helander, M.L., Savolainen, J., Ahlholm, J., 1997. Effects of air pollution and other environmental factors on birch pollen allergens. *Allergy: European Journal of Allergy & Clinical Immunology* 52, 1207–1214.
- Jaakkola, J.J., 2003. Case-crossover design in air pollution epidemiology. *European Respiratory Journal* 40, 81–85.
- Kuenzli, N., Kaiser, R., Medina, S., Studnicka, M., Oberfeld, G., Horak, F., 1999. Health Costs due to Road Traffic-Related Air Pollution: An Assessment Project of Austria, France and Switzerland, London, 80pp.
- Loomis, D., 2000. Sizing up air pollution research. *Epidemiology* 11, 2–4.
- Martonen, T.B., Schroeter J.D., 2003. Risk assessment dosimetry model for inhaled particulate matter: I. Human subjects. *Toxicology Letters* 138, 119–132.
- Mathieu-Nolf, M., 2002. Poisons in the air, a cause of chronic disease in children. *Journal of Toxicology–Clinical Toxicology* 40, 483–491
- Moshhammer, H., Neuberger, M., 2003. The active surface of suspended particles as a predictor of lung function and pulmonary symptoms in Austrian school children. *Atmospheric Environment* 37, 1737–1744.
- Norris, G., Pong, S.N., Koenig, J.Q., Larson, T.V., Sheppard, L., Stout, J.W., 1999. An association between fine particles and asthma emergency department visits for children in Seattle. *Environmental Health Perspectives* 107, 489–493.
- Olgun, Ç., 1996. *Hava Kirliliğinin 0-2 Yaş Grubunda Solunum Sistemi Enfeksiyonlarında Mortalite ve Morbidite Yönünden Etkisi*. Uzmanlık Tezi, Sağlık Bakanlığı Şişli Etfal Hastanesi, İstanbul.
- Özsaraç, M., Uluer, H., Ersel, M., Kıyan, S., Yürüktümen, A., Ersan, E., 2009. Aylık acil servis primer başağrısı başvurularında hava kirliliğinin etkisi. *Türkiye Acil Tıp Dergisi* 9, 105–108.
- Pope III, C.A., Schwartz, J., Ranson, M.R., 1992. Daily mortality and PM₁₀ pollution in Utah Valley. *Archives of Environmental Health* 47, 211–217.
- Querol, X., Alastuey, A., Ruiz, C.R., Artinano, B., Hansson, H.C., Buringh, E., Brink, H.M.T., Lutz, M., Bruckmann, P., Straehl, P., Schneider, J., 2004. Speciation and origin of PM₁₀ and PM_{2.5} in selected European cities. *Atmospheric Environment* 38, 6547–6555.
- Şahin, Ü., 2000. İstanbul’da 1994-1998 Hava Kirliliği Düzeyleri ile Mortalite Arasındaki İlişki. Uzmanlık Tezi, İstanbul Üniversitesi Tıp Fakültesi.
- Tecer, L.H., 2008. Balıkesir’de kentsel hava kirliliği, meteoroloji ve sağlık etkilerinin incelenmesi. 1. *Güney Marmara Bölgesel Gelişme Sorunları Ulusal Sempozyumu*, 2-3 Haziran, 2008, Balıkesir, 127–138.
- Tecer, L.H., Alagha, O., Karaca, F., Tuncel, G., Eldes, N., 2008. Particulate matter (PM_{2.5}, PM_{10-2.5}, and PM₁₀) and children’s hospital admissions for asthma and respiratory diseases: a bidirectional case-crossover study. *Journal of Toxicology and Environmental Health*, 71, 512–520.
- Türk, Y.A., Kavraz, M., 2011. Air pollutants and its effects on human health: The case of the City of Trabzon, *Advanced Topics in Environmental Health and Air Pollution Case Studies*, edited by Prof. Anca Moldoveanu, InTech, Janeza.
- Timonen, K.L., Pekkanen, J., Tiittanen, P., Salonen, R.O., 2002. Effects of air pollution on changes in lung function induced by exercise in children with chronic respiratory symptoms. *Occupational & Environmental Medicine* 59, 129–134.
- WHO (World Health Organization), 2008. *International Statistical Classification of Diseases and Health Related Problems (The ICD-10 Second Edition)*, Geneva, Switzerland.
- WHO (World Health Organization), 2000. *Quantification of the Health Effects of Exposure to Air Pollution*. World Health Organization, Netherlands, 30pp.
- Williams, R., Creason, J., Zweidinger, R., Watts, R., Sheldon, L., Shy, C., 2000. Indoor, outdoor, and personal exposure monitoring of particulate air pollution: the Baltimore elderly epidemiology-exposure pilot study. *Atmospheric Environment* 34, 4193–4204.
- Wong, G.W.K., Ko, F.W.S., Lau, T.S., Li, S. T., Hui, D., Pang, S.W., Leung, R., Fok, T.F., Lai, C.K.W., 2000. Temporal relationship between air pollution and hospital admissions for asthmatic children in Hong Kong. *Clinical and Experimental Allergy* 31, 565–569.
- Wordley, J., Walters, S., Ayres, J., 1997. Short term variations in hospital admissions and mortality and particulate air pollution. *Occupational & Environmental Medicine* 54, 108–116.



Research Article

A Case Study on Investigation of the Respiratory Illnesses Effects of Air Pollution in Balıkesir

Lokman Hakan TECER✉

NKU, Corlu Engineering Faculty, Environmental Engineering Dept., Corlu, Tekirdag, Turkey

Received: October 31, 2012; Accepted: January 18, 2013

ABSTRACT

Increasing evidence of the rapid deterioration of air quality and the associated potential health impacts on poor populations in cities is prompted the Clean Air Initiative for urban air pollution control. In urban and industrial areas, reducing and controlling of air pollution is an important part of the environmental decision maker. The interface between air pollution and health is important, especially, in areas where large populations of the lowest socioeconomic status are exposed to air pollution. This study estimated the effect of short-term exposure to air pollution on hospital admissions for respiratory illnesses among young children and adults. Existing clinical and sociodemographic data obtained from hospital records in Balıkesir were used. Air quality and meteorological data were used to estimate daily exposure for children and adults. The impact of air pollution on the respiratory health of children is assessed using case–crossover methodology. During study period (June 2007–May 2008), the average Particulate Matter (PM₁₀) concentration was 93.77 µg m⁻³ with 78.93 µg m⁻³ standard deviation. Significant associations were found between PM₁₀ level and hospital admissions for all respiratory diseases in all age groups. The different odds ratios up to 0.9% for exposure to PM₁₀ with an increment of 10 µg m⁻³ were found for respiratory diseases including asthma, acute bronchitis, chronic bronchitis, chosonic obstructive pulmonary disease (COPD).

Keywords: Air pollution, PM₁₀, respiratory diseases, risk analysis, Balıkesir

© Turkish National Committee of Air Pollution Research and Control.